

Programmation Embarquée
Programming embedded systems

Code cours <i>Course code: PEM</i>	Crédits ECTS <i>ECTS Credits: 2</i>
Département <i>Department</i> : IA	Cours <i>Lectures</i> : 10H
Coordonnateurs <i>Lecturers</i> : E. GROLLEAU	T.D. <i>Tutorials</i> : 10H
Période <i>Year of study</i> : 3 ^{ème} année <i>3rd year</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i> :
Semestre <i>Semester</i> : 5 ^{ème} semestre – A <i>5th semester - A</i>	Projet <i>Project</i> :
Evaluation <i>Assessment method(s)</i> : 1 examen écrit, <i>1 written exam</i>	Non encadré <i>Homework</i> :
Langue d’instruction <i>Language of instruction</i> : Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total</i> : 20H
	<i>hours</i>
Type de cours <i>Type of course</i> : Obligatoire <i>Compulsory</i>	
Niveau <i>Level of course</i> : Avancé <i>graduate</i>	

Compétences attendues :

- Détecter les problèmes potentiels lors du ciblage des programmes embarqués sur différentes architectures matérielles, nécessite les connaissances de :
 - o Grandes familles de calculateurs et leurs différences (32 vs 64 bits, utilisation de la pile d’appel, FPU, architectures vectorielles) ;
 - o L’impact de l’architecture sur la représentation mémoire (tailles de représentation entiers, alignement sur les mots mémoire, etc.)
 - o L’impact des optimisations locales sur la durée d’exécution (mémoires caches, RAM, pipeline, prefetch, etc.)
 - o Connaître les spécificités des processeurs multicoeurs et pluricoeurs
- Savoir utiliser un système d’exploitation temps réel (RTOS). Nécessite les connaissances :
 - o Généralités sur les systèmes d’exploitation temps réel (RTOS) et leurs grandes différences par rapport aux systèmes généralistes
 - o Différentes études de cas de RTOS différents
- Programmer avec les bonnes pratiques en C (par exemple MISRA-C)
- Implémenter une application temps réel sur des RTOS.
 - o Connaissance de plusieurs API de RTOS différents
- Traduire une conception exprimée dans un ADL (Architecture Design Language) vers différents RTOS, et connaître les limitations imposées par certains de ces RTOS

Pré-requis :

- Cours Architecture et Systèmes d’exploitation (type ISE)
- Cours de spécification/conception de systèmes temps réel (type SE)
- Bases de programmation en C

Contenu :

- Architectures matérielles
 - o Le goulot d’étranglement de la mémoire des architectures Harvard/von Neumann à nos jours (banques SDRAM) et mémoires cache
 - o Le partitionnement mémoire par mémoire virtuelle
 - o Structure interne d’un processeur
- Architectures parallèles
 - o Hyper-threading
 - o Multicoeur
 - o Architecture MPSoC hétérogènes
 - o Pluricoeur
- Architectures logicielles
 - o RTOS vs GPOS
- La norme MISRA-C et les métriques de caractérisation du code
- Programmation sur RTOS
 - o Norme POSIX pthread
 - o La norme AUTOSAR classic
 - o Le RTOS VxWorks
 - o La norme ARINC 653

Bibliographie :

E. Grolleau, J. Hugues, Y. Ouhammou, H. Bauer, « Introduction aux systèmes embarqués temps réel, Conception et mise en œuvre », Dunod, 2018

F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, S. Tucci-Piergiovanni, « Systèmes temps réel embarqués - 2e édition, Spécification, conception, implémentation et validation temporelle », Dunod, 2014

Expected competencies:

- Detect problems when porting a program on an embedded target
- Use a Real-Time Operating System (RTOS)
- Safe C programming with MISRA-C
- Implement a real-time system on different types of RTOS
- Translate from a design expressed in an ADL (Architecture Design Language) to different types of RTOS, and know what kind of limits can apply

Prerequisites:

- Architecture and operating systems
- Design of systems using a software life cycle
- Basic C programming

Content:

- Hardware architectures
 - o Parallel architectures (Hyper-threading, multicore, heterogeneous MPSoCs, manycore)
- Software architectures
 - o RTOS vs GPOS
- MISRA-C standard
- Programming on different types of RTOS
 - o POSIX pthread standard
 - o AUTOSAR classic standard
 - o VxWorks
 - o ARINC 653 standard

Recommended reading:

E. Grolleau, J. Hugues, Y. Ouhammou, H. Bauer, « Introduction aux systèmes embarqués temps réel, Conception et mise en œuvre », Dunod, 2018

F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, S. Tucci-Piergiovanni, « Systèmes temps réel embarqués - 2e édition, Spécification, conception, implémentation et validation temporelle », Dunod, 2014