



**HAL**  
open science

## Linux embarqué

Arthur Bouché, Vincent Le Cam, Laurent Lemarchand

► **To cite this version:**

Arthur Bouché, Vincent Le Cam, Laurent Lemarchand. Linux embarqué. École d'ingénieur. France. 2023. hal-04446110

**HAL Id: hal-04446110**

**<https://hal.science/hal-04446110>**

Submitted on 8 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

# Formation PEGASE 3 et Linux Embarqué

---

**Vincent LE CAM, Arthur BOUCHE, Laurent LEMARCHAND, Quentin BOSSARD**

14 octobre 2021

Université Gustave Eiffel - Campus de Nantes - [vincent.le-cam@univ-eiffel.fr](mailto:vincent.le-cam@univ-eiffel.fr)

## L'Université Gustave Eiffel :

- Fusion au 1er janvier 2020 : Université Paris Est (UPEM) + Institut national de recherche en génie civil et transport (IFSTTAR)
- Campus de Nantes : 350 agents chercheurs, ingénieurs, techniciens, thésards, post-doc, stagiaire
- Enseignement et recherche pluridisciplinaire : Mécanique, Géotechnique, Electronique/Instrumentation, Informatique, Chimie/Environnement...
- U.G.E dpt COSYS Labo SII : Structures et Instrumentation Intégrée



## L'Université Gustave Eiffel :

- Contrôle Non Destructif
- Structural Health Monitoring
- Maintenance temps réel et prédictive
- Capteurs intelligents, sans-fil, synchrones,...
- Voir <https://www.sii.ifsttar.fr/>



Comprendre et manipuler le linux embarqué n'est pas un art mineur (simple mimétisme) mais **un art majeur** (besoin d'une expertise.)

Maitriser les processus (interruptions notamment) est un enjeu de l'IOT et des SmartSensors compte tenu des bandes passantes wireless limitées.

## Objectifs globaux :

- Savoir appréhender un système à Linux embarqué représentatif : PEGASE 3
- Cross compiler : configurer et compiler son propre noyau, flasher, booter, mettre à jour...
- Développer ses propres applications
- Développer les drivers du noyau Linux suivant le principe des Device Tree : être à l'aise avec notion Kernel / User space, les DTS, les interruptions,...
- Savoir positionner les enjeux soft/drivers pour un développement d'application métier

## Journée 1 : travailler sur cible Linux

- Découvrir la cible P3 : liaison PC/P3 , config réseau...
- Configurer et cross-compiler **son** propre noyau Linux. Flasher, booter : bootloader...
- Les paquets et les services
- Cross compiler ses applications C : pilotage GPIO (led), file descriptor en général...

## Journées 2 et 3 : les drivers

- Théorie et généralités sur les drivers
- Cross-compiler et manipuler un driver (.ko)
- Implémenter les principales fonctions : open/close read/write ioctl
- Changement d'espaces user/kernel space
- **Appréhender les Device Tree**
- **Piloter un port : gérer les interruptions !** sous lecture bloquante
- Aller plus loin : com inter drivers, paramétrage etc

## Sommaire détaillé (suite) :

### Journée 4 : développer une application globale faisant appel à l'ensemble des notions

- découvrir l'accéléromètre MEMs embarqué de P3
- compléter le Device Tree pour ce périphérique
- développer le driver et l'application exploitant l'accéléromètre
- *industrialiser* l'application : mise en paquet, automatisme service...

### Référence /expérience :

- **Entreprises** : SNCF, CEREMA, Sixense, Vinci, CEA,...
- **Académiques** : Université de Nantes, Polytech, ESEO Angers, ...



UNIVERSITÉ DE NANTES



## Tour de table

- Qui est qui ? parcours / contexte ?
- Quel est votre niveau en Linux ? Linux embarqué ? driver/kernel ?...
- Quelles attentes de cette formation ?

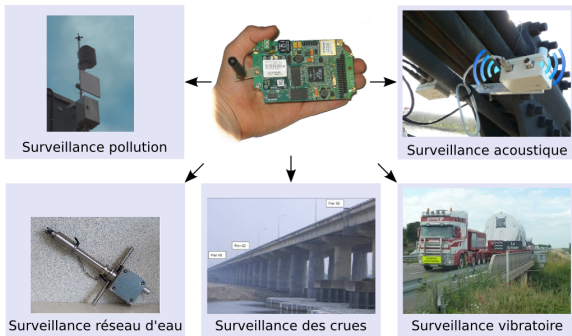




Quelques présentations contextuelles (30mn / 1h) :

- Présentation *Electronique et Ouvrages d'Art*
- La plateforme PEGASE 3
- Application : surveillance Acoustique des Câbles

## PEGASE - Contrôle **Non Destructif**



Les journées se dérouleront sur le site du campus de Nantes de l'Université Gustave Eiffel de 9h à 17h30. Les frais déplacements et de restauration seront pris en charge par la société en formation