

N° d'ordre : D -

**THESE**

présentée

devant l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes

en vue de l'obtention du

**DOCTORAT**

spécialité :

par M \_\_Brahim FARHAT\_\_

Intitulé : Conceptions matérielles efficaces pour des nouveaux outils du standard VVC pour les plates-formes ASIC

Directeur de Thèse : Daniel MENARD

Date, heure et lieu de soutenance : 31/05/2022 – 10h00 – INSA Rennes – Amphi GCU

Membres du jury (nom, prénom, titre et établissement de rattachement, fonction)

Fernando PESCADOR ,Professeur ,Université Polytechnique de Madrid (UPM)

Virginie FRESSE, Maître de conférences , Université Jean Monet Saint-Etienne

Dominique GINHAC, Professeur , Université de Bourgogne

François BERRY, Professeur , Université Clermont Auvergne

Daniel MENARD , Professeur , INSA Rennes

Wassim HAMIDOUCHE , Maître de conférences , INSA Rennes

Adrien GRILL , Ingénieur R&amp;D , VITEC

Olivier DEFORGES , Professeur , INSA Rennes

**RESUME DE LA THESE**

La nouvelle norme de codage vidéo MPEG/ITU appelée Versatile Video Coding (VVC) a été finalisée en juillet 2021. VVC permet une efficacité de codage 40 % supérieure à celle de son prédécesseur, la norme HEVC. Ce gain de codage est apporté par plusieurs outils de codage. Le MTS et le LFNST sont l'un des principaux outils de codage qui ont été introduits dans le VVC pour la partie transformation. En outre, afin d'améliorer la qualité perceptive des trames codées, le VVC ajoute un nouvel outil à son processus de filtrage en boucle appelé ALF. Dans cet élément, des implémentations matérielles pour tous les outils ci-dessus ciblant les plateformes ASIC sont proposées. Elles comportent toutes les optimisations nécessaires pour réduire leur coût en termes de surface de puce, de mémoire et de consommation d'énergie. Toutes les solutions proposées ont été intégrées dans un encodeur et décodeur VVC professionnel en temps réel.

La première contribution est une implémentation matérielle efficace de la transformation MTS. Elle consiste en une architecture multistandard qui prend en charge le bloc de transformation des normes MPEG récentes, notamment AVC, HEVC et VVC. Elle est optimisée et supprime les complexités inutiles que l'on trouve dans d'autres architectures proposées en utilisant des multiplicateurs réguliers au lieu de multiplicateurs constants. Ensuite, pour le même contexte, le LFNST est ajouté au module de transformation. Il exploite toutes les optimisations des transformées primaires et secondaires, y compris la décomposition papillon, la remise à zéro des coefficients et la relation linéaire inhérente entre les types de transformées.

La deuxième contribution consiste en une implémentation matérielle efficace de l'outil ALF. Pour le décodeur, la solution proposée établit un nouvel ordre de balayage entre les composantes Luma et Chroma qui réduit considérablement la mémoire. En outre, ce module a été étudié pour le contexte du codeur. Dans ce contexte, l'ALF comporte deux phases : le filtrage et le processus de décision. Afin de réduire la consommation de ressources, l'encodeur active l'ALF uniquement pour les échantillons Luma et pour les CTUs de taille 64. Cette dernière solution s'est avérée efficace et a été intégrée dans l'encodeur VVC en temps réel.