

# Optimisation du wifi dans son appartement

Alexis Tacnet

## 1 Introduction

On souhaite étudier le problème simple mais néanmoins très actuel de la propagation des ondes wifi dans un appartement de trois pièces présentées comme sur la Figure 1. En effet, dans de nombreux appartements, le seul point d'émission du Wifi est la 'box' fournie par l'opérateur Internet, et son placement dans l'espace est alors primordial.

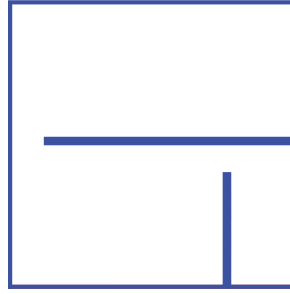


Figure 1: L'appartement en question

On cherche alors à optimiser la couverture dans cet appartement simplifié avec ces conditions :

- Bonne couverture dans les pièces de vie.
- Couverture dans la salle de bain (la plus petite) pour écouter de la musique dans la douche.
- Le mur de gauche est celui qui contient le câble téléphonique, la box ne peut donc pas être le long de celui-ci.

## 2 Modélisation

La propagation d'onde wifi fait partie du domaine de la propagation des ondes électromagnétiques, ainsi ce sont les équations de **Maxwell** qui régissent ce phénomène. On ne veut cependant que s'intéresser aux solutions stationnaires de l'équation, c'est à dire en régime établi ( $t \rightarrow \infty$ ), et on peut alors simplifier les équations à celle de **Helmholtz** :

$$\nabla^2 E + \frac{k^2}{n^2} E = 0$$

Avec  $k$  le nombre d'onde angulaire de notre onde,  $n$  l'indice optique de notre milieu, qui va donc dépendre de la position  $(x, y)$ , suivant si on est dans un mur ou non.

La géométrie du domaine est voulue représentative d'un appartement normal et afin de simuler la borne wifi, on va créer un petit objet circulaire (pour les symétries) dont la condition au bord non nulle représentera le signal wifi (ainsi on n'a pas à traiter d'un terme source).

## 3 Description du problème

L'équation de **Helmholtz** est une équation aux dérivées partielles elliptique, dont le domaine est ici représenté par l'appartement entier, murs compris.

C'est alors l'indice  $n$  qui va évoluer :  $n = 1$  dans l'air, et  $n = 1 + z_m$  dans le cas d'un mur, avec  $z_m$  nombre complexe qui définit la réflexion (partie réelle) et l'absorption de l'onde (partie imaginaire). Comme on veut

modéliser le problème pour des murs que l'on ne connaît pas forcément, on va modéliser  $z_m$  de façon aléatoire avec les fonctions `randreal1` de FreeFem++.

Pour le nombre d'onde angulaire  $k$ , on va sélectionner une onde wifi classique avec une fréquence de l'ordre du GHz, et on prend alors  $k = 6 \text{ rad.m}^{-1}$ .

La condition au bord est elle peu importante, car on ne s'intéresse par à la valeur numérique du champs mais simplement à sa répartition dans l'appartement. On se contente alors simplement d'une condition non nulle.

Les solutions seront de la forme complexe, et comme c'est la puissance du signal qui nous intéresse, on va prendre le module de  $E$  et l'afficher en *log* pour avoir quelque chose de semblable aux décibels.

## 4 Simulation

On va donc utiliser Freefem++ pour trouver les ondes stationnaires et les représenter dans l'appartement. On va faire la même simulation pour différentes positions le long du mur et voir quel position nous donne le meilleur résultat obéissant à nos contraintes.

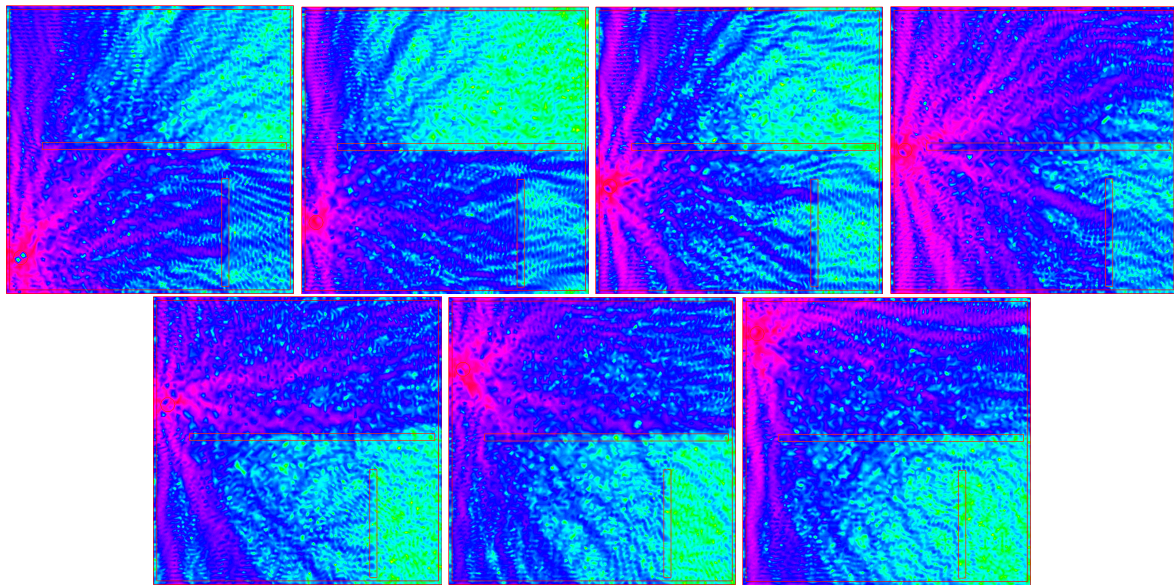


Figure 2: Les résultats pour les différentes positions ( $z_m = 0.94 + 0.11i$ )

Le violet représente les endroits avec les valeurs de  $E$  les plus élevées (en log), tandis que le vert les valeurs les plus basses. On remarque alors que les résultats sont plutôt cohérents avec ce que l'on attendait, et c'est la position 4 qui nous donne la meilleur couverture, de loin. Cependant, cette position est peu pratique car au milieu du passage, et on réfléchira plutôt pour la 1 qui donne un bon compromis.

## 5 Conclusion

Ainsi on a réussi à modéliser de façon assez représentative d'un signal wifi dans un appartement et on arrive à tirer des résultats utiles : ne pas mettre la box dans la plus grande des pièces par exemple, mais dans celle qui offre le plus d'ouvertures sur les autres, comme la pièce en bas à gauche.

Le caractère aléatoire de notre simulation a permis de se rendre compte après plusieurs simulation que les résultats restent similaire quelque soit le mur, influençant alors juste les écarts entre avant et après un mur, mais ne changeant en rien les conclusions.

## 6 Bibliographie

- <https://jasmcole.com/2014/08/25/helmhurts/>
- <https://www.microwaves101.com/encyclopedias/miscellaneous-dielectric-constants>