

THÈSE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITÉ

ÉCOLE DOCTORALE N° 641

*Mathématiques et Sciences et Technologies
de l'Information et de la Communication*

Spécialité : « voir liste sur le site de votre école doctorale »

Par

Rim El Achi

**Contribution à la conception de réseaux de communication effi-
caces en énergie alimentés sans fil**

Thèse présentée et soutenue à Nantes Université , le « Le 28 avril 2026 »

Unité de recherche : Institut d'Electronique et des Technologies du numÉrique (IETR)- UMR
CNRS 6164

Rapporteurs avant soutenance :

Valérie VIGNERAS Professeure des Universités, Université de Bordeaux
Yannis POUSSET Professeur des Universités, Université de Poitiers

Composition du Jury :

Attention, en cas d'absence d'un des membres du Jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture de thèse

Président :	Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice (<i>à préciser après la soutenance</i>)
Examineurs :	Matthieu GAUTIER	Professeur des universités, Université de Rennes
	Valérie VIGNERAS	Professeure des Universités, Université de Bordeaux
	Yannis POUSSET	Professeur des Universités, Université de Poitiers
Dir. de thèse :	Jean-François Diouris	Professeur des universités, Nantes Université
Co-dir. de thèse :	Guillaume Andrieux	Professeur des universités, Nantes Université
	Bruno Froppier	Maître de conférences, Nantes Université

Invité(s) :

Anne CHOUSSEAUD Maître de conférences, Nantes Université

Titre : Contribution à la conception de réseaux de communication efficaces en énergie alimentés sans fil

Mot clés : Transfert d'énergie sans fil, récupération d'énergie, Internet des objets.

Résumé : Le transfert d'énergie sans fil par radiofréquence à l'aide d'émetteurs dédiés constitue une solution prometteuse pour alimenter des dispositifs IoT sans batterie. Toutefois, les performances restent limitées par le rendement de la chaîne de récupération d'énergie, l'atténuation de la propagation en environnement intérieur et la consommation énergétique des nœuds. Cette thèse présente une étude expérimentale et de modélisation de nœuds capteurs communicants alimentés par radio en environnement indoor. L'objectif est d'analyser, modéliser et optimiser des architectures dans lesquelles les nœuds IoT récoltent l'énergie fournie par une source RF dédiée, puis l'utilisent pour transmettre leurs données au moyen d'un proto-

cole de communication à très faible consommation. Plusieurs stratégies d'optimisation du protocole Harvest-and-Transmit sont étudiées afin d'améliorer l'efficacité énergétique. Des méthodes de transmission ne nécessitant de pas la connaissance du canal sont proposées et validées expérimentalement pour étendre la couverture de transfert d'énergie. Une caractérisation expérimentale de la consommation énergétique des communications IoT permet également d'établir des modèles adaptés au dimensionnement du système. Enfin, un démonstrateur complet valide expérimentalement le fonctionnement de l'ensemble de la chaîne énergie-communication, confirmant l'intérêt d'une approche intégrée pour des systèmes IoT autonomes alimentés par radio. .

Title: Contribution to the design of energy-efficient wireless-powered communication networks.

Keywords: Wireless Power Transfer (WPT), energy harvesting, internet of things (IoT).

Abstract: Wireless power transfer using dedicated transmitters is a promising solution for powering battery-less IoT devices. However, system performance remains limited by the efficiency of the energy harvesting chain, propagation losses in indoor environments, and the energy consumption of the nodes. This thesis presents an experimental and modeling study of communicating sensor nodes powered by radio and operating indoors. The objective is to analyze, model, and optimize architectures in which IoT nodes harvest energy from a dedicated RF source and then use this energy to transmit their data through an ultra-low-power communication protocol. Sev-

eral optimization strategies for the Harvest-and-Transmit protocol are investigated to improve system energy efficiency. Transmission methods that do not require channel knowledge are proposed and experimentally validated to extend the energy transfer coverage. An experimental characterization of the energy consumption of IoT communications is also conducted to establish consumption models suitable for system dimensioning. Finally, a complete HTT demonstrator experimentally validates the operation of the entire energy-communication chain, confirming the relevance of an integrated approach for autonomous IoT systems powered by radio.