

# Master en sciences de l'ingénieur industriel - électromécanique Finalité automatique

**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 ME516 COP Automatique III			
Code	TEMA2M16	Caractère	Obligatoire
Bloc	2M	Quadrimestre(s)	Q1Q2
Crédits ECTS	10 C	Volume horaire	120 h
Coordonnées des responsables et des intervenants dans l'UE	<b>Sophie BOURDON</b> (sophie.bourdon@helha.be) Frédéric MUSIN (frederic.musin@helha.be) Jean-Baptiste COULAUD (jean-baptiste.coulaud@helha.be) William HUBERLAND (william.huberland@helha.be) Loïck MYSTER (loick.myster@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 d'ingénieur industriel en électromécanique, filière automatique.

Elle a pour but d'aborder les concepts suivants :

- Régulation numérique
- Régulation HVAC
- Régulation avancée
- Robotique

**Une formation MU4.0 fait également partie de l'UE.**

### 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
- 1.2 Analyser des produits, processus et performances, de systèmes techniques nouveaux et innovants
- 1.3 Concevoir, développer et améliorer des produits, processus et systèmes techniques
- 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

- 2.1 Réunir les informations nécessaires au développement de projets de recherche
- 2.2 Réaliser des simulations, modéliser des phénomènes afin d'approfondir les études et la recherche sur des sujets technologiques ou scientifiques
- 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

- 2.5 Exploiter les résultats de recherche
- 2.6 Développer une vision prospective et intégrer les développements de la recherche dans la pratique professionnelle
- 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 4 **Gérer, améliorer, fiabiliser des process et des outils d'exploitation**
  - 4.1 Identifier et mettre en œuvre la maintenance adéquate
  - 4.2 Utilisation de logiciels spécifiques de type CFAO, GMAO...
  - 4.3 Planifier et réaliser des tests et des mesures...
  - 4.4 Exploiter les indicateurs de fonctionnement et appliquer les actions nécessaires
  - 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
  - 5.4 Élaborer une stratégie de communication
- 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
  - 6.4 S'impliquer dans la politique d'amélioration de la qualité
  - 6.6 Dépasser les cadres ou les limites d'un problème et apporter des solutions innovantes
- Compétence 7 **Communiquer face à un public de spécialistes ou de non-spécialistes, dans des contextes nationaux et internationaux**
  - 7.1 Maîtriser les méthodes et les moyens de communication en les adaptant aux contextes et aux publics
  - 7.3 Adopter une attitude éthique et respecter les règles déontologiques des secteurs professionnels
- Compétence 8 **S'engager dans une démarche de développement professionnel**
  - 8.2 S'autoévaluer pour identifier ses besoins de développement
  - 8.3 Assumer la responsabilité de ses décisions et de ses choix
  - 8.4 Organiser son savoir de manière à améliorer son niveau de compétence
  - 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 "**Régulation numérique**", l'étudiant sera capable :

- d'établir, à partir d'un énoncé, le schéma fonctionnel d'une boucle de régulation numérique
- de décrire, à partir d'un schéma fonctionnel, les différentes parties d'une boucle de régulation numérique
- de choisir, à partir d'un cahier des charges, un régulateur numérique adéquat et d'en calculer les paramètres
- d'utiliser le logiciel Matlab pour simuler le comportement d'une boucle de régulation numérique

Au terme de cette unité d'enseignement, pour la partie "**Régulation HVAC**", l'étudiant sera capable :

- d'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 ;
- de 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 ;
- de choisir les capteurs, actionneurs et automates de régulation en vue de la mise en œuvre de la régulation.
- d'évaluer la performance énergétique des régulations selon la norme EN15232

Au terme de cette unité d'enseignement, pour la partie "**Régulation avancée**", l'étudiant sera capable :

- d'appréhender un modèle non linéaire
- de caractériser sa stabilité, contrôlabilité, ...

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

- d'identifier et de mettre en pratique les consignes de sécurité
- de piloter manuellement le robot
- de sauvegarder et recharger un programme
- d'utiliser et de paramétrer les différents référentiels
- de programmer et de modifier des trajectoires simples
- de démarrer un programme en mode automatique

Durant la formation MU4.0, l'étudiant pourra découvrir une ligne de production automatisée "Industrie 4.0"

### 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) :

TEMA2M16 · COP Automatique III 120h / 10 C

Cette activité d'apprentissage comprend les parties suivantes :

Régulation numérique	48 h	(opt.)
Régulation HVAC	24 h	(opt.)
Régulation avancée	24 h	(opt.)
Robotique	24 h	(opt.)

### Contenu

Pour la partie "**Régulation numérique**", les concepts et théories suivantes seront abordées :

- Structure des systèmes numériques
- Etude des convertisseurs (CAN et CNA)
- Echantillonnage et théorème de Shannon
- Equation de récurrence et transformée en z
- Régulateurs numériques.

Pour la partie "**Régulation HVAC**", les concepts et théories suivantes seront abordées :

- 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, actionneurs 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.

Pour la partie "**Régulation avancée**", les concepts et théories suivantes seront abordées :

- Systèmes non linéaires et représentation d'état
- Systèmes MIMO (multiple input multiple output)
- Linéarisation de modèle
- Contrôlabilité - stabilité - robustesse - observabilité
- Planification de trajectoire
- Commande optimale / commande prédictive
- Simulation

Pour la partie "**Robotique**", les concepts et théories suivantes seront abordées :

- **Structure du programme**
- **Conception d'un nouveau programme**
- **Instruction de mouvement de base**
- **Exécution du programme**
- **Sauvegarde et restauration du système**

## Démarches d'apprentissage

- Pour la partie "**Régulation numérique**": exposés théoriques en alternance avec de nombreux exercices
- Pour la partie "**Régulation HVAC**": 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.
- Pour la partie "**Régulation avancée**": Cours en petits groupes. Études de cas en lien avec des articles publiés dans ce domaine. Présentations orales. Simulations numériques à réaliser
- Pour la partie "**Robotique**": alternance d'exposés et de mise en œuvre pratique chez Technocampus.

Les différents cours peuvent se donner **en présentiel ou en distanciel**.

## Dispositifs d'aide à la réussite

- Pour la partie "**Régulation numérique**": mise à disposition des corrections des exercices proposés au cours
- Pour la partie "**Régulation HVAC**": accompagnement proche de l'étudiant permettant la détection des difficultés et l'identification des dispositifs de remédiation éventuels à mettre en œuvre
- Pour la partie "**Régulation avancée**": Prises de rendez-vous possibles en parallèle du cours pour la préparation des exposés et des projets
- Pour la partie "**Robotique**": Néant

## Sources et références

Néant

## Supports en ligne

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

Mise à disposition des supports de théorie et d'exercices sur la plateforme ConnectED (slides, manuels, fiches techniques, transparents du cours, articles).

## 4. Modalités d'évaluation

### Principe

Pour la partie "**Régulation numérique**" - **cote C1**, l'évaluation se fait sur base de :

- une interrogation portant sur la théorie, les exercices et les projets Matlab

Pour la partie "**Régulation HVAC**"- **cote C2**, l'évaluation se fait sur base de :

- QCM sur les bases théoriques (50%)
- Projet (50%)

Pour la partie "**Régulation avancée**"- **cote C3**, l'évaluation se fait sur base de :

- Présentations/rapports de travaux/programmes et d'articles
- Examen oral (réservé aux étudiants qui auraient échoué lors des présentations)

Pour la partie "**Robotique**" - **cote C4**: cette formation est **obligatoire** pour valider l'UE et elle donnera lieu, sur base de la participation, à une cote C4 (entre 0,9 et 1,1) utilisée comme coefficient multiplicateur pour établir la note

finale.

La **cote finale (CF)** de l'UE "**COP Automatique III**" sera calculée sur base d'une **moyenne harmonique** des cotes des différentes parties de l'UE : **CF= (3/((1/C1)+(1/C2)+(1/C3))) \* C4.**

**La formation (MU4.0) ainsi que la ou les visites d'entreprise éventuelle (s) organisée(s) durant l'année sont également obligatoires pour valider l'UE.**

Les épreuves d'évaluation peuvent se faire **en présentiel ou en distanciel.**

### **Pondérations**

	Q1		Q2		Q3	
	Modalités	%	Modalités	%	Modalités	%
production journalière	EvC + Int + Prj + Rap	100			EvC + Int + Prj + Rap	100
Période d'évaluation						

EvC = Évaluation continue, Int = Interrogation(s), Prj = Projet(s), Rap = Rapport(s)

### **Dispositions complémentaires**

Si l'étudiant fait une note de présence ou s'il ne se présente pas lors d'une évaluation, la note de PR ou PP sera alors attribuée à l'UE.

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 REE

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).