



**HAL**  
open science

## Caractérisation de la propagation d'un signal UHF-RFID à 433MHz pour la localisation indoor

Elizabeth Colin, E. Hatem, S. Abou Chakra, B. El Hassan, Jean-Marc  
Laheurte

► **To cite this version:**

Elizabeth Colin, E. Hatem, S. Abou Chakra, B. El Hassan, Jean-Marc Laheurte. Caractérisation de la propagation d'un signal UHF-RFID à 433MHz pour la localisation indoor. Journées Nationales des Micro-ondes, May 2019, Caen, France. hal-04500048

**HAL Id: hal-04500048**

**<https://hal.science/hal-04500048>**

Submitted on 11 Mar 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Caractérisation de la propagation d'un signal UHF-RFID à 433MHz pour la localisation indoor

E. Hatem<sup>1</sup>, E. Colin<sup>1</sup>, S. Abou Chakra<sup>2</sup>, B. El Hassan<sup>2</sup>, J. Laheurte<sup>3</sup>

<sup>1</sup> EFREI-Paris, 30-32 avenue de la République, 94 800 Villejuif

<sup>2</sup> Université Libanaise, Faculté de technologies

<sup>3</sup> Université Pari-Est, 6-8 Avenue Blaise Pascal, 77420 Champs-sur-Marne  
elias.hatemt@efrei.fr

**Résumé** – Les systèmes de positionnement indoor sont utilisés pour localiser des personnes ou des objets à l'intérieur des bâtiments. Les technologies utilisées sont très variées, vision, GNSS, Inertial Measurement Unit (IMU), Radiofréquences, etc. L'une d'entre elles c'est Radio Frequency Identification (RFID) est l'une de ces technologies. Cet article vise à caractériser la propagation de balises ou tags UHF-RFID à 433MHz dans un environnement indoor pour des applications de localisation. Mesures et simulations sont effectués dans une salle de classe. Un accord a été observé entre les paramètres mesurés et simulés.

### 1. Introduction

La propagation des ondes électromagnétiques dans des environnements indoor est caractérisée par des réflexions, des multi trajets et des diffractions qui sont principalement dues aux murs et au mobilier. Les systèmes RFID à 433MHz offrent une bonne couverture en indoor (quelques centaines de mètres carrés) à différence de ceux à 860MHz. En revanche, la littérature propose peu de modèles indoor à 433MHz [1, 2]. L'objectif de cet article est de caractériser la propagation du signal à 433MHz expérimentalement et en simulation.

L'article est organisé comme suit : La section 2 présente les bases théoriques de la propagation. La méthodologie de mesure et de simulation utilisées seront présentées dans la section 3. La section 4 décrit les résultats simulés et expérimentaux. Ensuite, les résultats seront analysés dans la section 5. Enfin, la section 6 présente la conclusion générale.

### 2. Modèle de propagation

En espace libre et selon la formule de Friis [3], la puissance reçue  $P_r$  par un antenne situé à une distance  $d$  de l'émetteur peut être exprimée par l'équation suivante :

$$P_r(d) = P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 \quad (1)$$

Où  $P_t$  est la puissance émise,  $G_t$  le gain de l'émetteur,  $G_r$  le gain du récepteur et  $\lambda$  est la longueur d'onde.

A l'intérieur des bâtiments, la formule de Friis n'est plus valable car elle ne tient pas compte notamment des nombreux des multi trajets propres à cet environnement. Parmi les modèles indoor de propagation, nous avons choisi le modèle One Slope, souvent utilisé à cause de sa simplicité. Cependant, il nécessite des mesures préalables permettant de calibrer ses paramètres. Dans ce modèle, la

relation entre la puissance reçue et la distance émetteur/récepteur est donnée par la relation :

$$P_{received} = K/d^n \quad (2)$$

Où  $P_{received}$  est exprimé en mW, K est une constante, d est la distance (balise-lecteur) en mètre et n est le coefficient d'atténuation.

En échelle logarithmique, la puissance reçue en dBm s'exprime comme suit :

$$P_{dBm} = P_{d0} + 10n \log_{10} \left(\frac{d}{d_0}\right) + X \quad (3)$$

Où  $P_{dBm}$  est la puissance en dBm, d est la distance en mètres,  $P_{d0}$  correspond la puissance en espace libre à un mètre. Le paramètre X dans l'équation (3) décrit la variation de l'atténuation de la puissance.

### 3. Méthodologie de simulation et de mesure

Afin de caractériser la propagation du signal, les mesures ont été effectuées dans une classe de dimension 8,5 m x 7,5 m x 2,51 m à EFREI Paris.

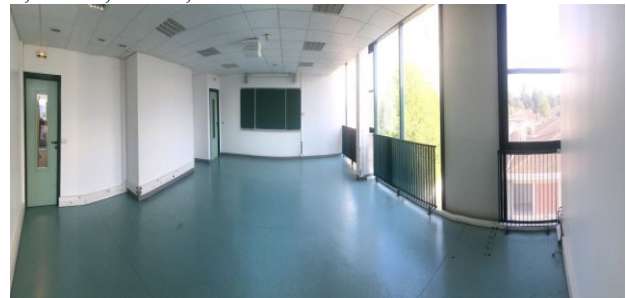


Figure 1. Photo panoramique de l'environnement.

Pour éliminer les interférences et les réflexions causées par le mobilier dans la classe, tous les sièges, tables et autres objets ont été enlevés. Cependant, le chauffage, le tableau et une boîtier métallique sont restés dans la salle.

Pour la partie expérimentale, les équipements et les appareils utilisés sont une balise actif RFID et un lecteur RFID à 433 MHz [4]. La balise ou tag UHF-RFID a été placée au mur. Le lecteur RFID est déplacé suivant trois lignes (A60, A90, A120) à des positions successives écartées de 0,7 m, ce qui correspond à la longueur d'onde  $\lambda$  de 433MHz. Les différentes positions de mesure sont indiquées sur la figure 2.

La simulation est faite à l'aide du logiciel Winprop. Il présente les modèles de propagation en 3D. La modélisation de la salle est représentée dans la figure 3.

De plus, pour être proche de la réalité, Winprop prend en compte des paramètres de Fresnel relatifs au mobilier.

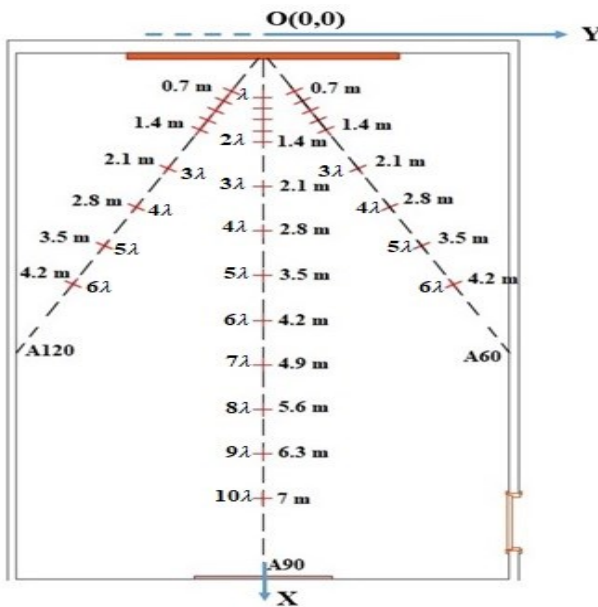


Figure 2. Configuration des 3 lignes et les positions.

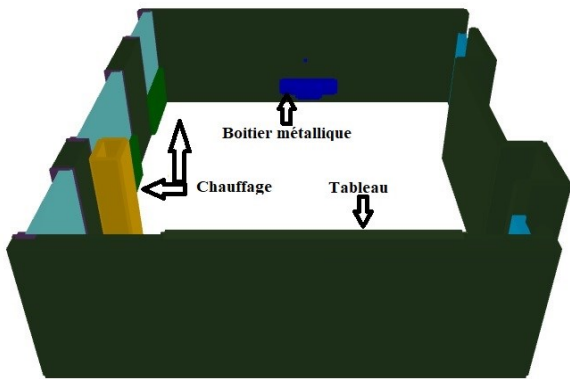


Figure 3. Configuration 3D en Winprop.

#### 4. Résultats Expérimentaux et Simulés

Pour bien étudier l'évolution de la puissance du signal sur les différentes voies, la puissance reçue a été mesurée à chaque position. De plus, le paramètre  $n$  (équations 2 et 3) est calibré sur la ligne A90 est égal à 1,37.

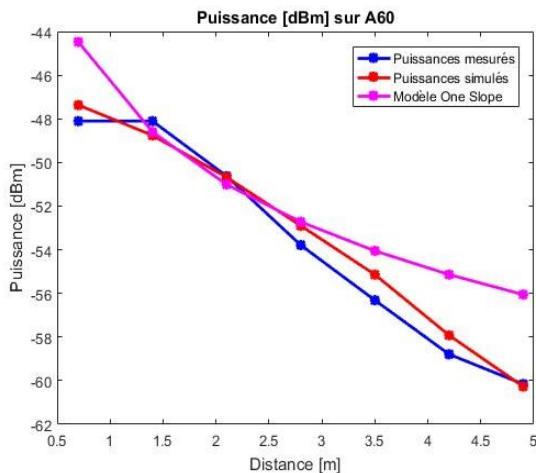


Figure 4. Graphique comparatif sur la ligne A60.

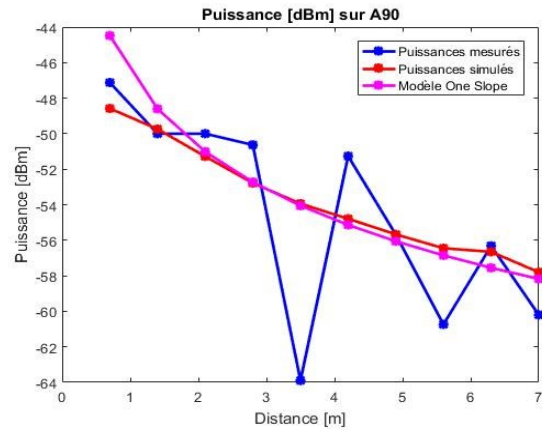


Figure 5. Graphique comparatif sur la ligne A90.

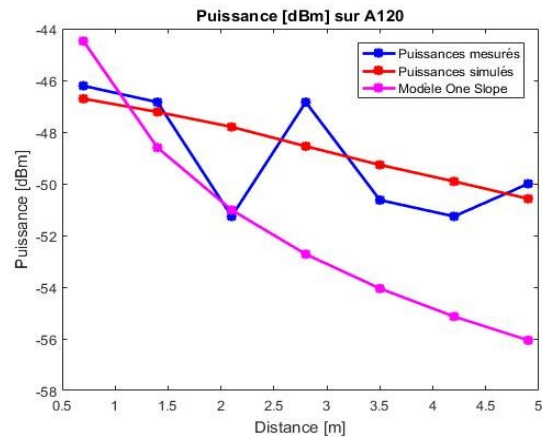


Figure 6. Graphique comparatif sur la ligne A120.

#### 5. Analyse des Résultats

Le modèle One Slope issu des mesures est comparé aux valeurs puissances simulées à l'aide de Winprop. La pente de la courbe des mesures présente un accord avec celle de la simulation.

#### 6. Conclusion

Cet article décrit la caractérisation de la propagation du signal utilisant la fréquence 433MHz dans un environnement indoor. Les pentes des courbes de mesures concordaient avec ceux des simulations. Ce qui incite à utiliser le modèle simulé et la procédure de mesure proposés.

#### Références

- A. Aguilar-Garcia, S. Fortes, E. Colin, and R. Barco, « Enhancing RFID indoor localization with cellular technologies », EURASIP J. Wirel. Commun. Netw., vol. 2015, no. 1, Dec. 2015.
- SY Seidel, TS Rappaport, « 914 MHz path loss prediction models for indoor wireless communications in multifloored buildings. Antennas and Propagation », IEEE Transactions (1992)
- A.F. Molisch. « Wireless communications », John Wiley & Sons, New York, NY, USA, 2011.
- Ela Innovation SA. (2014) Ela Innovation active RFID tag and reader manufacturer, <http://www.rfid-ela.eu/>