

**Sigle : INF1633 Gr. 20**

**Titre : Programmation de systèmes embarqués en C/C++**

**Session : Automne 2025 Horaire et local**

**Professeur : Ngomseu Mambou, Elie**

## 1. Description du cours paraissant à l'annuaire :

### Objectifs

Au terme de ce cours l'étudiant.e aura maîtrisé, par la pratique, la programmation en langage C/C++ des systèmes informatiques embarqués.

### Contenu

Introduction au domaine des systèmes embarqués. Aspects matériels : architecture RISC et microcontrôleurs ARM et ATMEGA. Langage C/C++. Chaîne de compilation GNU. Environnements de programmation. Développement et intégration d'applications dans des environnements embarqués. Techniques de débogage. Introduction aux systèmes d'exploitation temps réel (RTOS). Réalisation d'un projet de système embarqué. Ce cours comporte des séances obligatoires de travaux dirigés (TD).

Descriptif – Annuaire

## 2. Objectifs spécifiques du cours :

Permettre d'acquérir les compétences nécessaires afin de devenir un bon programmeur C/C++ sur des plateformes embarquées :

- Écrire du code bien structuré et bien optimisé
- Savoir documenter le code
- Savoir manipuler les bibliothèques
- Maîtriser un environnement de programmation pour microcontrôleurs

## 3. Stratégies pédagogiques :

### 1. Respect mutuel et comportement en classe

Il est impératif que le respect total soit observé pendant toutes les séances de cours et dans toutes les interactions entre le personnel enseignant et les étudiant(e)s. Tout manquement à ces principes sera traité sérieusement afin de maintenir une atmosphère propice à l'apprentissage et au développement personnel de chacun.

### 2. Utilisation des outils informatiques en classe

Pour favoriser la concentration et l'interaction directe pendant les séances de cours, l'utilisation d'outils informatiques PERSONNELS (ordinateurs portables, tablettes, smartphones) ne sera pas permise, sauf indication contraire du professeur. Cette mesure vise à créer un environnement d'apprentissage optimal et à encourager des méthodes de prise de notes et de participation plus traditionnelles. Des exceptions peuvent être faites pour des activités spécifiques où les outils numériques sont nécessaires.

### 3. Plagiat

Il est impératif de respecter les normes académiques en matière d'originalité et d'intégrité. Toute forme de plagiat est strictement interdite. Si du contenu, des idées, ou des codes provenant de sources externes sont utilisés, les étudiant(e)s doivent toujours fournir des références appropriées. Le non-respect de cette règle peut entraîner des sanctions académiques sévères. Soyez vigilant(e)s et créditez toutes les sources utilisées. Les politiques départementales et institutionnelles en section 7 seront scrupuleusement appliquées.

#### 4. Approche générale

- Interactive. Conçue en vue d'impliquer l'étudiant(e) dans la construction et l'utilisation des savoirs.
- Les séances de cours seront présentées sous forme magistrales parsemées d'exercices pratiques.
- Discussions en classe
- Un projet de session
- Le matériel pédagogique est accessible à partir de la plateforme Moodle dédiée au cours.
- Un forum de discussion sera aussi disponible pour poser des questions liées à la matière enseignée.

#### 5. Séances de cours

- Elles seront dispensées en mode **non présentiel**.
- Il y aura des rencontres avec les étudiant(e)s; elles se feront par Teams, Zoom ou tout autre plateforme. C'est à la ressource enseignante et aux étudiant(e)s de convenir d'un moyen de communication.

#### 6. Travail personnel

Pour renforcer votre compréhension de la matière, il est recommandé d'investir entre 7 et 10 heures supplémentaires de votre temps chaque semaine. Ce temps doit être consacré à la révision du cours, aux exercices pratiques, à la recherche et lecture de matériel complémentaire.

#### 7. Projet de conception

- Deux projets de conception en programmation de systèmes embarqués seront proposés aux étudiant(e)s. Chaque étudiant(e), INDIVIDUELLEMENT, devra remettre une étude qui comprendra :

Élaboration d'un plan de travail
Approche de conception basée sur les notions vues dans le cours
Conception et implémentation de la solution
Vérification de la conformité de la conception par rapport au cahier des charges
Rédaction d'un rapport final
Présentation PowerPoint du projet en mode non présentiel

- Un rapport final est à remettre à la date prévue. Chaque jour de retard dans la soumission entraînera une pénalité de 10 % sur la note.

A. Préalable(s) : (INF1563 ou INF1653) et (INF1643 ou INF1673)

B. Communications : Une page Moodle sera créée pour ce cours et comportera toute la documentation nécessaire (acétates, articles sélectionnés, exercices proposés, étude de projet, etc.). La consultation régulière de la page est de la responsabilité de l'étudiant(e).

#### 4. Heures de disponibilité ou modalités pour rendez-vous :

• **La communication principale professeur - étudiant(e)s, en dehors des heures de cours, se fera via le forum de discussion sur Moodle. Si nécessaire, des rencontres sur rendez-vous pourront être programmées.**

- Ressource enseignant(e) : Elie N. Mambou ([ngomel01@uqo.ca](mailto:ngomel01@uqo.ca))
- Responsable des laboratoires : Abdallah Guire Ali ([alixab01@uqo.ca](mailto:alixab01@uqo.ca)) - GATINEAU
- Technicien de laboratoire : Abdelkrim Chebihi ([abdelkrim.chebihi@uqo.ca](mailto:abdelkrim.chebihi@uqo.ca)) - GATINEAU

#### 5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :

Semaine	Thèmes	Dates
1	<b>Introduction au cours et aux systèmes embarqués</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Présentation du cours, objectifs et méthodologie.</li><li>• Vue d'ensemble des systèmes embarqués et des langages C/C++.</li></ul>	04 sept. 2025

2	<b>Découverte des microcontrôleurs et de l'architecture ARM</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction aux microcontrôleurs Kinetis et à l'architecture ARM.</li> <li>• Présentation pratique de la carte Freescale FRDM-KL27z.</li> </ul>	11 sept. 2025
3	<b>Fondamentaux du langage C</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structures de programmes, éléments de base, entrées/sorties.</li> </ul>	18 sept. 2025
4	<b>Environnements de programmation et techniques de débogage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction aux environnements Mbed et MCUXpresso.</li> <li>• Techniques de débogage appliquées aux systèmes embarqués.</li> </ul>	27 sept. 2025
5	<b>Langage C</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pointeurs, adressage et gestion de la mémoire.</li> <li>• Fonctions, passage de paramètres, récursivité.</li> </ul> <b>TD 1 : 24 septembre</b>	02 oct. 2025
6	<b>Approfondissement en C</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structures de données en C</li> </ul> Publication de l'énoncé pour le travail de session <b>TD 2 : 01 octobre</b>	09 oct. 2025
7	<b>Semaine d'études</b>	16 oct. 2025
8	<b>Présentation de projet 1 de mi-session</b> <b>Remise des rapports</b>	23 oct. 2025
9	<b>Système d'interruptions et programmation multitâches</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploration des interruptions et de la programmation multitâches en C/C++.</li> </ul>	30 oct. 2025
10	<b>Communications dans l'Internet des objets</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction à la norme Zigbee et à la carte Xbee.</li> <li>• Applications pratiques de l'IoT dans les systèmes embarqués.</li> </ul> <b>TD 3 : 12 novembre</b>	06 nov. 2025
11	<b>Introduction au C++ et concepts de base</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transition de C à C++ : différences clés, gestion de la mémoire et types de données.</li> <li>• Syntaxe de base en C++, discussion sur la standardisation et la portabilité.</li> </ul> <b>TD 4 : 19 novembre</b>	13 nov. 2025
12	<b>Avancé en C++</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encapsulation de données, surcharge d'opérateurs et de méthodes.</li> <li>• Héritage et polymorphisme pour une conception modulaire.</li> </ul>	20 nov. 2025
13	<b>Systèmes d'exploitation temps réels (RTOS)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction à FreeRTOS et à ses applications dans les systèmes embarqués.</li> </ul>	27 nov. 2025
14	<b>Présentation et discussion des projets de fin de session</b> <b>Remise des rapports et fin de session.</b>	04 déc. 2025

## 6. Évaluation du cours :

Dans le cas spécifique du cours **Programmation de systèmes embarqués en C/C++**, l'attribution des notes se fera selon la répartition suivante :

- **Projet 1 de mi-session : 50 %**
- **Projet 2 de fin de session : 50 %**

## 7. Politiques départementales et institutionnelles :

- Politiques relatives à la tenue des examens
- Note sur le plagiat et les fraudes
- Politique relative à la qualité de l'expression française écrite chez les étudiants et les étudiantes de premier cycle à l'UQO
- Absence aux examens : cadre de gestion, demande de reprise d'examen (formulaire)

Tolérance **ZÉRO** en matière de violence à caractère sexuel.

Le Bureau d'intervention et de prévention en matière de harcèlement (BIPH) a pour mission d'accueillir, soutenir et guider toute personne vivant une situation de harcèlement, de discrimination ou de violence à caractère sexuel. Le BIPH oriente ses actions afin de prévenir les violences à caractère sexuel pour que nous puissions étudier, travailler et s'épanouir dans un milieu sain et sécuritaire.

Vous vivez ou êtes une personne témoin d'une situation de violence à caractère sexuel ? Vous êtes une personne membre de la communauté étudiante ou une personne membre du personnel, autant à Gatineau qu'à Ripon et St-Jérôme, l'équipe du BIPH est là pour vous, sans jugement et en toute confidentialité.

Ensemble, participons à une culture de respect.

Pour de plus amples renseignements consultez [UQO.ca/biph](https://uqo.ca/biph) ou écrivez-nous au [Biph@uqo.ca](mailto:Biph@uqo.ca)

## 8. Principales références :

- Documents sur le site du cours Moodle.
- **ErychStyger**, Blog at <https://mcuoneclipse.com/>, **Freescale/NXP**, Lucerne University of Applied Sciences and Arts.
- Kinesis FDRM-KL26Z and Software Developmet Kit: documentation, tools and guides, NXP.
- K. Hong. C++ Tutorial Home. <http://www.bogotobogo.com/cplusplus/cpptut.php>.
- Michael Barr, Anthony Massa, "Programming Embedded Systems, With C and GNU Development Tools", O'Reilly Media, 2009.
- Christopher Blaess. Solution temps-réel sous Linux. **Cas pratique : le Raspberry Pi. Avec 50 exercices corrigés 2<sup>e</sup> édition, Eyrolles, 2012.**
- FreeRTOS, FreeRTOS Books and Manuals, at <http://www.freertos.org/>.
- Jean LABROSSE, "*MicroC/OS-II The Real-Time Kernel*", *MicriumuC/O-III for the Freescale kinetis*, 2011.
- POSIX Threads Programming: <https://computing.11nl.gov/tutorials/pthreads/>.

## 9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>