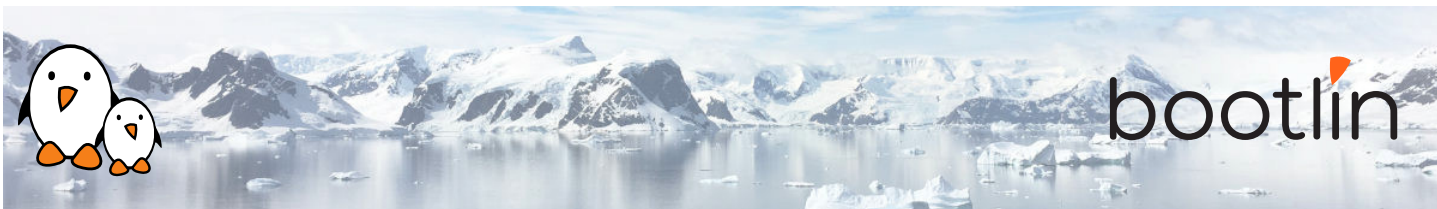


# Formation Comprendre la stack audio sous Linux embarqué

Séminaire en ligne, 4 sessions de 4 hours

Dernière mise à jour : 21 June 2024

<b>Titre</b>	<b>Formation Comprendre la stack audio sous Linux embarqué</b>
<b>Objectifs opérationnels</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Être capable de comprendre les bases de la théorie audio : analogique vs. numérique, échantillonnage, formats audio, composants matériels audio</li><li>• Être capable de comprendre l'architecture de ASoC, le sous-système du noyau Linux pour les périphériques audio des systèmes embarqués, le rôle des différents drivers et la représentation Device Tree correspondante</li><li>• Être capable d'écrire un Device Tree décrivant la topologie des composants matériels audio dans un système Linux embarqué</li><li>• Être capable d'utiliser des possibilités de routage audio avancées, la gestion de l'énergie audio et des composants audio complexes tels que les périphériques auxiliaires et les amplificateurs</li><li>• Être capable de configurer les composants ALSA en espace utilisateur et les widgets ALSA</li><li>• Être capable de mettre en oeuvre les différentes APIs en espace utilisateur pour la lecture et l'enregistrement audio, ainsi que le serveur audio PipeWire et le framework multimedia GStreamer</li></ul>
<b>Durée</b>	<b>Quatre</b> demi-journées - 16 h (4 h par demi-journée)
<b>Méthodes pédagogiques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Présentations animées par le formateur, par visioconférence. Les participants peuvent poser des questions à tout instant.</li><li>• Démonstrations pratiques réalisées par le formateur, par vidéoconférence. Les participants peuvent poser des questions à tout instant.</li><li>• Messagerie instantanée pour questions entre les sessions (réponse sous 24h, hors week-end et jours fériés)</li><li>• Version électronique des supports de présentation, des instructions et des données de travaux pratiques. Les supports sont librement disponibles sur <a href="https://bootlin.com/doc/training/audio">https://bootlin.com/doc/training/audio</a>.</li></ul>
<b>Formateur</b>	Un des ingénieurs mentionnés sur : <a href="https://bootlin.com/training/trainers/">https://bootlin.com/training/trainers/</a>



<b>Langue</b>	Présentations : Français Supports : Anglais
<b>Public visé</b>	Ingénieurs qui ont besoin d'une compréhension en détail des concepts audio, des composants matériels utilisés pour l'audio dans les systèmes embarqués et du fonctionnement de la stack audio sous Linux.
<b>Pré-requis</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Connaissance et pratique des commandes UNIX ou GNU/Linux</b> : les participants doivent être à l'aise avec l'utilisation de la ligne de commande Linux. Les participants manquant d'expérience sur ce sujet doivent se former par eux-mêmes, par exemple en utilisant nos supports de formation disponible à l'adresse <a href="http://bootlin.com/blog/command-line/">bootlin.com/blog/command-line/</a>.</li><li>• <b>Expérience minimale en développement Linux embarqué</b> : les participants doivent avoir une compréhension minimale de l'architecture d'un système Linux embarqué : rôle du noyau Linux par rapport à l'espace utilisateur, développement d'applications espace utilisateur en C. Suivre la formation <i>Linux embarqué</i> de Bootlin, disponible sur <a href="http://bootlin.com/training/embedded-linux/">bootlin.com/training/embedded-linux/</a>, permet de remplir ce pré-requis.</li><li>• <b>Niveau minimal requis en anglais : B1</b>, d'après le <i>Common European Framework of References for Languages</i>, pour nos sessions animées en anglais. Voir <a href="http://bootlin.com/pub/training/cefr-grid.pdf">bootlin.com/pub/training/cefr-grid.pdf</a> pour une auto-évaluation.</li></ul>
<b>Équipement nécessaire</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ordinateur avec le système d'exploitation de votre choix, équipé du navigateur Google Chrome ou Chromium pour la conférence vidéo.</li><li>• Une webcam et un micro (de préférence un casque avec micro)</li><li>• Une connexion à Internet à haut débit</li></ul>
<b>Modalités d'évaluation</b>	Seuls les participants qui auront assisté à l'intégralité des journées de formation, et qui auront obtenu plus de 50% de réponses correctes à l'évaluation finale recevront une attestation individuelle de formation de la part de Bootlin.
<b>Handicap</b>	Les participants en situation de handicap qui ont des besoins spécifiques sont invités à nous contacter à l'adresse <a href="mailto:training@bootlin.com">training@bootlin.com</a> afin de discuter des adaptations nécessaires à la formation.



## 1<sup>ère</sup> demi-journée

### Cours - Représentation audio numérique

- Qu'est-ce que le son ?
- Théorie de l'échantillonnage
- Taille des échantillons, fréquence d'échantillonnage
- Formats audio : I2S, LJ, RJ, DSPA, DSPB
- AC97
- IEC 61937 (S/PDIF and HDMI)
- PDM

*Introduction des notions de base utilisées pour représenter des ondes audio.*

### Cours - Matériel

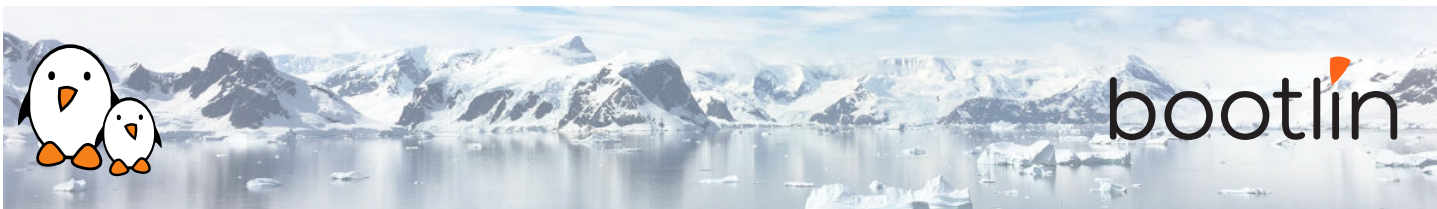
- Signaux
- Interfaces audio numériques sur les System-on-chip
- Interfaces audio numériques sur les codecs audio
- Amplificateurs
- Horloges et fournisseurs d'horloges

*Présentation du matériel impliqué dans la lecture ou l'enregistrement audio.*

### Cours - Le sous-système ASoC du noyau Linux

- ASoC : le sous-système ALSA pour les System-on-chip dans le noyau Linux
- Description des cartes audio dans le Device Tree : *audio-graph-card*, *simple-audio-card*
- Drivers dans le noyau Linux pour les cartes audio
- Drivers dans le noyau Linux pour les codecs audio
- Contrôles audio dans le kernel
- Drivers dans le noyau Linux pour les interfaces audio des System-on-chip

*Introduction au sous-système du noyau Linux pour la gestion audio dans les systèmes embarqués.*



## 2<sup>ème</sup> demi-journée

### Cours - Mécanismes supplémentaires du noyau Linux relatifs à l'audio

- *regmap, regcache*
- Support DMA

*Présentation des mécanismes du noyau Linux couramment utilisés en lien avec le support audio.*

### Cours - Autres composants audio

- Périphériques auxiliaires, amplificateurs, muxing
- Détection Jack
- Convertisseur de fréquence d'échantillonnage asynchrone

*Présentation de composants supplémentaires utilisés pour certaines cartes audio.*

### Cours - Routage

- Routage de flux audio
- DAPM : *Dynamic Audio Power Management*

*Présentation du routage audio et de la gestion d'énergie pour l'audio.*

## 3<sup>ème</sup> demi-journée

### Cours - Espace utilisateur et configuration matérielle

- Plug-ins ALSA
- *asound.conf*
- Configuration de cartes son en espace utilisateur

*Configuration des chemins et effets audio depuis l'espace utilisateur.*

### Démo - Exemples de configuration de cartes audio

- Changement d'ordre des canaux audio
- Séparation de canaux audio
- Ré-échantillonnage
- Mixing
- LADSPA

*Mise en oeuvre des plug-ins ALSA*



### Cours - Espace utilisateur et configuration des contrôles audio

- *amixer*
- *alsamixer*
- API en espace utilisateur
- Sauvegarde de l'état des contrôles : *alsactl*, *asound.state*

*Configuration des chemins et effets audio depuis l'espace utilisateur.*

### Démo - Configuration des contrôles

- Démonstration de *alsamixer*
- Exemples de fichiers *asound.state*
- Application custom

*Configuration des contrôles de cartes audio.*

### Cours - Espace utilisateur : lecture et enregistrement audio

- API de ALSA en espace utilisateur

*Lecture et enregistrement de samples audio*

## 4<sup>ème</sup> demi-journée

---

### Cours - Résolution de problèmes

- Résolution de problèmes courants
- *vizdpm*

*Présentation de la résolution de problèmes courants.*

### Démo - Résolution de problèmes

- Exemples de problèmes courants et leur résolution.



### Cours - Pipewire

- Introduction à Pipewire
- Configuration de Pipewire
- Outils autour de Pipewire (pwdump, pw-cli, ...)
- Gestion de session et de *policy* avec Pipewire
- Modules de Pipewire et filtrage
- *WirePlumber*

*Utiliser Pipewire comme serveur audio.*

### Démo - Pipewire

- Lancer pipewire sur une cible embarquée
- Inspecter la configuration et les propriétés
- Routage dynamique et *patchbay*
- Utilisation des modules et de *Filter-Chain*

*Utiliser Pipewire et des configurations avancées.*

### Cours - Le framework multimedia GStreamer

- *GStreamer*
- Pipelines GStreamer
- Plugins GStreamer

*Utiliser GStreamer pour la lecture et l'enregistrement audio.*

### Démo - GStreamer

- Lancer gstreamer sur une cible embarquée
- Créer différents pipelines

*Exécuter Gstreamer et utiliser différents pipelines audio.*