

**Sigle : INF1633 Gr. 01**

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

**Session : Automne 2024 Horaires et local**

**Professeur.e : Bennai, Mustapha**

## 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 élèves. Tout manquement à ces principes de respect 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 étudiants doivent toujours fournir des références appropriées. Le non-respect de cette règle peut entraîner des sanctions académiques sévères. Soyez vigilants 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.

- Le cours se donne dans une salle de laboratoire.
- Les séances de cours seront présentées sous forme magistrales parsemées d'exercices pratiques.
- Discussions en classe
- Des travaux de programmation à faire à la maison, et travaux dirigés obligatoires et en mode présentiel, sous la supervision d'un assistant d'enseignement, seront également réalisés afin de consolider les concepts présentés durant les séances de cours.
- 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 hybride (présentiel et non présentiel), de 3 h/semaine.
- **Les séances du 19 septembre, 10 octobre et 14 novembre seront dispensées en mode non présentiel par vidéo conférence.** Les liens des séances seront partagés ultérieurement.

## 6. Travaux dirigés :

- Le même binôme, 2 étudiant(e)s, pour les séances de travaux dirigés et pour le projet.
- SÉANCES DE TRAVAUX DIRIGÉS OBLIGATOIRES EN MODE PRÉSENTIEL: (**Durée/TD** : 2 h, **nombre de TD** : 5)
  - Groupe 1** : 23 septembre, 30 septembre, 14 octobre, 11 novembre, 18 novembre 2024)
  - Groupe 2** : 25 septembre, 02 octobre, 16 octobre, 13 novembre et 20 novembre 2024)
- Les logiciels et matériels requis seront disponibles au laboratoire.
- Les séances de travaux dirigés consolideront les exposés magistraux et permettront aux étudiant(e)s de mettre en pratique les concepts étudiés dans le cours et rehausser ainsi la compréhension du comportement d'un système embarqué.
  - Un rapport final est à remettre une semaine après la séance de travaux dirigés. Chaque jour de retard dans la soumission entraînera une pénalité de 20 % sur la note.

**NB** : L'assistant de laboratoire supervisera les séances et sera en mesure de vous guider pour permettre la réalisation des travaux.

## 7. Travail personnel :

Pour renforcer votre compréhension de la matière, il est recommandé d'investir entre 10 et 12 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.

## 8. Projet de conception:

- Le même binôme, 2 étudiant(e)s, pour les séances de travaux dirigés et pour le projet.
- Un projet de conception en programmation de systèmes embarqué sera proposé aux étudiant(e)s. Chaque étudiant, 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 présentiel

- Un rapport final est à remettre à la date prévue. Chaque jour de retard dans la soumission entraînera une pénalité de 20 % sur la note.

## 9. Examen de mi-session et examen final en mode présentiel

- 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.**
- Assistant à l'enseignement : Karim Rekik ([rekk02@uqo.ca](mailto:rekk02@uqo.ca))
- Responsable des laboratoires : Abdallah Guire Ali ([alixab01@uqo.ca](mailto:alixab01@uqo.ca))
- Technicien de laboratoire : Abdelkrim Chebihi ([abdelkrim.chebihi@uqo.ca](mailto:abdelkrim.chebihi@uqo.ca))

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

Semaine	Thèmes	Dates
1	Présentation du cours <b>Introduction à la programmation embarquée et aux langages C/C++</b> <i>Choix des groupes de travail et Publication de l'énoncé pour le travail de session</i>	05 sept. 2023
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Introduction aux microcontrôleurs Kinetis et à l'architecture ARM</b></li> <li>• <b>Présentation de la carte Freescale FRDM-KL27z</b></li> </ul>	12 sept. 2023
3	<b>Langage C</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure d'un programme</li> <li>• Éléments de base</li> <li>• Les entrées/sorties</li> </ul> <p><b>*Cette séance sera dispensée en mode virtuelle</b></p> <p><b>TD1</b> <i>Groupe 1 - 23 septembre / Groupe 2 - 25 septembre</i></p>	19 sept. 2023
4	<b>Environnements de programmation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mbed</li> <li>• MCUXpresso</li> </ul> <b>Techniques de débogage</b> <p><b>TD2</b> <i>Groupe 1 - 30 septembre / Groupe 2 - 02 octobre</i></p>	26 sept. 2023
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</li> <li>• Récursivité, fonctions récursives</li> </ul>	03 oct. 2023
6	<b>Éléments avancés du langage C</b> <b>Structures de données en C</b> <p><b>*Cette séance sera dispensée en mode virtuelle</b></p> <p><b>TD3</b> <i>Groupe 1 - 14 octobre / Groupe 2 - 16 octobre</i></p>	10 oct. 2023
7	<b>Semaine d'études</b>	14 oct. 2023

		18 oct. 2023
8	<b>Examen de mi-session</b>	24 oct. 2023
9	<b>Système d'interruptions et programmation multitâches</b> <b>TD4</b> <i>Groupe 1 – 11 novembre / Groupe 2 – 13 novembre</i>	31 oct. 2023
10	<b>Communications dans l'Internet des objets</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La norme ZigBee</li> <li>• La carte Xbee</li> </ul>	07 nov. 2023
11	<b>Programmation orientée objets en C++</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C++ versus C</li> <li>• Classes, méthodes et attribues</li> <li>• Exemple de code C++</li> </ul> <p><b>*Cette séance sera dispensée en mode virtuelle</b></p> <p><b>TD5</b> <i>Groupe 1 – 18 novembre / Groupe 2 – 20 novembre</i></p>	14 nov. 2023
12	<b>Langage C++</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'encapsulation de données, la surcharge d'opérateurs et de méthodes</li> <li>• L'héritage</li> <li>• Le polymorphisme</li> </ul>	21 nov. 2023
13	<b>Systèmes d'exploitation temps réels FreeRTOS</b>	28 nov. 2023
14	<b>Présentation PowerPoint des projets de session</b> <b>Remise du rapport 23 déc. 2024</b>	05 déc. 2023
15	<b>Examen final</b>	12 déc. 2023

## 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 :

- **Travaux Dirigés : 10 %**
- **Projet de session : 15 %**
- **Examen de mi-session : 30 %**
- **Examen final : 45 %**

## 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](http://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>