

**VILLE DE LIÈGE**

**Institut de Technologie  
Enseignement de Promotion sociale**

Année académique 2021 – 2022

**Développement d'un codec audio AAC :  
optimisation de l'algorithme MDCT  
pour l'architecture ARM**

Étudiante :

**Laura Binacchi**

Lieu de stage :

**EVS Broadcast Equipment**

Rue du Bois Saint-Jean 13, 4102 Ougrée

Maître de stage :

**Bernard Thilmant**

Software Engineer

Épreuve intégrée présentée pour l'obtention du diplôme de  
**BACHELIER.E EN INFORMATIQUE ET SYSTÈMES**  
**FINALITÉ : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE**

## Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 EVS Broadcast Equipment</b>	<b>2</b>
1.1 Présentation d'EVS et du département R&D . . . . .	2
1.2 Le serveur XT . . . . .	2
<b>2 L'encodage audionumérique : généralités</b>	<b>4</b>
2.1 Le son . . . . .	4
2.2 La numérisation d'un signal . . . . .	4
<b>3 Les codec audio</b>	<b>4</b>
3.1 Définition d'un codec . . . . .	4
3.2 Historique des normes MPEG . . . . .	4
<b>4 Le codec AAC</b>	<b>4</b>
4.1 Présentation générale . . . . .	4
4.2 Le bloc MDCT . . . . .	4
<b>5 Développement de la MDCT</b>	<b>4</b>
5.1 Formule mathématique . . . . .	4
5.2 Fenêtre utilisée (autres paramètres ?) . . . . .	4
5.3 Algorithme de référence . . . . .	4
<b>6 Optimisations algorithmiques</b>	<b>4</b>
6.1 Appel à un algorithme de FFT (nombres complexes) . . . . .	4
6.2 Réduction de la fenêtre d'entrée . . . . .	4
6.3 Arithmétique fixed point . . . . .	4
<b>7 Optimisations à l'architecture ARM</b>	<b>4</b>
7.1 Spécificités de l'architecture ARMv8 . . . . .	4
7.2 Utilisation de la FFT de la librairie Ne10 . . . . .	4
7.3 Utilisation des fonctions Neon SIMD (intrinsic) . . . . .	4
<b>8 Résultats</b>	<b>4</b>
8.1 Protocole de validation . . . . .	4
8.2 Gain en performance . . . . .	4
8.3 Perte de précision . . . . .	4
<b>Conclusion</b>	<b>5</b>
<b>Références</b>	<b>5</b>

## Remerciements

## Introduction

Développement d'une solution de software embarqué sur processeur ARM pour encodage audio AAC optimisé aux applications d'EVS :

- Prise de connaissance de l'encodage AAC et de l'environnement EVS qui utilise ce type de format ;
- Prise de connaissance des résultats des optimisations possibles du modèle psycho-acoustique développé par EVS ;
- Développement du code en C ou Assembleur pour l'encodage AAC sur plateforme ARM ;
- Test du système et documentation de son implémentation.s possibles du modèle psycho-acoustique développé par EVS ;
- Développement du code en C ou Assembleur pour l'encodage AAC sur plateforme ARM ;
- Test du système et documentation de son implémentation.

Ce travail commencera par une présentation d'EVS et du département dans lequel j'ai effectué mon stage. Parmi les nombreux produits d'EVS, je présenterai brièvement le serveur XT-VIA pour lequel le codec AAC a été spécifiquement développé.

# 1 EVS Broadcast Equipment

## 1.1 Présentation d'EVS et du département R&D

Mon stage s'est déroulé au siège principal d'EVS Broadcast Equipment dans le parc scientifique du Sart Tilman. EVS est une entreprise d'origine liégeoise devenue internationale. Fondée en 1994 par Pierre L'Hoest, Laurent Minguet et Michel Counson, EVS compte aujourd'hui plus de 600 employés dans plus de 20 bureaux à travers le monde mais son siège principal se situe toujours à Liège.



FIGURE 1 – Logo de la société EVS Broadcast Equipment[1]

EVS est devenu leader dans le monde du broadcast avec ses serveurs permettant l'accès et la diffusion instantanée des données audio-visuelles enregistrées sur ses serveurs. L'entreprise est également célèbre pour ses ralentis instantanés. Ces technologies sont utilisées pour la production live des plus importants événements sportifs dans le monde : le matériel EVS est notamment utilisé pour la retransmission des Jeux Olympiques depuis 1998.

Plus de 50% des employés d'EVS travaillent en recherche et développement afin de répondre au marché du broadcast en constante évolution. Outre ses solutions techniques innovantes, EVS se différencie de ses concurrents par la proximité entretenue avec les clients en leur proposant des solutions à l'écoute de leurs besoins et en leur offrant un service de support de qualité.

C'est en R&D, dans l'équipe Hardware-Firmware, que s'est déroulé mon stage. Sous la direction de Justin Mannesberg, cette équipe se compose d'une vingtaine d'employés spécialisés en développement embarqué et en développement FPGA. La situation particulière dans laquelle s'est déroulé mon stage, en pleine pandémie de Covid et alors que tous les employés étaient confinés, ne m'a pas permis d'interagir avec beaucoup de membres de l'équipe et ni de pouvoir observer leur travail. Bernard Thilmant (Software Engineer dans l'équipe Hardware-Firmware) a cependant réussi à m'apporter le soutien nécessaire à la bonne réalisation de mon stage : il m'a permis de m'initier au C++, m'a aidée à ne pas me perdre dans les concepts parfois complexes de l'encodage audio et m'a aidée à apporter la rigueur scientifique nécessaire à la réalisation de mon travail. J'ai également pu bénéficier de l'expertise technique de Frédéric Lefranc (Principal Embedded System Architect dans l'équipe Hardware-Firmware) ainsi que du suivi de Justin Mannesberg (Manager de l'équipe Hardware-Firmware).

## 1.2 Le serveur XT

EVS développe et commercialise de nombreux produits allant des serveurs de production aux interfaces permettant d'exploiter des données audio-visuelles ou de monitorer des systèmes de production[2]. Le serveur de production live XT est un des produits emblématiques d'EVS. Il permet de stocker de grandes quantités de données audio-visuelles et d'y accéder en temps réel afin de répondre aux besoins de la production en live. Par exemple, la remote LSM (*Live Slow Motion*) permet d'accéder aux contenus des serveurs XT afin de créer les ralentis pour lesquels EVS est célèbre dans le monde.



FIGURE 2 – Vues avant et arrière (en configuration IP) de l'XT-VIA[2]

Le serveur XT a connu plusieurs versions : XT, XT2, XT2+, XT3 et enfin l'XT-VIA. L'XT-VIA, la plus récente version du serveur XT, en quelques informations clés[2] :

- offre un espace de stockage de 18 à 54 TB, soit plus de 130h d'enregistrement en UHD-4K ;
- dispose de 2 à plus de 16 canaux selon le format choisi : 2 canaux en UHD-8K (4320p), 6 canaux en UHD-4K (2160p) et plus de 16 canaux en FHD and HD (720p, 1080i, 1080p) ;
- permet une configuration hybride de ses entrées et sorties en IP (10G Ethernet SFP+, 100G en option, ST2022-6, ST2022-7, ST2022-8, ST2110, NMOS IS-04, IS-05, EMBER+, PTP) ou SDI (1.5G-SDI, 3G-SDI et 12G-SDI) ;
- supporte de nombreux formats d'encodage vidéo : UHD-4K (XAVC-Intra et DNxHR), HD/FHD (XAVC-I, AVC-I, DNxHD et ProRes), PROXY (MJPEG et H264) ;
- peut enregistrer 192 audio tracks non compressés et supporte les standards AES et MADI ;
- offre de nombreuses possibilités de connection avec du matériel EVS ou non.

C'est pour la dernière génération du serveur XT, l'XT-VIA, que le codec AAC est développé. La compression avec perte de données de ce codec permet d'optimiser l'espace occupé par les données audio sans en altérer la qualité perçue. Outre la qualité audio, les performances de l'encodage sont importantes à prendre en compte pour permettre l'enregistrement de plusieurs canaux en parallèle tout en conservant un traitement de l'information qui tienne le temps réel. L'optimisation des performances doit tenir compte de l'architecture de l'XT-VIA : l'architecture ARM Neon remplace l'architecture Intel x86 de ses prédécesseurs avec des différences importantes dans les fonctions intrinsèques.

## **2 L'encodage audionumérique : généralités**

### **2.1 Le son**

### **2.2 La numérisation d'un signal**

## **3 Les codec audio**

### **3.1 Définition d'un codec**

### **3.2 Historique des normes MPEG**

## **4 Le codec AAC**

### **4.1 Présentation générale**

### **4.2 Le bloc MDCT**

## **5 Développement de la MDCT**

### **5.1 Formule mathématique**

### **5.2 Fenêtre utilisée (autres paramètres?)**

### **5.3 Algorithme de référence**

## **6 Optimisations algorithmiques**

### **6.1 Appel à un algorithme de FFT (nombres complexes)**

### **6.2 Réduction de la fenêtre d'entrée**

### **6.3 Arithmétique fixed point**

## **7 Optimisations à l'architecture ARM**

### **7.1 Spécificités de l'architecture ARMv8**

### **7.2 Utilisation de la FFT de la librairie Ne10**

### **7.3 Utilisation des fonctions Neon SIMD (intrinsic)**

## **8 Résultats**

### **8.1 Protocole de validation**

### **8.2 Gain en performance**

### **8.3 Perte de précision**

## Conclusion

## Références

- [1] Wikipedia, “Evs broadcast equipment.” [<https://evs.com>], consulté le 21 avril 2022.
- [2] Wikipedia, “Page de présentation des produits commercialisés par evs broadcast equipment.” [<https://evs.com/products/live-production-servers/xt-via>], consulté le 21 avril 2022.