

# 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) Adrien POURBAIX (adrien.pourbaix@helha.be) Jean-Baptiste COULAUD (jean-baptiste.coulaud@helha.be) William HUBERLAND (william.huberland@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**

### 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**
  - 1.4 Modéliser, calculer et dimensionner des systèmes
- Compétence 2 **Concevoir et gérer des projets de recherche appliquée**
  - 2.2 Réaliser des simulations, modéliser des phénomènes afin d'approfondir les études et la recherche sur des sujets technologiques ou scientifiques
- 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
- Compétence 8 **S'engager dans une démarche de développement professionnel**
  - 8.1 Réaliser une veille technologique dans sa sphère d'expertise
  - 8.4 Organiser son savoir de manière à améliorer son niveau de compétence

### 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 oeuvre 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

### **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) :

TEMA2M16A	Régulation numérique	48 h / 4 C
TEMA2M16B	Régulation HVAC	24 h / 2 C
TEMA2M16C	Régulation avancée	24 h / 2 C
TEMA2M16D	Robotique	24 h / 2 C

Les descriptions détaillées des différentes activités d'apprentissage sont reprises dans les fiches descriptives jointes.

## **4. Modalités d'évaluation**

Les 100 points attribués dans cette UE sont répartis entre les différentes activités de la manière suivante :

TEMA2M16A	Régulation numérique	40
TEMA2M16B	Régulation HVAC	20
TEMA2M16C	Régulation avancée	20
TEMA2M16D	Robotique	20

Les formes d'évaluation et les dispositions complémentaires particulières des différentes activités d'apprentissage sont reprises dans les fiches descriptives jointes.

### **Dispositions complémentaires relatives à l'UE**

Si l'une des AA présente une note inférieure ou égale à 7/20 et que la note de l'UE est supérieure ou égale à 10/20, la note de l'UE peut être fixée à 9/20.

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.

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.

## 5. Cohérence pédagogique

Dans la filière Automatique, les AA s'articulent autour de trois grands domaines : la régulation, les automates programmables et l'informatique appliquée.

Dans cette UE ont été rassemblées les AA : "**Régulation numérique**", "**Régulation HVAC**", "**Régulation avancée**" et "**Robotique**", celles-ci sont directement en lien avec le domaine de la Régulation.

De plus, les programmes proposés par la filière Automatique s'inspirent directement des évolutions technologiques actuelles et des besoins du marché.

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 2022-2023).

# 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'activité d'apprentissage

Régulation numérique			
Code	9_TEMA2M16A	Caractère	Obligatoire
Bloc	2M	Quadrimestre(s)	Q1Q2
Crédits ECTS	4 C	Volume horaire	48 h
Coordonnées du Titulaire de l'activité et des intervenants	Sophie BOURDON (sophie.bourdon@helha.be)		
Coefficient de pondération	40		
Langue d'enseignement et d'évaluation	Français		

## 2. Présentation

### Introduction

Cette activité d'apprentissage fait partie de la formation d'ingénieur industriel en électromécanique, filière automatique.

Elle a pour but d'aborder les concepts suivants : Régulation Numérique

### Objectifs / Acquis d'apprentissage

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

## 3. Description des activités d'apprentissage

### 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.

### Démarches d'apprentissage

Pour la partie "Régulation numérique": exposés théoriques en alternance avec de nombreux exercices

## **Dispositifs d'aide à la réussite**

Pour la partie "Régulation numérique": mise à disposition des corrections des exercices proposés au cours

## **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

## **4. Modalités d'évaluation**

### **Principe**

Pour la partie "Régulation numérique", l'évaluation se fait sur base d'une interro portant sur la théorie, les exercices et les projets Matlab

### **Pondérations**

	Q1		Q2		Q3	
	Modalités	%	Modalités	%	Modalités	%
production journalière						
Période d'évaluation						

La pondération de cette activité d'apprentissage au sein de l'UE dont elle fait partie vaut 40

### **Dispositions complémentaires**

Néant

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 2022-2023).

# 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'activité d'apprentissage

Régulation HVAC			
Code	9_TEMA2M16B	Caractère	Obligatoire
Bloc	2M	Quadrimestre(s)	Q1Q2
Crédits ECTS	2 C	Volume horaire	24 h
Coordonnées du Titulaire de l'activité et des intervenants	Adrien POURBAIX (adrien.pourbaix@helha.be)		
Coefficient de pondération	20		
Langue d'enseignement et d'évaluation	Français		

## 2. Présentation

### Introduction

Cette activité d'apprentissage fait partie de la formation d'ingénieur industriel en électromécanique, filière automatique.

Elle a pour but d'aborder les concepts suivants : RégulationHVAC

### Objectifs / Acquis d'apprentissage

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, actuateurs et automates de régulation en vue de la mise en oeuvre de la régulation. d'évaluer la performance énergétique des régulations selon la norme EN15232

## 3. Description des activités d'apprentissage

### Contenu

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, 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.

## Démarches d'apprentissage

Pour la partie "Régulation HVAC": conférences et visites encadrées par des industriels travaillant dans ce domaine.

## Dispositifs d'aide à la réussite

### Sources et références

Néant

### Supports en ligne

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

Présentations des différents conférenciers

## 4. Modalités d'évaluation

### Principe

Pour la partie "Régulation HVAC", l'évaluation se fait sur base de la réalisation d'un portfolio qui respectera les codes d'écriture d'un texte scientifique de 4 pages. Celui-ci résumera les acquis d'un point de vue savoir faire et savoir être des différentes visites et conférences organisées dans le cadre de cette activité d'apprentissage mais répondra également à d'éventuelles questions formulées par les conférenciers.

### Pondérations

	Q1		Q2		Q3	
	Modalités	%	Modalités	%	Modalités	%
production journalière						
Période d'évaluation	Tvs	100			Tvs	100

Tvs = Travail de synthèse

La pondération de cette activité d'apprentissage au sein de l'UE dont elle fait partie vaut 20

### Dispositions complémentaires

La présence aux différentes visites et formations organisées dans le cadre de cette activité d'apprentissage est obligatoire pour valider l'UE. Si une absence n'était pas justifiée, l'étudiant se verra attribué une cote de présence pour l'ensemble de l'activité d'apprentissage.

En seconde session, l'évaluation se fera sur base des mêmes modalités qu'en première session.

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 2022-2023).

# 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'activité d'apprentissage

Régulation avancée			
Code	9_TEMA2M16C	Caractère	Obligatoire
Bloc	2M	Quadrimestre(s)	Q1Q2
Crédits ECTS	2 C	Volume horaire	24 h
Coordonnées du Titulaire de l'activité et des intervenants	<b>Jean-Baptiste COULAUD</b> (jean-baptiste.coulaud@helha.be)		
Coefficient de pondération	20		
Langue d'enseignement et d'évaluation	Français		

## 2. Présentation

### Introduction

Cette activité d'apprentissage fait partie de la formation d'ingénieur industriel en électromécanique, filière automatique.

Elle a pour but de permettre aux étudiants d'élargir leur horizon sur le panel d'outils existant dans le monde de l'automatique, en particulier concernant les systèmes non linéaires et MIMO.

### Objectifs / Acquis d'apprentissage

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

- d'appréhender un modèle non linéaire MIMO,
- de caractériser sa stabilité, contrôlabilité, ...
- d'identifier les méthodes spécifiques que l'on peut envisager pour automatiser sa commande.

## 3. Description des activités d'apprentissage

### Contenu

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

### Démarches d'apprentissage

Pour la partie "Régulation avancée": Prises de rendez-vous possibles en parallèle du cours pour la préparation des exposés et des projets.



## **Dispositifs d'aide à la réussite**

Néant

## **Sources et références**

Néant

## **Supports en ligne**

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

les supports de théorie et d'exercices sur la plateforme ConnectED

## **4. Modalités d'évaluation**

### **Principe**

L'évaluation se fait sur base

- de présentations/rapports de travaux/programmes et d'articles (individuels ou en groupe)
- d'un examen oral réservé aux étudiants qui auraient échoué lors des présentations

### **Pondérations**

	Q1		Q2		Q3	
	Modalités	%	Modalités	%	Modalités	%
production journalière						
Période d'évaluation						

La pondération de cette activité d'apprentissage au sein de l'UE dont elle fait partie vaut 20

### **Dispositions complémentaires**

En cas de situation particulière (motif légitime, situation sanitaire...) les modes de dispensation des cours et d'évaluation pourraient être adaptés.

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 2022-2023).

# 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](mailto:tech.mons@helha.be)

## 1. Identification de l'activité d'apprentissage

Robotique			
Code	9_TEMA2M16D	Caractère	Obligatoire
Bloc	2M	Quadrimestre(s)	Q1Q2
Crédits ECTS	2 C	Volume horaire	24 h
Coordonnées du <b>Titulaire</b> de l'activité et des intervenants	<b>William HUBERLAND</b> ( <a href="mailto:william.huberland@helha.be">william.huberland@helha.be</a> )		
Coefficient de pondération	20		
Langue d'enseignement et d'évaluation	Français		

## 2. Présentation

### Introduction

Cette activité d'apprentissage fait partie de la formation d'ingénieur industriel en électromécanique, filière automatique.

Elle a pour but d'aborder les concepts suivants : initiation à la robotique.

### Objectifs / Acquis d'apprentissage

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

## 3. Description des activités d'apprentissage

### Contenu

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 système

### Démarches d'apprentissage

Formation dans un centre de compétence. Alternance d'exposés et de mise en oeuvre pratique.

### Dispositifs d'aide à la réussite

Néant

## Sources et références

Manuel de formation Technocampus.

## Supports en ligne

Néant

## 4. Modalités d'évaluation

### Principe

Evaluation écrite hors session en distanciel sur ConnectED.

### Pondérations

	Q1		Q2		Q3	
	Modalités	%	Modalités	%	Modalités	%
production journalière						
Période d'évaluation						

La pondération de cette activité d'apprentissage au sein de l'UE dont elle fait partie vaut 20

### Dispositions complémentaires

Néant

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 2022-2023).