

Saé de son nom complet est une situation d'apprentissage et d'évaluation. Cette Saé a débuté le mardi 11 janvier c'est fini jeudi 13 janvier 2022. Le projet consistait en l'utilisation de matériel réseau comme des routeurs et des antennes afin de mesurer leurs puissances. Monsieur Leni et Monsieur Vanstraceele étaient à notre disposition afin de nous aiguiller et nous guider lorsque l'on rencontrait un problème. Le projet se déroulait exclusivement à l'IUT, mais nous pouvions travailler le soir différents points de notre rapport final.

Lors de cette soutenance nous allons aborder les différents points qu'il fallait réaliser lors de cette Saé.

D'abord nous énoncerons le matériel mis à notre disposition. Puis nous parlerons de l'installation du réseau wifi, du choix et de l'installation de l'application de mesure. De différentes mesures Puissance-Distance Gain. Des mesures du diagramme de rayonnement. De la perte de plusieurs obstacles qu'ils peuvent gêner la propagation des ondes radio. Nous monterons la cartographie d'un étage, la puissance en fonction de la fréquence et enfin la portée maximale.

Nous avons donc à disposition un matériel bien particulier :

- Un routeur Linksys par groupe, possédant une paire d'antennes omnidirectionnelles
- Une antenne directionnelle : Yagi bazooka comportant un câble pour le relier au routeur. Ce type d'antenne était limité, il fallait donc se le répartir.
- Un câble Ethernet pour faire les réglages sur le Firmware
- Les ordinateurs fixes de l'IUT si nous le souhaitons.

Lors de la création du réseau wifi, il fallait respecter un protocole bien particulier :

- Réinitialiser le routeur tout en branchant l'alimentation
- Connecter le routeur au pc avec un câble Ethernet
- Charger une machine virtuelle sous Debian
- Changer l'IP de la VM pour être dans le même réseau que le routeur avec la commande ici même
- Charger le Firmware en écrivant 192.168.1.1 sur une page Web
- Réaliser la configuration demandée sur les diaporamas.

→ Nous avons eu des problèmes pendant le choix de la VM car celle que nous avons sélectionnée au début possédait qu'une seule carte réseau.

Lors du choix de l'application de mesure nous les avons toutes téléchargées et ouvertes. Celle qui nous a paru la plus simple vu son interface était Wifi Heat Map. On y voyait la puissance reçue. Qui est la mesure qui était demandée dans de nombreuses étapes de cette Saé.

Cependant après quelques mesures, on s'est rendu compte que bien que cette application fût ergonomique, certaines mesures nous paraissaient étranges. C'est pour cela que nous nous sommes mis à utiliser l'application NetSpot téléchargée sur un de nos ordinateurs portables. L'interface est à nouveau assez simple d'utilisation et les résultats sont plutôt cohérents.

Dans cette partie nous allons parler de la mesure Puissance-Distance Gain :

- D'abord nous avons commencé à réaliser les mesures des puissances reçues en dBm selon la distance. On obtient donc le tableau ci-dessous.
- Nous cherchons  $\lambda$  afin de calculer  $\text{LOG}_{10}(\text{distance}/\text{longueur d'onde}=\lambda)$  on obtient le tableau ...diapo...
- Ce qui nous permet de réaliser la représentation graphique de la puissance reçue en ordonnée et en abscisse  $\text{log}_{10}(\text{distance}/\lambda)$ .
- On peut en conclure que l'antenne omnidirectionnelle a des valeurs plus basses que l'antenne directionnelle. On peut donc en déduire que pour avoir un meilleur réseau il faudrait une antenne directionnelle et bien s'y aligner. Sa puissance diminue moins vite. Chaque antenne possède donc un usage spécifique, car si l'on souhaite se connecter à

l'antenne directionnelle sur un côté de cette dernière, la puissance reçue est nettement inférieure à celle de l'antenne omnidirectionnelle.

- Puis nous avons cherché la puissance émise théorique dans le Firmware. Elle est 71mW ce qui donne en la convertissant 18,51 dBm.
- Nous allons pouvoir comparer cette valeur aux puissances émises pratique. Grâce à la formule de Friis que nous avons modifiée afin de chercher la puissance émise à partir de données que l'on possède. On obtient donc la représentation d'un tableau. Les valeurs sont assez éloignées de la puissance émise théorique, on voit même des valeurs négatives, ce qui n'est pas réellement possible.
- A présent nous allons chercher le gain de l'antenne directionnelle. Grâce à la formule suivante. Mais avant de l'utiliser nous devons faire une conversion des valeurs de la puissance émise et reçue en watt. En utilisant la formule [diapo]. Nous obtenons donc un tableau. Après avoir calculé la formule du gain nous obtenons en moyenne 15,9dBi.
- Nous avons aussi cherché à prouver les puissances reçues en théorie par les deux antennes. Grâce aux données que l'on va utiliser dans la formule : on obtient 2 tableaux. A partir de ces derniers nous pouvons tracer des graphiques pour comparer les puissances reçues théorique à la pratique pour chacune des antennes.

=> On se rend compte que les valeurs théoriques sont supérieures aux valeurs pratique. Ce qui est sûrement dû à des perturbations. On aurait pu aussi avoir des valeurs plus précises à l'aide d'un appareil spécialisé (S-mètre=ne pas dire).

Dans cette partie, nous allons parler de nos mesures de diagramme de rayonnement.

Nous plaçons ordinateur à une distance régulière d'1 mètre. Nous mesurons la puissance reçue, puis nous réalisons une rotation de 20° de l'antenne en question. Nous obtenons donc un tableau qui met en relation le nombre de degrés à la puissance reçue.

Puis, nous décidons sous le conseil d'un professeur de mettre les valeurs en Watt grâce à la formule :

ce qui nous donne un tableau. Nous pouvons dès à présent mettre les valeurs en watt en utiliser les diagrammes.

On peut conjecturer qu'un lobe avant se situe sur le diagramme de l'antenne directionnelle à une meilleure puissance reçue. On peut aussi voir des lobes secondaire comme celui présent à l'arrière. (énergie rayonnée=questions).

Alors que pour l'antenne omnidirectionnelle les puissances reçues sont plus ou moins homogène autour de l'antenne.

Nous avons mesuré les pertes dû à des obstacles. Vous pouvez voir les tableaux sur les diaporamas. Ces derniers expriment les puissances reçues selon les obstacles pour chacune des antennes. Pour mesurer les pertes, nous avons réalisé une simple soustraction entre la puissance reçue avec l'obstacle et sans l'obstacle.

Nous obtenons un tableau des pertes en dBm, et le diagramme ci-dessous est alors représenté : ...diapo...

Les pertes à travers un obstacles sont plus élevés avec l'antenne omnidirectionnelle. Car les onde sont moins ciblé avec cette dernière alors qu'avec l'antenne directionnelle, les ondes sont clairement ciblées. Les pertes dépendent également de la nature de l'obstacle, on n'a pas les même avec les différents matériaux.

Nous avons réalisé la cartographie du bâtiment comportant les amphithéâtres. Avant nous avons réalisé des cartes théoriques qui nous étaient propre à nous. Ce qui nous permettait de faire un choix pour l'emplacement des antennes. Pour l'omnidirectionnelle, nous l'avons placé au centre du bâtiment pour avoir un débit acceptable tout autour des antennes. Tandis que pour l'antenne directionnelle, on la mise au bout du bâtiment pour pouvoir profiter de l'ouverture de l'angle dans

tout le bâtiment. Après les avoir comparé à la pratique, on se rend compte dans les deux cas que nous avons pas pris en compte les murs, et les couvertures de couleurs que nous avons choisis ne sont pas trop représentative.

Nous avons aussi mesuré la fonction fréquence. Nous changeons la fréquence sur le firmware directement. Nous mesurons alors la puissance reçue à une distance constant de deux mètres. Ce qui nous donne le graphique suivant que l'on trouve très intéressant. Car à l'origine nous pensions que des fréquences différentes auraient un effet sur la puissance reçue. Alors que l'on remarque que les puissances reçues sont plus ou moins constante. Les seuls facteurs des perturbations de la puissances reçues sont l'emplacement du routeur, interférences d'autres dispositif, obstacles.

Nous avons aussi mesuré la portée maximale. Nous avons marché jusqu'à ne plus avoir de réseau. Nous sommes à 110 mètres pour l'antenne omnidirectionnelle et 280 mètres pour l'antenne directionnelle.

Nous pouvons également vérifier les distances théoriques avec la formule suivante tiré d'équation de Friis. ...diapo... . Nous avons toujours  $P_e = 71 \cdot 10^{-3}$  .

Nous avons alors mesuré la puissance reçue minimale pour chaque type d'antennes. (-90dBm omnidirectionnelle et -87dbM directionnelle) Nous devons la convertir en W. Ce qui nous donne .... Et les gains sont toujours les mêmes. On applique la formule de la distance ce qui donne pour l'antenne :

- omnidirectionnelle 2650 mètres
- directionnelle 7727,5 mètres.

Ces deux valeurs sont nettement supérieurs à celles que nous avons réalisés. C'est du aux nombreuses perturbations physique et au niveaux des ondes.

#### Conclusion :

- apprendre dans l'électronique, jamais eu l'occasion de manipuler routeurs et antennes.
  - nous a plus car situations réelles
  - des pb a cause des perturbations réseaux, appareils de mesures qui donnent des valeurs différentes, alignement pour l'antenne directionnelle = refaire de nombreuses mesures.
- Compétences mises en jeux toutes respectées (mesure  $P_r$ , config routeur, cahier des charges)
- projet assez rapide mais reprise des certaines valeurs
  - expérience dans une situation réelle.