

Programmation Embarquée <i>Programming embedded systems</i>			
Code ECUE <i>Course code:</i> PEM		UE : UE5-2y	
Département <i>Department</i>	IA	Cours <i>Lectures</i>	10h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	E. Grolleau	T.D. <i>Tutorials</i>	10h00
Période <i>Year of study</i>	A3	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	
Semestre <i>Semester</i>	S5	Projet <i>Project</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	1 écrit	Non encadré <i>Unsupervised</i>	
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	Français	Horaire global <i>Total hours</i>	20h00
Type de cours <i>Type of course</i>	Obligatoire	Travail personnel <i>Homework</i>	07h00
Niveau <i>Level of course</i>	Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- Détecter les problèmes potentiels lors du ciblage des programmes embarqués sur différentes architectures matérielles, nécessite les connaissances de :
 - Grandes familles de calculateurs et leurs différences (32 vs 64 bits, utilisation de la pile d'appel, FPU, architectures vectorielles) ;
 - L'impact de l'architecture sur la représentation mémoire (tailles de représentation entiers, alignement sur les mots mémoire, etc.)
 - L'impact des optimisations locales sur la durée d'exécution (mémoires caches, RAM, pipeline, prefetch, etc.)
 - Connaître les spécificités des processeurs multicoeurs et pluricoeurs
- Savoir utiliser un système d'exploitation temps réel (RTOS). Nécessite les connaissances :
 - Généralités sur les systèmes d'exploitation temps réel (RTOS) et leurs grandes différences par rapport aux systèmes généralistes
 - 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.
 - 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 C

Contenu :

- Architectures matérielles
 - Le goulot d'étranglement de la mémoire des architectures Harvard/von Neumann à nos jours (banques SDRAM) et mémoires cache
 - Le partitionnement mémoire par mémoire virtuelle
 - Structure interne d'un processeur
- Architectures parallèles
 - Hyper-threading
 - Multicoeur
 - Architecture MPSoC hétérogènes
 - Pluricoeur

- Architectures logicielles
 - RTOS vs GPOS
- La norme MISRA-C et les métriques de caractérisation du code
- Programmation sur RTOS
 - Norme POSIX pthread
 - La norme AUTOSAR classic
 - Le RTOS VxWorks
 - 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