

## M. Oualid MOUHOUBI

Département MEE - laboratoire Lab-STICC

Soutiendra publiquement ses travaux en vue de l'obtention du grade de

## Docteur d'IMT Atlantique

Dans le cadre de la co-accréditation de thèse d'IMT Atlantique au sein de l'école doctorale MATHSTIC

Le 23/09/2022 à 09:15 à IMT Atlantique, campus de Brest

Campus de Brest – Grand amphithéâtre

### ***Nouveaux défis dans la conception de décodeurs de codes polaires pour la 5G***

**Résumé :** Proposés ces dernières années, les codes polaires représentent l'un des derniers apports à la famille des codes correcteurs d'erreurs (FEC). Ils ont été adoptés comme schéma de codage pour le canal de contrôle de la norme 5G NR (New Radio) pour la cinquième génération de communications mobiles cellulaires. Cependant, les exigences élevées introduites par le canal de contrôle de la 5G en termes de flexibilité de la longueur de code et du rendement de codage font que la plupart des décodeurs matériels de codes polaires publiés antérieurement sont inadaptés. En effet, ces derniers se sont principalement focalisés sur des décodeurs à annulation successive offrant un débit élevé, une flexibilité limitée et des pouvoirs de correction d'erreurs réduits. Avec des contraintes strictes sur le délai de bout en bout et sur la correction d'erreurs, la 5G NR nécessite des architectures de décodeurs à liste à faible latence. Dans ce contexte, plusieurs contributions originales sont proposées dans ce travail de thèse. La première contribution majeure est liée à l'exploration de l'espace de conception et concerne l'étude de l'impact des principaux paramètres du code et du décodeur sur la latence, le débit et la complexité matérielle des architectures de décodage semi-parallèles. L'impact de ces paramètres sur l'efficacité matérielle des architectures semi-parallèles est important. Par conséquent, nous proposons deux approches de décodage multi-trames qui augmentent le débit et améliorent le taux d'utilisation des unités de traitement de ces architectures. Des résultats analytiques détaillés et des résultats de synthèse logique sont fournis et comparés pour une large gamme de valeurs afin de constituer une référence pour la mise en œuvre de décodeurs FEC flexibles mais efficaces pour les codes polaires. Par ailleurs, un environnement logiciel complet de simulation du codage/décodage de codes polaires est proposé pour évaluer les performances de différents algorithmes dans une représentation des données en virgule flottante et en virgule fixe. La deuxième contribution majeure concerne la conception d'une architecture matérielle originale, flexible et à faible latence, basée sur le décodage à liste des codes polaires de la 5G NR. Ce résultat a été obtenu sur la base de l'étude d'exploration de l'espace de conception, et motivé par le besoin de fournir un décodeur polaire efficace qui supporte les niveaux de flexibilité et de latence requis pour le standard. Le décodeur proposé supporte toutes les tailles de trame et tous les rendements de code définis dans la 5G avec des valeurs de débit et de latence conformes aux exigences de la norme. En outre, l'architecture du décodeur a été étendue pour supporter le schéma de décodage multi-trame proposé, particulièrement adapté au décodage aveugle des informations de contrôle de la liaison descendante.

**Mots-clés:** Codes correcteurs d'erreurs, Codes polaires, Décodage à annulation successive, Décodage à liste, Faible latence, Implémentation matérielle, Flexibilité, FPGA.

#### **Le jury est composé de :**

M. Amer BAGHDADI	- Professeur	- IMT Atlantique
M. Charbel ABDEL NOUR	- Professeur	- IMT Atlantique
Mme Camille LEROUX	- Maître de conférences	- Enseirb - Matmeca
Mme Catherine DOUILLARD	- Professeur	- IMT Atlantique
M. Fabrice MONTEIRO	- Professeur	- Université de Lorraine
M. Vahid MEGHDADI	- Professeur	- Université de Limoges

#### **Invités :**

M. David GNAEDIG	- Directeur technique	- TurboConcept
------------------	-----------------------	----------------