

# Formation Linux : Construire et installer une plateforme Linux pour système embarqué

1<sup>er</sup> jour

## Introduction à la formation Linux

### Architecture de Linux

- Linux
  - Histoire
  - Gestion de version
- Les diverses licences utilisées par Linux (GPL, LGPL, etc)
- Distributions Linux
- Architecture et modularité de Linux

### Les chaînes de compilation croisée

- Chaînes de compilation croisée pré-compilées
- Outils de génération de chaînes de compilation croisée
  - Crosstool-ng
  - Buildroot
- Compilation manuelle de chaîne de compilation croisée

*Exercice : Construction d'une chaîne de compilation croisée avec Crosstool-ng*  
*Les outils Linux pour l'embarqué*

- Les bootloaders (Uboot, Redboot, barebox)
- Les bibliothèques adaptées à l'embarqué (eglibc, uClibc)
- Les IHM adaptées à l'embarqué
- Busybox

### Le boot loader U-Boot

- Introduction à U-Boot
- Booter la carte à travers U-Boot
  - Booter depuis la NOR
  - Booter depuis la NAND
  - Booter depuis la eMMC
- Variables d'environnement d'U-Boot
  - Variables définies par l'utilisateur
  - Variables prédéfinies
  - Substitution de variable
- Le shell U-Boot minimal
  - Ecrire des scripts dans des variables
  - Exécuter des scripts
  - Utiliser des variables dans des scripts : le patron set-script
- Principales commandes d'U-Boot
- Booter un OS

- Accéder aux flashes
- Accéder aux systèmes de fichier (NFS, FAT, EXT<sub>x</sub>, JFFS2...)
- Le shell U-Boot complet
  - Structure du script
  - Instructions de contrôle (if, for...)

**Exercice:** *Ecrire un script qui configure le réseau et passe cette information au noyau*

Linux

**Exercice:** *Booter la carte en NFS, en utilisant des images pré-existantes*

**Exercice:** *Ecrire des scripts pour choisir entre booter depuis la flash ou le réseau*

2<sup>ème</sup> jour

## Créer le noyau Linux embarqué

- Télécharger un code source stable
  - Obtenir une tarball
  - Utiliser GIT
- Configurer le noyau
- Compiler le noyau et ses modules
  - Modules internes aux sources de Linux (in-tree)
  - Modules externes aux sources (out-of-tree)
- Installer le noyau et les modules

**Exercice:** *Configurer et compiler un noyau pour la carte cible*

### Le BSP Linux

- Architecture du BSP Linux
  - Structure générale
  - Le BSP ARM
  - Le système de compilation de Linux
- Définir et initialiser la carte
  - Programmiquement (platform, i2c, spi, ...)
  - En utilisant le Flattened Device Tree

**Exercice:** *Créer un BSP minimal pour la carte cible*

Créer un système de fichier racine

- Paquetages
  - Divers systèmes de compilation de paquetages (autotools, CMake, ...)
  - Compiler un paquetage en croisée
- Les applications tout-en-un
  - Busybox, les utilitaires basiques
  - Dropbear: communications cryptées(ssh)
- Construire manuellement son système de fichier racine

- Fichiers de périphérique, programmes et bibliothèques
- Fichiers de configuration (réseau, udev, ...)
- Installer des modules
- Chercher et installer les bibliothèques dont on a besoin
- Tester la cohérence et la complétude du système de fichier

**Exercice:** Configurer et compiler Busybox et Dropbear

**Exercice:** Créer un système de fichier racine minimal en utilisant Busybox et Dropbear

## Le boot de Linux

- Paramètres du noyau Linux
- La séquence de démarrage de Linux
- Divers systèmes d'initialisation (busybox init, system V init, systemd)
- Démarrer automatiquement un système embarqué

**Exercice:** Booter Linux en démarrant automatiquement une application utilisateur

## 3<sup>ème</sup> jour

### Systemes de fichier embarqués

- Interfaces de stockage
  - Périphérique bloc MTD
- Mémoires flash et MTDs Linux
  - flash NOR
  - flash NAND
  - flash ONENAND
- Les divers formats de système de fichier pour flash
  - JFFS2, YAFFS2, UBIFS
- Systèmes de fichier en lecture seule
  - CRAMFS, SQUASHFS
- Ramdisks et initrd
  - Créer un initramfs
  - Booter à travers un initramfs
- Choisir les bons formats de système de fichier
- Flasher le système de fichier

**Exercice:** Construire un système de fichier racine de type initrd

### Buildroot

- Fonctionnement
  - Configuration de la chaîne de compilation
  - Sélection de paquetages
  - Configuration système (port série, remplissage de /dev, ...)
  - Configuration du noyau et du boot-loader
  - Construire une image de système de fichier

- Adaptation
  - Utiliser une chaîne de compilation pré-compilée
  - Ajouter un patch à un paquetage existant
  - Ajouter un nouveau paquetage
  - Utiliser un squelette de rootfs customisé

**Exercice:** Construire un système de fichier racine avec Buildroot

## 4<sup>ème</sup> jour

### Introduction à Yocto

- Présentation de Yocto
  - Histoire
  - Yocto, Open Embedded et Poky
  - Objectif du projet Yocto
  - Les principaux projets
- Architecture Yocto
  - Aperçu
  - Recettes et classes
  - Les tâches

**Exercice:** Exercice : Utiliser les commandes bitbake pour compiler des packages et des images

### Structure des recettes du package Yocto

- Objectifs du système de compilation
  - Construire des images déployables
  - Couches et priorités de couches
  - Mise en page de l'annuaire
  - layout des dossiers
  - Fichiers de configuration (local, machine et distribution)
  - L'outil bitbake
- Ajouter un nouveau layer
  - Structure de la couche (Layer)
  - Différents types de couches (Layer)

**Exercice:** Ajouter un nouveau layer

**Exercice:** Ajouter une nouvelle recette

## 5<sup>ème</sup> jour

### Linux temps-réel

- solutions temps-réel pour Linux
  - xenomai
  - patch rt preempt
- architecture de Xenomai
  - co-kernel

- skins
- drivers RTDM
- architecture de Xenomai
  - installer Xenomai
  - cross-compiler une application Xenomai

**Exercice:** *installer Xenomai 3.x*

**Exercice:** *mesurer les temps de latence*

**Exercice:** *cross-compiler une application Xenomai*

Le BSP U-Boot

- Portage de U-Boot
  - Structure de code source U-Boot
  - Ajouter une nouvelle carte aux sources U-Boot
  - Drivers U-Boot (RS232, réseau, flash, SD / MMC)
  - Démarrage U-Boot et initialisation de la carte

**Exercice:** *Création d'un BSP dans U-Boot et configuration du code d'initialisation*

Nous contacter:  
Doussou Formation  
Email: [info@doussou-formation.com](mailto:info@doussou-formation.com)  
<http://doussou-formation.com>

