

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Laboratoire d'accueil : CERI SN – Centre d'Enseignement de Recherche et d'Innovation Systèmes Numériques

Ecole Gradué : ENGSYS Sciences de l'ingénierie et des systèmes (U-Lille, Centrale Lille Institut, IMT Nord Europe)

THÈSE présentée en vue d'obtenir le grade de DOCTEUR en Electronique, microélectronique, nanoélectronique et micro-ondes
par

NGOM Mamadou

DOCTORAT de l'IMT NORD EUROPE

Titre de la thèse :

Transmission fiable à latence contrainte dans les réseaux IoT denses : approche statistique distribuée sur architecture 6G in-X

Soutenance prévue le mardi 18 novembre 2025 à 14h00

Lieu : IMT-NE, Rue G. Marconi - Salle : Amphi PASCAL - 59650 Villeneuve-d'Ascq

Devant le jury d'examen :

Président	(désigné lors de la soutenance)
Rapporteur	AZZAOUI Nourddine,
Rapporteur	UGUEN Bernard,
Examineur	GOUPIL Alban,
Examineur	MEDJHADI Yahia,
Examinatrice	MITTON Nathalie,
Examinatrice	MROUEH Lina,
Directeur de thèse	CLAVIER Laurent,

Professeur,
Professeur,
Maître de conférences,
Maître de conférences,
Directrice de recherche,
Enseignante-chercheure,
Professeur,

Université Clermont Ferrand
Université de Rennes
Université de Reims
IMT Nord Europe
INRIA, Lille
ISEP, Paris
IMT Nord Europe

Résumé

Dans les réseaux IoT denses, certaines applications critiques — telles que l'alerte, la commande en temps réel ou les systèmes embarqués autonomes — imposent des exigences strictes en termes de fiabilité des transmissions et de latence garantie. Assurer ces performances dans un environnement fortement perturbé et non coordonné constitue un défi clef, notamment lorsque les communications sont distribuées, locales, et soumises à des interférences dynamiques. Pour y répondre, les objets connectés sont organisés en sous-réseaux autonomes dits in-X, chacun pouvant par exemple être associé à une entité physique (véhicule, robot, bâtiment, etc.). Ces sous-réseaux fonctionnent de manière indépendante avec une coordination interne assurée par un point d'accès central, selon une topologie en étoile et avec une portée de transmission volontairement limitée (faible puissance). Les objets y restent connectés de manière stable, mais aucune coordination n'est prévue entre sous-réseaux. L'interférence générée par les transmissions voisines agit donc comme un bruit non contrôlé, qui compromet la garantie de qualité de service (QoS). Cette garantie nécessite en particulier de modéliser avec précision les cas extrêmes, les événements rares. L'approche développée repose sur une adaptation locale et statistique des décisions de transmission, en l'absence de coordination globale. Trois contributions structurent ce travail : 1. Modélisation de l'interférence : un modèle probabiliste fondé sur un mélange de lois exponentielles est proposé pour représenter l'interférence perçue. Ce modèle rend compte de la nature impulsive, asymétrique et non stationnaire du bruit, tout en permettant une estimation locale à faible complexité. Il capture en particulier les événements rares, situés dans la queue des distributions. 2. Garantie de fiabilité statistique : un mécanisme distribué de décision permet à chaque nœud de déterminer localement un seuil de transmission assurant une probabilité de succès cible (par exemple 99.999%), sans connaissance explicite de la topologie. La décision repose sur des estimations robustes des quantiles d'interférence renforcée par des méthodes non paramétriques (bootstrap). 3. Détection rapide des changements : un module de détection en ligne, inspiré des techniques de détection rapide de rupture, identifie les variations brutales du régime d'interférence (ex. : apparition d'un nouveau sous-réseau), et ajuste dynamiquement les décisions tout en limitant les fausses alertes. Ensemble, ces contributions définissent une méthodologie de prise de décision autonome et efficace, adaptée aux environnements IoT denses, mobiles et non coordonnés, tout en répondant aux exigences strictes de fiabilité et de latence.