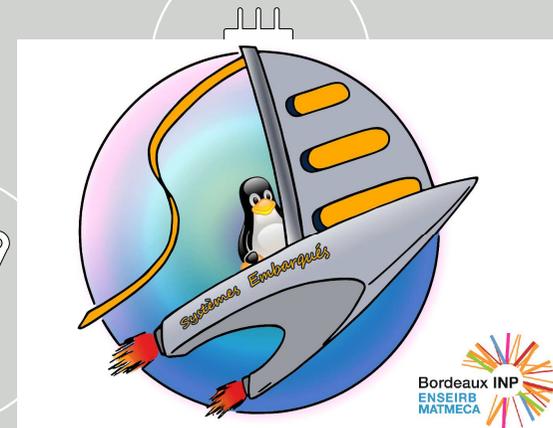
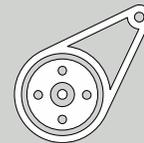
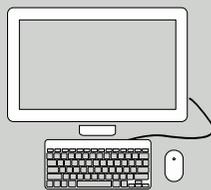
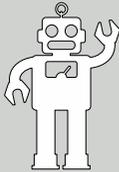


Présentation de l'option Systèmes Embarqués SE

L'option SE, le tremplin vers le monde du numérique !

BORDEAUX
INP Enseirb-
Matmeca



2024-2025

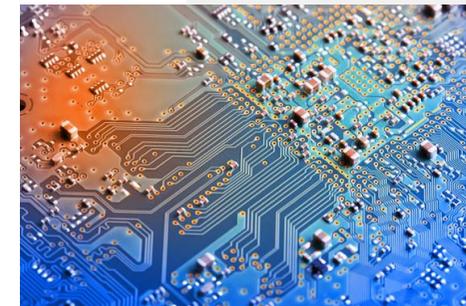
pk 04/24

Dr Ing. Patrice KADIONIK
MCF-EX-HDR

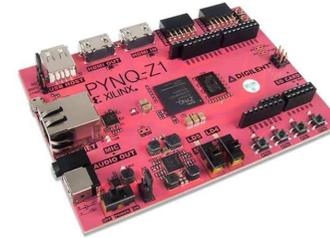
kadionik.enseirb-matmeca.fr/se/

Qu'est-ce que l'embarqué ?

- Un système embarqué est un système électronique et informatique autonome qui est dédié à une tâche bien précise.
- Le système matériel et l'application sont intimement liés et noyés dans le matériel et ne sont pas aussi facilement discernables comme dans un PC classique.



Qu'est-ce que l'embarqué ?



Qu'est-ce que l'embarqué ?

Embedded systems are everywhere!

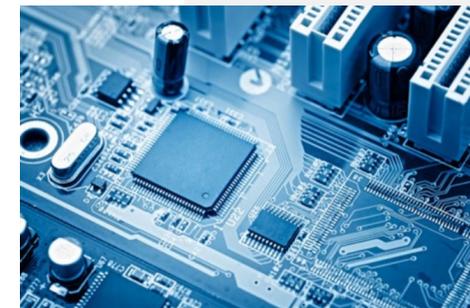
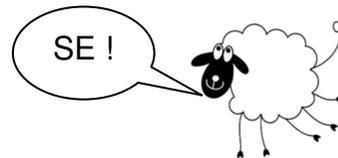
All is embedded!



Introduction

- Créée en 2004, l'option **Systemes Embarqués (SE)** essaye de tenir compte de l'évolution du métier d'ingénieur électronicien dans le domaine du numérique et de l'embarqué. Il s'agit de maîtriser les technologies nécessaires (les **moyens**) au métier d'ingénieur dans l'embarqué aujourd'hui et demain.
- L'approche **systeme** est privilégiée.
- L'option SE vise ainsi l'acquisition de **compétences multiples** : matériel, logiciel, réseaux et sécurité.

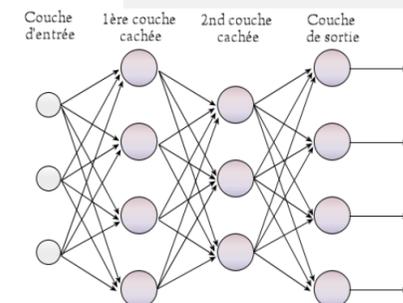
Vous deviendrez le « **mouton à 5 pattes** » !



Introduction



- Le **fil rouge** de l'option SE est la mise en œuvre du **libre : logiciel libre et matériel libre**. Cela en fait une formation unique en France.
- Le contenu pédagogique de l'option SE évolue constamment pour coller au mieux aux évolutions et aux défis technologiques : IoT, IA...
- Nombre de places pour 2024/25 : 24 ?



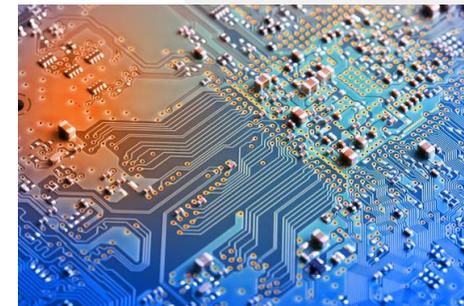
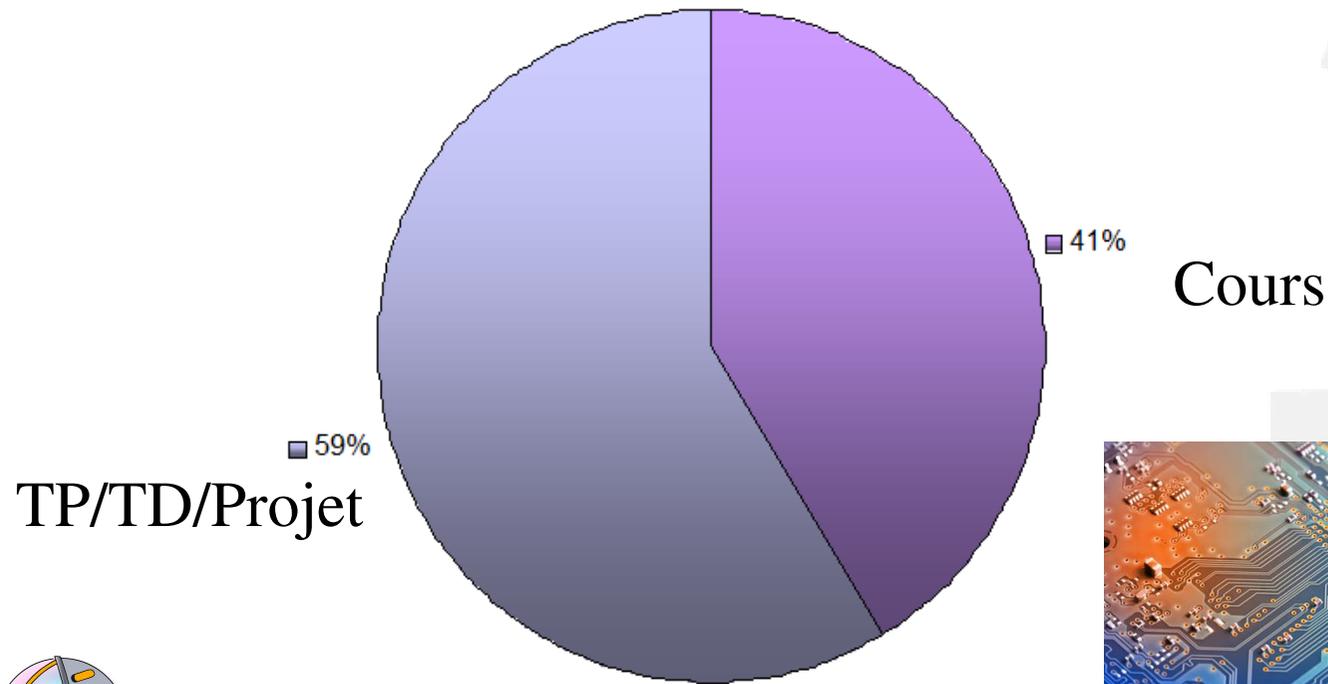
Enseignements

➤ Une part non négligeable de l'enseignement est consacrée à la pratique :

➤ Cours (**savoirs**) : 114 h

➤ TP/TD/Projet (**savoirs faire**) : 166 h

280 h de présentiel



Architecture matérielle et conception conjointe

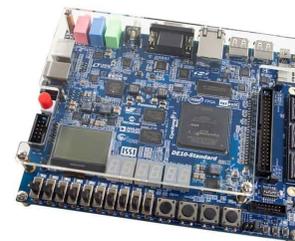
| UE A | INTITULÉS | ECTS |
|-------|--|------|
| ME357 | Conception conjointe matérielle/logicielle. Matériels libres pour l'embarqué | 2 |
| EN325 | Flot de conception numérique avancée | 2 |
| SE301 | Calcul haute performance pour les systèmes embarqués | 2 |

Détails par mots-clés :

- ME357 : codesign, VHDL, FPGA, Xilinx, Intel, Vivado, Quartus Prime, Linux, Xenomai, PC sous Linux, carte Intel DE10-Standard, carte Xilinx ZedBoard
- EN325 : FPGA, High-Level Synthesis HLS, Vivado, Vivado HLS, OpenCL, compression d'image
- SE301 : calcul parallèle, accélération matérielle, CPU, OpenMP, GPU, CUDA, 3D

NEW

- ME357 : 24/25 Nouveau TP codesign/vidéo

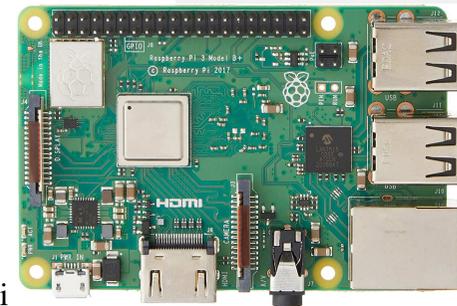


Architecture logicielle et systèmes d'exploitation

| UE B | INTITULÉS | ECTS |
|-------|--|------|
| IT363 | Systèmes embarqués. Logiciels libres pour l'embarqué | 2 |
| IT332 | Systèmes d'exploitation Temps Réel | 2 |
| IT394 | Outils de construction pour l'embarqué | 2 |

Détails par mots-clés :

- IT363 : systèmes embarqués, Linux, Linux embarqué, IoT, HTTP, MQTT, LoRa, LoRaWAN, PC sous Linux, carte Raspberry Pi, carte Raspberry Pi Pico W
- IT332 : systèmes Temps Réel, μ C/OS II, Linux, PREEMPT-RT, Xenomai, programmation Temps Réel, API POSIX, PC sous Linux, carte Blackfin, carte Raspberry Pi
- IT394 : build systems, Linux, Buildroot, Yocto, qemu, PC sous Linux, carte Raspberry Pi

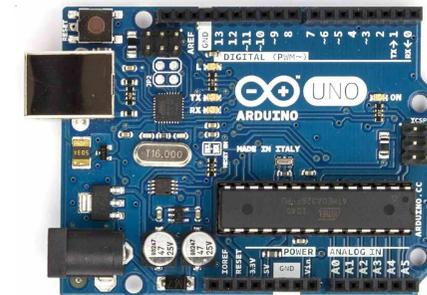


Réseaux et sécurité des systèmes

| UE C | INTITULÉS | ECTS |
|-------|---|------|
| RE304 | Réseaux et services | 1.5 |
| IT352 | Réseaux de capteurs | 2 |
| ME330 | Sécurité matérielle des systèmes et des données | 1 |
| RE305 | Sécurité logicielle des systèmes et des réseaux | 1.5 |

Détails par mots-clés :

- RE304 : architecture des réseaux, évolutions d'Internet, accès au canal de communication, interconnexion des réseaux, QoS
- IT352 : réseau de capteurs, ZigBee, réseau personnel sans fil, station météo, module Xbee, carte Arduino
- ME330 : sécurité des systèmes embarqués, sécurité matérielle et cryptographie appliquée
- RE305 : protocoles réseau, architecture réseau, cloisonnement réseau, Linux, Scapy, PC sous Linux



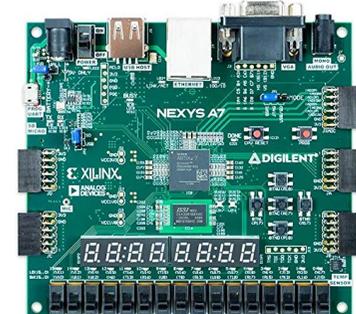
Arduino Uno

Approfondissement

| UE D | INTITULÉS | ECTS |
|-------|--|------|
| IT365 | Java pour l'embarqué. Application pour l'Internet des objets | 1 |
| IT398 | Intelligence Artificielle pour l'embarqué | 2 |
| IT326 | Middleware : développement de pilotes de périphériques | 1 |
| PR310 | Projet avancé en Systèmes Embarqués | 3 |

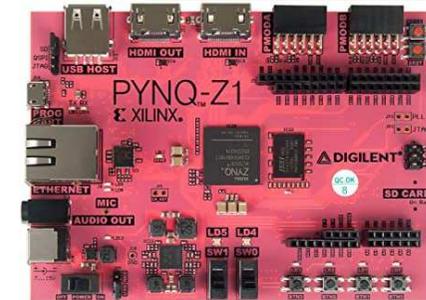
Détails par mots-clés :

- IT365 : langage Java, SDK Java, Java ME, IoT, objet connecté, PC sous Linux, carte Raspberry Pi
- IT398 : intelligence artificielle, machine learning, deep learning, perceptron MLP, CNN, Tensorflow, Keras, numpy, PyTorch, MNIST, CPU, GPU, FPGA, circuits neuromorphiques, System On Chip, Vitis, HLS, HLS4ML
- IT326 : Linux, driver Linux, PC sous Linux, gadget USB
- PR310 : diverses cartes et logiciels...



Projet avancé

- Le projet avancé s'articule autour d'un sujet de l'embarqué. Il permet la mise en pratique (la **finalité**) des enseignements suivis :
 - Conception matérielle, codesign, HLS, FPGA...
 - Informatique embarquée, IoT, IA...
 - Traitement du signal pour l'embarqué...
- Un étudiant chef de projet coordonne une équipe de 4 étudiants.
- La soutenance se fait en anglais.



Pynq

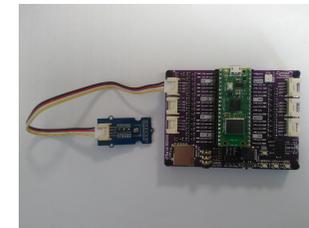
Projet avancé et PFE

Liste des sujets de projet avancé 2023/24 :

- RT Projet Aff3ct. Codes correcteurs
- Création d'un processeur RISC-V
- Modification du processeur RISC-V CVA6
- Langage HDL SystemVerilog sur décodeur Viterbi
- Codesign sur carte Intel DE10-Standard avec FPGA Cyclone V
- Codesign sur carte Avnet ZuBoard avec FPGA MPSoC 1CG

• Page réservée d'offres de PFE et d'offres d'emploi :

- 24 offres de stage pour 2023/24
- 19 offres de stage pour 2022/23
- 44 offres de stage pour 2021/22



Débouchés professionnels

➤ L'insertion professionnelle est rapide comme ingénieur dans les domaines de l'électronique et l'informatique embarquées :

➤ Grandes entreprises

➤ PME

➤ ESN (anciennement SSII)

➤ ENL (anciennement SSLL)

➤ La poursuite d'étude en thèse de doctorat est possible.

SSII : Société de Services en Ingénierie Informatique

ESN : Entreprise de Services du Numérique

SSLL : Société de Services en Logiciel Libre

ENL : Entreprise du Numérique Libre



Devenir des dernières promotions

➤ Promotion 22-23 (11 réponses) :

➤ Moyenne : 38 k€ bruts ($\sigma = 2,9$ k€)

➤ Minimum : 35 k€

➤ Maximum : 43 k€

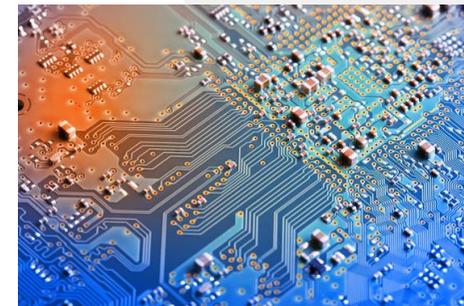
➤ 2 salaires à 62 k€ en Allemagne (mis hors statistiques) !!!

➤ Promotion 21-22 (8 réponses) :

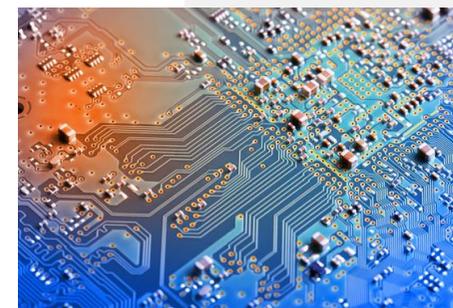
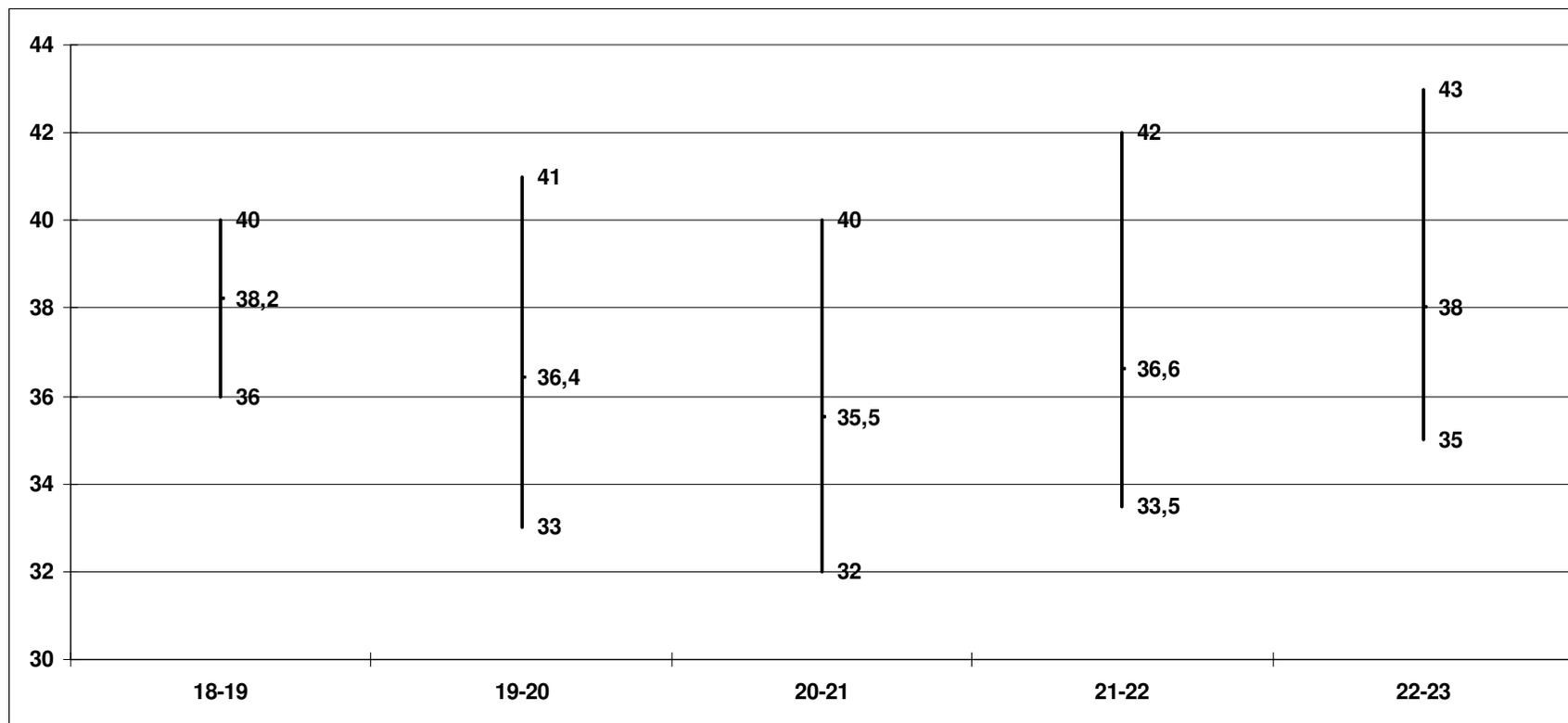
➤ Moyenne : 36,6 k€ bruts ($\sigma = 2,7$ k€)

➤ Minimum : 33,5 k€

➤ Maximum : 42 k€



Devenir des dernières promotions



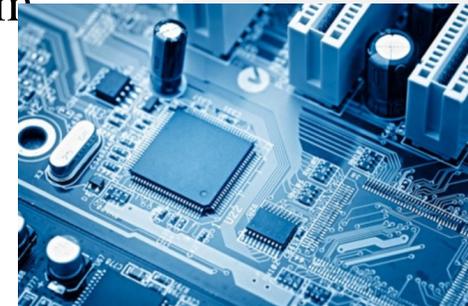
Devenir des dernières promotions

Entreprises :

- Grands groupes : Atos, Thalès, Airbus, NXP, ARM, SNCF, Nokia, Leica...
- ESN/ENL : Capgemini, Akka Technologies, Atlantic Group, CGI, Axileo, Elsys Design, Atos, SII, Vector...
- PME : Arelis, Nalys, Celad, Axileo, Trustonic, TinyAI, BayBridgeDigital, Novasparks, Vegetal Signals, Ausy, Baylibre, Tehtris, Insight, Serma, TDM, Inetum, Hexa-H, Avisto Telecom, MBDA, Dunasys, AW2S...

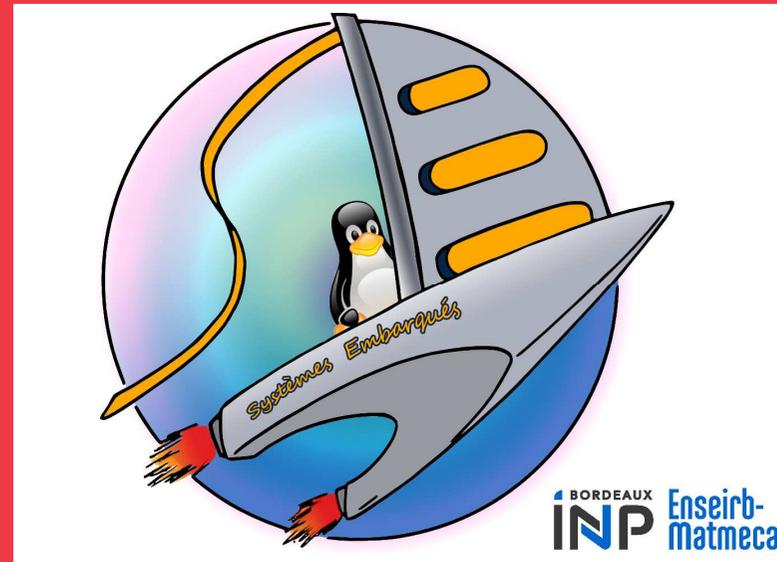
Lieux de travail :

- Bordeaux, Toulouse, Brest, Valbonne, Nice, Cholet, Viré, Rosny-sous-Bois, Nice, Nantes, Sèvres, Palaiseau, Gradignan, Cagnes sur mer, Cannes, Valbonne, Paris, Gennevilliers, Bruxelles, Mannheim



Questions ?

L'option SE, le tremplin vers le monde du numérique !



kadionik.enseirb-matmeca.fr/se/

#ENSEIRB #EMMK #systèmes_embarqués #option_se #SE