

JURY

**Président de Jury**

**Directeur de Thèse**

**L. CLAVIER** Professeur à l'Université de Lille1, IEMN  
**N. MITTON** Directrice de Recherche à l'INRIA

**Rapporteurs**

**Y. POUSSET** Professeur à l'Université de Poitiers  
**H. RIVANO** Chargé de Recherche à l'INRIA

**Membres**

**C. BURATTI** Attachée de Recherche à l'Université de Bologne, Italie  
**A. GALLAIS** Maître de Conférences à l'Université de Strasbourg  
**G. GRIMAUD** Professeur à l'Université de Lille1  
**M. LIENARD** Directeur de Recherche à l'Université de Lille1, IEMN

TITRE DE LA THESE

**Couche MAC adaptative pour réseaux de capteurs limités  
par l'interférence**

**Adaptive MAC layer for interference limited WSN**

RESUME

A l'époque de l'Internet des Objets, le nombre de dispositifs communicants ne cesse d'augmenter. Souvent, les objets connectés utilisent des bandes de fréquences « industriel, scientifique et médical (ISM) » pour effectuer les communications. Ces bandes sont disponibles sans licence, ce qui facilite le déploiement de nouveaux objets connectés. Cependant, cela mène aussi au fait que le niveau d'interférences augmente dans les bandes ISM. Les interférences ont non seulement un impact négatif sur la qualité de service, mais aussi elles causent des pertes de messages coûteuses en énergie, ce qui est particulièrement nocif pour les nœuds capteurs souvent limités en énergie. Dans cette thèse, l'impact des interférences sur la consommation énergétique des nœuds est étudié expérimentalement. Les résultats de ces expérimentations sont utilisés pour estimer la durée de vie des nœuds en fonction de différents niveaux d'interférence subis. Puis, un algorithme de Radio Cognitive (RC) basé sur la technique d'échantillonnage de Thompson est proposé et évalué par la simulation et l'implémentation. Les résultats montrent que l'approche proposée trouve le meilleur canal plus vite que les autres techniques. De plus, une extension multi sauts pour RC est proposée et évaluée par expérimentation lors d'une compétition EWSN Dependability Competition. Finalement, le protocole adaptatif WildMAC est proposé pour le cas d'usage du projet LIRIMA PREDNET qui consiste à surveiller des animaux sauvages. Les performances sont évaluées par simulation avec le simulateur WSNnet. Les résultats montrent que la solution proposée respecte les contraintes imposées par le projet PREDNET dans la zone ciblée.

In the era of the Internet of Things, the number of connected devices is growing dramatically. Often, connected objects use Industrial, Scientific and Medical radio bands for communication. These kinds of bands are available without license, which facilitates development and implementation of new connected objects. However, it also leads to an increased level of interference in these bands. Interference not only negatively affects the Quality of Service, but also causes energy losses, which is especially unfavorable for the energy constrained Wireless Sensor Networks (WSN). In the present thesis the impact of the interference on the energy consumption of the WSN nodes is studied experimentally. The experimental results were used to estimate the lifetime of WSN nodes under conditions of different levels of interference. Then, a Thompson sampling based Cognitive Radio (CR) adaptive solution is proposed and evaluated via both, simulation and hardware implementation. Results show that this approach finds the best channel quicker than other state of the art solutions. An extension for multihop WSN was proposed for this CR solution and evaluated by hardware implementation in the framework of EWSN Dependability Competition. Finally, an adaptive WildMAC MAC layer protocol is proposed for the usecase of the LIRIMA PREDNET wildlife animal tracking project. Obtained field range test data were used to theoretically estimate cell densities and deployment zone coverage in this Low Power Wide Area Network (LPWAN). Then performance of the protocol was evaluated in WSNnet simulation. The results show performance that allows to respect PREDNET project requirements with the given coverage.