

CHENOT Crystal
CONNESSON Léna
KARR Pierre
NIEL Audrey
NIEL Laura

OLYMPIADES DE LA PHYSIQUE

Le remède au 4.0 !



Année scolaire 2019/2020

Lycée Charles Jully – Saint-Avoid (57)
Professeurs encadrants : MALGRAS Marc-Olivier et SAÏBI Tanguy

TABLE DES MATIERES

Introduction et résumé	3
I. La cage de Faraday	4
a) Définition	4
b) ExpériencesErreur ! Signet non défini.
II. Le phénomène d'induction électromagnétique	5
a) L'induction dans l'exemple du haut-parleur.....	5
b) Présence d'un champ magnétique	6
c) Production d'un courant induit	7
III. Notre projet	9
a) L'idée d'une surface sous la borne wifi	9
b) Cartographier une salle	9
c) Choix du maillage et des matériaux.....	13
→ Une influence ?.....	13
→ Le maillage	15
→ Le matériau	16
d) La réalisation	16
CONCLUSION	189
Sitographie.....	20

Introduction

Clay Riddell, dessinateur de bandes-dessinées en Nouvelle-Angleterre, fait partie d'un groupe de survivant tandis qu'un mystérieux virus se propage via les bornes Wi-Fi qui sont de plus en plus présentes dans notre quotidien. La présence considérable d'infectés est due à une augmentation exponentielle du nombre de bornes Wi-Fi. Les personnes touchées se transforment en zombies assoiffés de sang. Clay Riddell tenta d'effectuer de multiples recherches afin de résoudre ce problème. Sans succès, il est allé chercher un groupe de jeunes scientifiques prêts à étudier ces bornes et à trouver des solutions pour protéger les Hommes et ne pas arriver à l'extinction de la vie humaine sur Terre.

Dans quelles mesures pouvons-nous nous protéger des ondes wifi ?

Résumé :

Chers lecteurs,

Nous sommes un groupe de 5 chercheurs ayant été contactés en urgence à suite de la découverte d'un virus se propageant grâce aux ondes émises par nos bornes WIFI et transformant tout être vivant en zombie. L'heure est grave et il est grand temps pour nous d'agir en trouvant une solution pour stopper sa propagation et éviter une très prochaine extinction de l'espèce humaine !

Pour cela, nous avons fait nos recherches et nous nous sommes tout particulièrement intéressés à la cage de Faraday qui nous paraissait être une bonne solution puisqu'il semble qu'elle puisse bloquer les ondes. Nous avons donc étudié plus profondément cette dernière afin d'en apprendre plus sur son fonctionnement. Nous avons alors remarqué qu'elle avait un rapport avec le phénomène d'induction qui nous paraissait quelque peu complexe mais qui nous a cependant permis d'en apprendre davantage sur le comportement des ondes en présence de champs ainsi que de commencer à imaginer certaines alternatives à la cage de Faraday.

C'est ainsi que nous avons eu l'idée de créer des cages ajourées qui permettraient de bloquer une partie des ondes émises par la borne, certes moins efficaces que la cage de Faraday mais cependant plus rapide à fabriquer ce qui était indispensable vu l'urgence de la situation.

Nous attendons de voir les effets de ces cages au long terme en espérant pouvoir empêcher notre extinction complète. Y arriverons-nous ? Vous le saurez très bientôt !

I. La cage de Faraday

a) Définition

Michael Faraday, physicien et chimiste britannique du XIX^{ème} siècle a été le scientifique qui a étudié la cage de Faraday pendant ses recherches au sujet des matériaux conducteurs.

La cage de Faraday est une cage ou enceinte fermée qui protège de tout champ électrique extérieur, car elle est fabriquée dans un matériau conducteur (aluminium) et est reliée à la terre afin de garder son potentiel fixe.

Cette structure peut également être utilisée comme moyen de protection contre les perturbations d'origine électromagnétique (donc dues à un courant électromagnétique). On parlera alors plutôt de blindage électromagnétique, qui d'ailleurs ne nécessite pas que la cage soit reliée à la terre.

La structure métallique doit en principe être fermée de chaque côté, mais peut très bien être constituée d'un grillage ajouré (d'où le nom de cage). Ce dernier, accompagné d'un certain maillage agit comme un miroir sur une onde électromagnétique. Plus la fréquence de l'onde est élevée (donc plus sa longueur d'onde est courte), plus la maille doit être petite. Dans la suite de notre dossier, nous expliquerons nos quelques démarches sur l'influence et la caractéristique de ce maillage. L'efficacité d'un maillage dépend donc de la fréquence de l'onde (perturbation) et de sa perméabilité magnétique.

Pour illustrer ce phénomène physique, on peut citer l'exemple de la voiture, de l'avion ou même du micro-ondes. Lorsqu'il y a de la foudre, la carrosserie d'une voiture ou celle d'un avion joue le rôle d'une cage de Faraday, qui plus est, est reliée à la terre pour la voiture. Cependant cette dernière voit son efficacité décroître en présence de matériaux composites (non conducteurs) et des vitres. A l'inverse d'isoler des champs extérieurs, le micro-ondes contient les ondes électromagnétiques à l'intérieur de sa structure, notamment grâce au maillage métallique présent sur la porte vitrée de l'appareil.

Afin de mieux comprendre le principe de la cage de Faraday, nous avons voulu en réaliser une.

b) Expériences

- Expérience du téléphone dans l'aluminium :

On place donc un téléphone portable dans une couche de papier d'aluminium et on essaye de l'appeler. On suppose que le téléphone recevra l'appel.

En effet, le téléphone sonne et l'expérience n'a donc pas fonctionné. C'est pourquoi nous réessayons, en emballant complètement le téléphone.

Le téléphone n'a pas reçu d'appel. On peut conclure que l'aluminium est un matériau isolant, et qu'il a joué le rôle de cage de Faraday pour le téléphone portable qui devient donc incapable de recevoir les ondes électromagnétiques.

Nous savons donc qu'un blindage électromagnétique, doit être composé de matériaux conducteurs et qu'une couche suffisante d'aluminium peut jouer le rôle de cage de Faraday. Réessayons maintenant cette expérience, toujours avec le même matériau mais cette fois en utilisant une cage ajourée.

- **Expérience du téléphone dans une cage métallique ajourée**

Dans un premier temps, nous avons assemblé, avec du fil de fer, une cage faite de plaques d'aluminium contenant un petit maillage.

Nous pensons que la cage n'allait pas être assez hermétique, c'est pourquoi nous avons donc entouré les coins de papier aluminium. Le but est le même que précédemment ; voir si un téléphone présent dans la cage recevra un appel.

Après avoir placé et appelé le téléphone, nous pouvons conclure que l'expérience n'a pas fonctionné, car le téléphone a sonné ce qui est sûrement dû au fait que l'imperméabilité ne peut être supérieure à 95%. Les 5% d'ondes restantes (voir plus) pouvaient encore passer à travers la cage et faire sonner le téléphone.

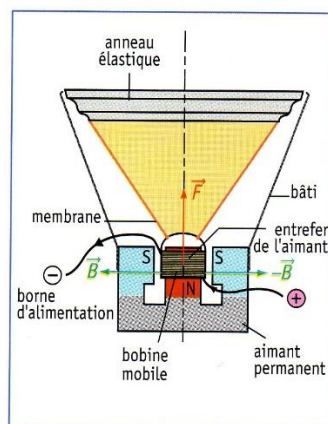
Nous nous sommes donc dit qu'il nous fallait un matériau conducteur très hermétique et que le maillage devrait jouer un rôle important sur le passage des ondes électromagnétiques. C'est pourquoi, nous allons étudier dans un premier temps, les principes physiques, qui permettent de limiter les ondes électromagnétiques avec un simple maillage, et même simplement comprendre de quelle manière fonctionne un blindage électromagnétique.

II. Le phénomène d'induction électromagnétique

a) L'induction dans l'exemple du haut-parleur

Les principaux constituants du haut-parleur sont l'aimant et la bobine. Ces deux éléments sont cylindriques de même axe, ainsi la bobine peut coulisser le long de l'aimant. Le champ magnétique a la même valeur en tous points de l'entrefer, et est toujours dirigé de l'intérieur vers l'extérieur. La membrane du haut-parleur est solidaire de la bobine.

La bobine qui reçoit une intensité électrique, subit en présence du champ magnétique, une force de Laplace qui la fait bouger et qui fait donc bouger la membrane. La membrane fait vibrer l'air ce qui produit le son.



Schématisme d'un haut-parleur

En effet, ce qu'on observe dans le haut-parleur est un phénomène d'induction.

C'est un phénomène physique qui conduit à une force électromotrice dans un conducteur soumis à un flux de champs magnétiques variables. Cette force électromotrice peut engendrer un courant électrique dans le conducteur.

b) Présence d'un champ magnétique

Un champ est une zone qui regroupe des mesures d'une grandeur physique donnée pour une région de l'espace précise. Il en existe deux types :

-Champs scalaires : Associent à chaque point de l'espace une valeur numérique (températures sur une carte, pression)

-Champs vectoriels : Associent à chaque point de l'espace un vecteur (sens, direction et intensité)

Le champ magnétique (qui est un champ vectoriel) en un point est caractérisé par un vecteur lui-même caractérisé par une direction (celle prise par l'aiguille), un sens (nord au sud à l'extérieur de l'aimant et sud au nord à l'intérieur d'un corps aimanté) et une valeur (unité : tesla mesurée au teslamètre).

On cherche à montrer la force de Laplace pour mieux comprendre les champs électromagnétiques.

- Expérience du rail de Laplace

Matériels :

- Générateur 12V/10A, courant continu
- Rail de Laplace
- Aimant en « U »
- Barre métallique

Protocole :

- Brancher le rail au générateur
- Placer l'aimant à l'intérieur du rail et positionner la barre métallique sur les rails
- Positionner la barre métallique à différents endroits du rail, allumer le courant, observer. Refaire cette manipulation en inversant le sens du courant.

Résultats :

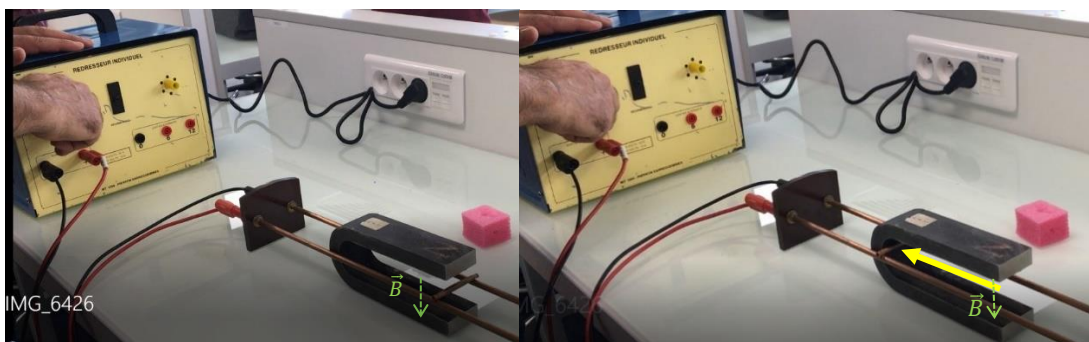


Photo du montage avant et après la réalisation de l'expérience

→ Sens de direction de la barre métallique lorsque le courant circule

Observations :

Lorsqu'il n'y a pas de courant et que la barre est placée dans le champ, rien ne se passe.
Lorsque la barre est placée hors champ et qu'on allume le générateur, rien ne se passe.
Puis, on place la barre dans le champ et on allume le générateur, la barre va vers l'intérieur de l'aimant
Ensuite, on inverse les bornes, et on allume le générateur, la barre s'éloigne de l'aimant.

Conclusion :

Une portion de conducteur est parcourue par un courant électrique placé dans un champ magnétique est soumise à une force, électromagnétique appelée la force de Laplace. Le sens de la force électromagnétique dépend du sens du courant électrique dans le conducteur et du champ magnétique.

c) Production d'un courant induit

L'existence d'un champ magnétique permet la formation de courant. En effet, dans un circuit électrique, pour mettre des charges en mouvement, il faut une force que l'on appelle force électromotrice. Pour générer cette force, on utilise la plupart du temps un générateur. Dans le cas de l'induction, la force est appelée la force contre-électromotrice car les charges se mettent à bouger grâce à un champ magnétique.

Les courants de Foucault induits dans les conducteurs massifs mobiles dans des champs magnétiques permanents sont à l'origine de forces de Laplace qui tendent à s'opposer au mouvement qui leur donne naissance.

Tel est le principe du freinage électromagnétique, utilisé notamment pour les poids lourds et les TGV.

On cherche à déterminer le sens d'un courant induit.

- Expérience de la loi de Lenz

Matériels :

- bobine alimentée par un courant alternatif
- noyau de fer



Observation transversale du noyau de fer

Protocole :

- Placer le noyau de fer au centre de la bobine et allumer le courant

- Placer le noyau aux extrémités de la bobine et allumer le courant

Résultats :



Photo du montage avant et après la réalisation de l'expérience

→ Sens de direction du noyau de fer lorsque le courant circule

Observations / Interprétation :

La bobine crée un champ magnétique autour d'elle. Lorsqu'on met un objet métallique à proximité, la bobine va créer des courants induits. Ces courants induits ont deux effets :

- créer des forces -> mouvement
- créer de la chaleur (=effet Joule)

On alimente la bobine avec un courant alternatif, si on décale le noyau de fer, il n'est pas dans sa position idéale. Le noyau de fer va donc être absorbé par la bobine jusqu'à qu'il soit réparti équitablement au centre de la bobine.

Quand la bobine est déséquilibrée, les courants vont être créés dans la ferraille de telle sorte à attirer la bobine vers le centre. Avec l'inertie, le noyau va trop loin, les courants s'inversent donc les forces s'inversent aussi.

La bobine crée elle-même dans le fer les forces dont elle a besoin pour "s'auto-optimiser". C'est-à-dire que si le noyau est plus à droite, la bobine va créer des forces vers la gauche c'est pourquoi quand on allume le courant, le noyau revient à sa position initiale. C'est la loi de LENZ

Le noyau se compose de feuilles de fer.

De plus, quand le noyau est dans son état de stabilité (au centre de la bobine) et qu'on essaye de retirer le noyau lorsque le courant circule, on doit exercer une force plus grande que lorsqu'il n'y a pas de courant. On peut donc dire qu'il y a une force qui permet de garder la stabilité de l'élément. On vient de montrer la loi de Lenz.

Conclusion :

La loi de Lenz permet de déterminer le sens d'un courant induit. Lorsqu'il y a un changement d'état d'un système électromagnétique cela provoque un phénomène dont les effets tendent à s'opposer à ce changement.

Après quelques réflexions sur notre projet, nous avons donc décidé de vouloir simplement limiter et atténuer l'intensité des ondes électromagnétiques des bornes wifi. Pour la réalisation de notre projet, il suffirait d'utiliser de l'aluminium, qui est un matériau conducteur idéal (peu cher, qui se trouve facilement dans le commerce...), pour atténuer les ondes.

Cependant, nous savons qu'un mur laisse traverser les ondes alors qu'une plaque pleine dans un matériau conducteur va bloquer les ondes. C'est pourquoi, nous avons trouvé intéressant de confectionner une cage avec un maillage ajouré car c'est étonnant de pouvoir atténuer les ondes électromagnétiques alors que la surface n'est pas pleine. Le principe physique qui permet cette atténuation est l'induction. Nous allons essayer de confectionner une cage pour découvrir d'autres paramètres qui peuvent influencer l'atténuation des ondes du wifi.

III. Notre projet

a) L'idée d'une surface sous la borne wifi

Pour commencer, les recherches que nous avons menées nous ont permis de nous renseigner sur diverses choses. A commencer sur la capacité des ondes wifi à traverser divers matériaux



Notre but étant d'atténuer les ondes provenant d'une borne wifi et non de les stopper, nous ne devons donc pas confectionner une cage de faraday, mais s'appuyer sur ses propriétés pour pouvoir toujours se servir de notre wifi.

Pour cela, nous avons choisi de confectionner une cage non fermée (5 faces) qui sera accrochée autour de notre émetteur. Il faut donc trouver un matériau ainsi qu'un maillage laissant passer les ondes wifi tout en réduisant leur impact.

Avant tout nous allons cartographier une salle pour avoir une idée de l'intensité et de la propagation de nos ondes électromagnétiques.

b) Cartographie d'une salle

Pour cartographier manuellement une salle, nous avons choisi d'utiliser une application sur téléphone gratuite, disponible sur le Play store : « Wifi analyser ». Ce logiciel permet, en étant connecté à une borne wifi, d'analyser son RSSI (Received Signal Strength Indicator), autrement dit, l'indicateur de puissance d'un signal reçu. Cet indicateur s'exprime en milliwatt (mW) mais nous utiliserons plutôt les décibels par

milliWatt (dBm), qui est certes moins précis mais qui facilite son utilisation et sa compréhension. Le décibel par milliwatt, c'est tout simplement un rapport de puissance en décibel, entre la puissance mesurée et un milliwatt

Nous cherchons donc à établir un plan pour en savoir sur la relation entre la puissance d'un signal reçu, ainsi que de la distance à la borne wifi en question

- Cartographie le long d'un fil

Matériels :

- Une salle équipée d'une borne wifi fonctionnelle
- Un fil
- Un télémètre
- Un téléphone avec l'application « Wifi analyseur »

Protocole :



Photo représentant notre trajectoire à suivre pour cartographier la salle.

Nous avons en premier lieu, tiré un fil de la borne wifi jusqu'à la dernière table présente dans la salle, pour tracer une diagonale. Puis, avec le télémètre, nous avons mesuré la distance de la table à la borne en suivant le fil. Après cela, l'application « Wifi analyseur » nous a permis d'obtenir la puissance de l'onde reçue par le téléphone.

Pour avoir une mesure plus précise, on répète nos mesures.

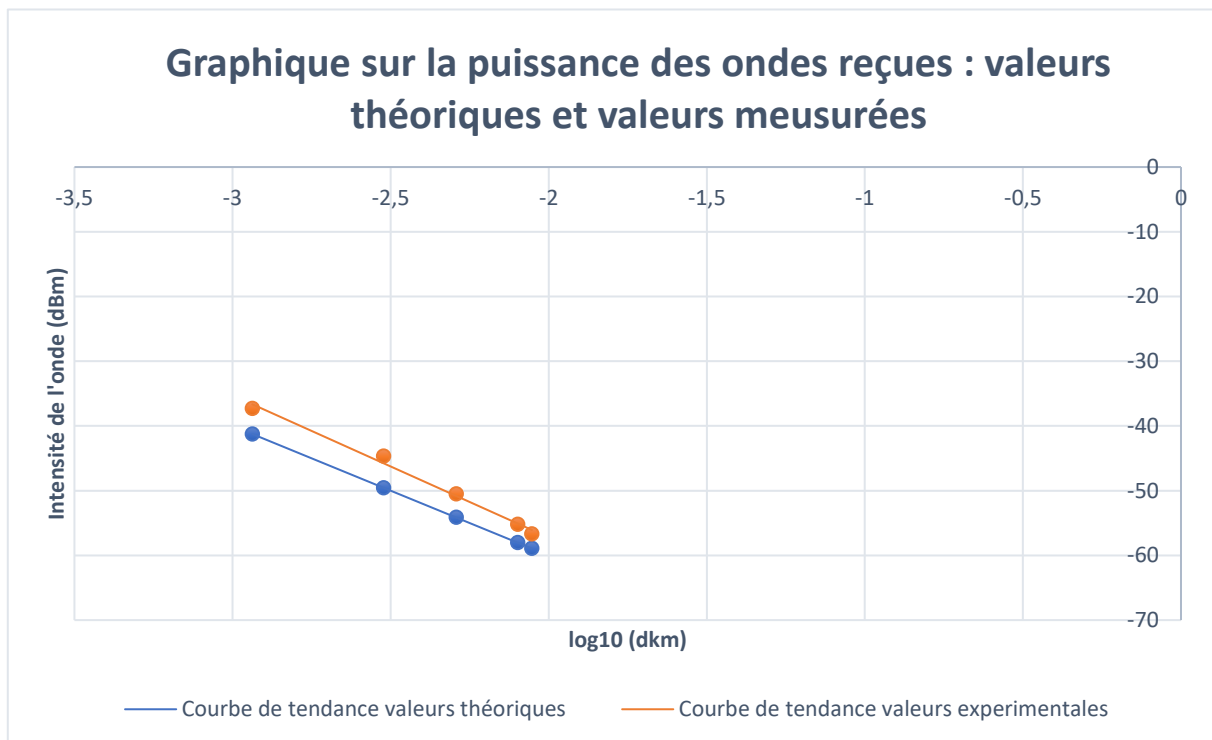
Pour obtenir des conditions de travailles optimales et précises, nous avons enregistré chaque signal sur une période de 30 secondes (en cas de variation de la puissance), puis avons pris la moyenne que l'application avait calculé.

Résultats :

Distance à la borne wifi (m)	Puissance de l'onde (dBm)	log10(dkm)	théorie		
8,851	-56,7	-2,05300766	-58,9398468		-56,7
7,984	-55,2	-2,09777947	-58,0444106		-55,2
5,096	-50,5	-2,29277058	-54,1445884		-50,5
3,006	-44,7	-2,52201102	-49,5597795		-44,7
1,155	-37,3	-2,93741802	-41,2516397		-37,3

Tableur Excel répertoriant les valeurs mesurées.

Les décibels milliwatt fonctionnent en négatif et de façon décroissante, -30dBm est la meilleure puissance qu'on puisse obtenir, et -90dBm la plus mauvaise. De plus, il est important de savoir que dBm ne s'échelonnent pas de façon linéaire, mais plutôt comme un logarithme. Nous avons travaillé nos valeurs mesurées à partir d'un graphique, mais aussi grâce à une formule mathématique qui calcule la puissance d'une onde à partir de sa fréquence et de sa distance à l'émetteur.



Possédant un signal d'une fréquence ν de 2,4GHz, nous avons utilisé la formule ci-dessous pour obtenir notre graphique. La fréquence est exprimée en GHz et la distance en mètre (m).

$$\begin{aligned} \text{Puissance} &= -92,45 - 20 \log(\nu) - 20 \log(d) \\ &= -92,45 - 20 \log(2,4) - 20 \log(d) \\ &= 100 - 20 \log(d) \\ y &= b + ax \end{aligned}$$

Observations :

Nous observons que notre courbe pratique est assez proche de la courbe théorique, car le coefficient directeur de notre courbe est de -21,96 alors que celui de la courbe théorique est de -20. Notre théorie ainsi que la formule sont donc vérifiées.

Cependant, la différence de coefficient entre les deux courbes peut s'expliquer de plusieurs manières. La mesure manuelle au télémètre de la distance reste imprécise et l'utilisation de l'application ainsi que l'antenne wifi contenu dans nos téléphones pour recevoir le signal ne peuvent être totalement fiables. C'est pourquoi, nous avons par la suite calculé l'incertitude de nos mesures, pour avoir une idée de l'ordre de grandeur de l'imprécision de l'application Wifi analyseur.

Nous relevons donc sur une seule et même distance de 8,851m, 10 valeurs sur un intervalle de temps de 30s, dans le but de calculer notre incertitude (u) :

distance d à la borne (en m)	Intensité du champ (en dBm)
8,851	-57,3
8,851	-52,3
8,851	-56,7
8,851	-53,4
8,851	-54,6
8,851	-54,9
8,851	-52,6
8,851	-54,4
8,851	-56,2
8,851	-57,7

Tableur Excel répertoriant les valeurs mesurées pour notre incertitude

Il nous suffit de rentrer les données dans une calculatrice pour trouver nos valeurs :

Moyenne $\bar{x} = -55,01\text{dBm}$

$Sx = \sigma_{n-1} = 1,916$

$n = 10$

$$u = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

$$u = \frac{1,916}{\sqrt{10}}$$

$u \pm 0,6$

Nous avons 10 mesures, le facteur d'élargissement est de $k = 2,26$. Donc $u \cdot 2,26 = 1,36$

95% des valeurs que nous mesurerons se situeront dans l'intervalle $[-56,37 ; -53,65]$ par rapport au point 8,851m.

On effectue une deuxième mesure d'incertitude au point 1,155m, toujours avec des mesures effectuées sur 30s, mais avec 8 mesures cette fois.

Distance à la borne wifi (en m)	Puissance de l'onde (en dBm)
1,155	-37,3
1,155	-36,7
1,155	-35,5
1,155	-38,9
1,155	-37,8
1,155	-34,9
1,155	-38,4
1,155	-36,3

Tableau répertoriant les valeurs mesurées pour notre deuxième incertitude

Nous trouvons donc cette fois :

$$\text{Moyenne } \bar{x} = -36,975$$

$$Sx = \sigma_{n-1} = 1,391$$

$$n = 8$$

$$u = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

$$u = \frac{1,391}{\sqrt{8}}$$

$$u \pm 0,492$$

Nous avons 8 mesures, le facteur d'élargissement est de $k = 2,37$ Donc $U = 0,492 * 2,37 = 1,17$
 95% des valeurs que nous mesurerons se situeront dans l'intervalle $[-38,15 ; -35,81]$ par rapport au point 1,155m.

Conclusion :

Pour finir, d'après nos observations plus nous nous rapprochons de la source d'émission des ondes électromagnétiques, plus la puissance de l'onde est importante. On observe une décroissance linéaire de la puissance.

c) Choix du maillage et des matériaux

→ Une influence ?

Nous nous sommes tout d'abord interrogés sur l'influence que peut avoir la taille d'un maillage ainsi que le matériau qui le compose sur la puissance des ondes émises par la borne WIFI.

Pour vérifier cette influence, nous avons donc fabriqué une cage prototype que nous placerons sous la borne wifi, qui joue le rôle de blindage électromagnétique. Par la suite, nous réduirons la taille du maillage afin de comparer les différences de puissances des ondes perçues, sachant que nous n'utiliserons qu'un seul est unique matériau, qu'on sait conducteur : l'aluminium (faute d'accessibilité commerciale)

Nous utilisons donc du grillage afin de faciliter la fabrication des différentes cages grâce à sa rigidité.

- Expérience n°1 : comparer le maillage

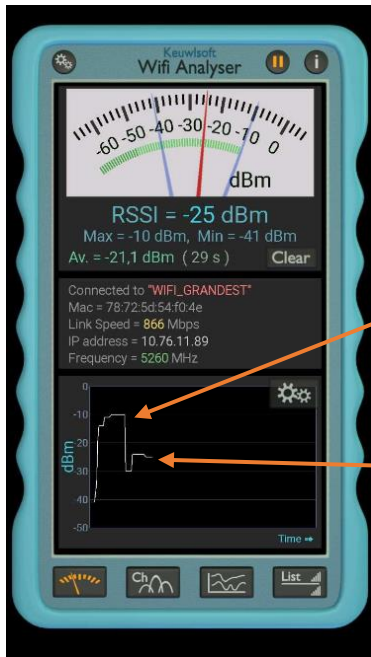
Matériels :

- 1 rouleau de grillage métallique avec une maille de 1,3cm X 1,3cm
- Pincettes
- Téléphone avec l'application « Wifi analyser »

Protocole :

On prend les dimensions de la borne wifi qui sont de 24cmX26cmX7cm et on fabrique une cage ouverte à 5faces grâce aux pincettes avec le grillage de mailles 1,3cmx1,3cm. On se place alors à environ 1cm de la borne wifi et avec l'application on mesure la puissance des ondes perçues par cette dernière sans placer notre cage sous la borne. Puis dans les mêmes conditions, on place la cage originale d'un maillage d'environ 1,3cm X 1,3cm sous la borne Wifi et observons la puissance des ondes perçues par l'application. Ensuite on reprend cette cage et ajoute ensuite un grillage par-dessus à l'aide des pincettes afin de réduire la taille du maillage à 0,7cm X 1,3cm, plaçons la cage sous la borne et observons la nouvelle puissance des ondes perçue par l'application. On peut alors comparer les valeurs relevées et confirmer ou non l'influence du maillage sur le blocage des ondes par la cage.

Résultats :



Capture d'écran de la puissance à la sortie de la borne wifi avec la cage à double épaisseur et sans

Puissance mesurée à la sortie de la borne sans la cage et à 1cm de la borne wifi

Puissance mesurée à la sortie de la borne wifi avec la cage double épaisseur (1cm de distance toujours)

Observations / Interprétation :

Lorsqu'on se place sous la borne wifi sans la cage, la puissance délivrée à la sortie de la borne wifi est de -10dBm. Or lorsque l'on place la cage sous la borne, les valeurs de la puissance des ondes perçues par le capteur sont différentes en fonction du maillage :

- -25dBm pour la cage avec le maillage originale (1,3cm X 1,3cm).

- -30dBm pour la cage avec le maillage réduit (double épaisseur) soit (0,7cm X 1,3cm).

On observe une imprécision de nos mesures puisque -30dBm signifie que la puissance délivrée à la sortie de la borne wifi est relativement élevée et que -20dBm est encore mieux. Cela peut s'expliquer car nous étions à 1cm de la borne wifi.

Avec une double couche, la puissance délivrée à la sortie de la borne wifi est moins importante.

La taille du maillage a donc une influence sur le blocage des ondes électromagnétiques puisqu'ici le matériau des maillages utilisé est le même.

De plus, on observe que plus la taille du maillage utilisé est basse, plus la puissance des ondes perçues par l'application est faible. On sait donc à présent que plus la taille du maillage sera petite, plus la cage bloquera d'ondes.

- **Expérience n°2 : comparer le matériau**

Sur le schéma de la capacité des ondes à traverser différents matériaux, on a pu voir que la réception du signal wifi varie en fonction du matériau traversé.

Pour notre projet, on aurait pu mesurer la puissance à la sortie de la borne wifi avec des plaques de cuivre ou bien d'aluminium où on aurait fait varier l'épaisseur. Cependant, nous supposons qu'en fonction des matériaux, la puissance de l'onde à la sortie de la borne va être plus ou moins atténuée.

Conclusion :

La taille du maillage ainsi que le matériau qui le compose ont une influence sur la puissance des ondes perçues par l'application « Wifi analyseur » et de cette même manière sur le blocage des ondes par la cage.

On se demande alors quelle taille de maillage et quel matériau serait-il donc plus judicieux d'utiliser dans notre projet afin de bloquer un maximum les ondes WIFI.

→ **Le maillage**

Afin de trouver la taille minimum du maillage nécessaire au blocage des ondes WIFI, nous devons diviser la longueur d'onde de l'onde à bloquer par 10. Autrement dit : Taille du maillage $\leq \lambda / 10$.

Ici, nous avons cherché à bloquer les ondes du WIFI et dans notre cas, le WIFI que nous avons étudié est celui des bornes WIFI Grand Est qui possède une fréquence de 5300MHz. Nous voulons alors calculer la longueur d'onde des ondes qu'il émet.

Le WIFI étant une source de micro-ondes, on parle alors ici d'ondes électromagnétiques et leur célérité est donc de $3.00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Afin de calculer la longueur d'onde des ondes émises par la borne, nous utilisons la formule $c = \lambda \times f$ que l'on modifie change en $\lambda = c / f$.

Ici $f = 5300 \text{ MHz} = 5,300 \times 10^9 \text{ Hz}$ donc :

$$\lambda = (2.998 \times 10^8) / (5,300 \times 10^9) = 5.623 \times 10^{-2} \text{ m} = 5,623 \text{ cm}$$

Les micro-ondes ayant une longueur d'onde comprise entre 1mm et 1m, notre résultat est cohérent.

On peut donc à présent calculer la taille minimum du maillage nécessaire au blocage des ondes émises par les bornes WIFI.

On a donc :

Taille du maillage $\leq 5,623 \text{ cm} / 10$
 $\leq 5,623 \times 10^{-1} \text{ cm}$
 $\leq 5,623 \text{ mm}$

Notre maillage doit donc être inférieur ou égal à 5,623 mm afin de bloquer les ondes du WIFI.

Cependant, ce maillage ne permettra alors qu'une "impermeabilité" aux ondes de 95%, 100% n'étant possibles qu'avec une tôle métallique.

→ [Le matériau](#)

Au départ, nous voulions réaliser plusieurs cages avec des maillages faits de différents matériaux afin de comparer avec l'application « Wifi analyseur » la puissance de ondes perçues par cette dernière et de ce fait quel matériau bloquerait le plus les ondes Wifi. Or faute de budget et disponibilité commerciale, nous n'avons pu trouver des grillages de maillage inférieur à 5,623mm en différents matériaux. C'est pourquoi nous avons été contraints de choisir un grillage fait d'aluminium zingué.

d) [La réalisation](#)

Nous avons donc réalisé une cage ajourée en d'aluminium zingué qui devra se placer sous la borne wifi. Nous n'avons pas besoin de la fermer entièrement comme une cage de faraday car nous souhaitons atténuer les ondes et non pas les bloquer complètement c'est pourquoi nous n'avons pas réalisé la construction de la face supposée être contre le plafond. De plus, c'est sous la borne que l'intensité des ondes est la plus forte.

- Fabrication de notre cage

Matériels :

- Rouleau de grillage souple en aluminium zingué de maillage 0,2x0,2mm environ.
- Agrafeuse et agrafes
- Téléphone avec l'application « Wifi Analyser »



Photo du type de maillage utilisé



Montage réalisé avec notre cage

Protocole :

Nous avons fabriqué à l'aide de pinces et d'agrafes une nouvelle cage cette fois à partir d'un fin grillage de 2mmx2mm en aluminium zingué.

On réalise la forme de notre cage par pliage.

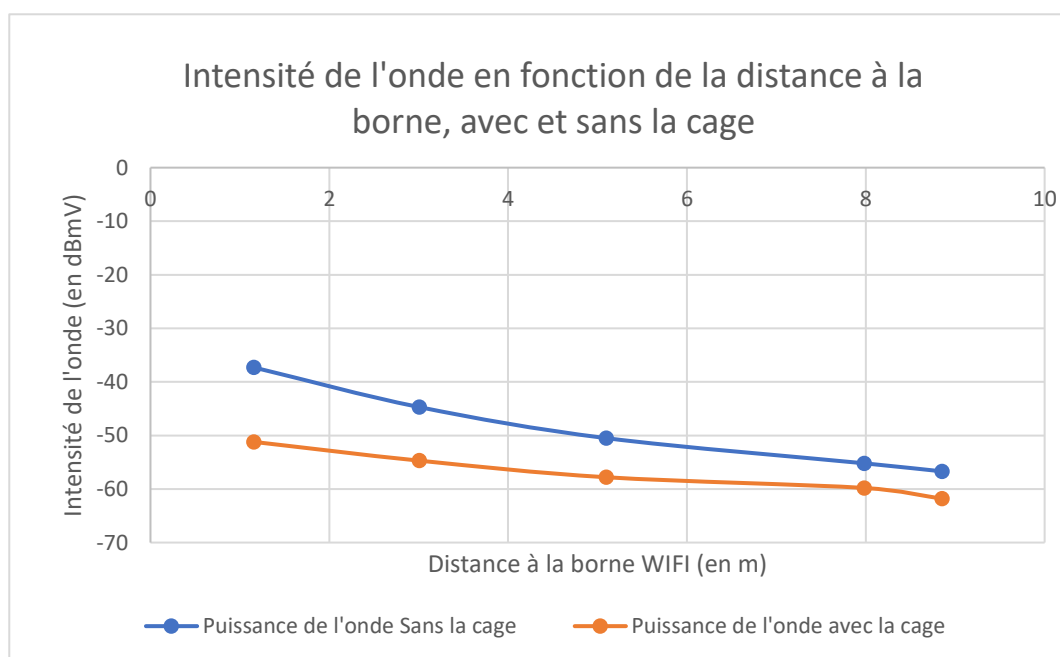
Ensuite, pour tester son efficacité, nous allons utiliser l'application WIFI Analyser, afin de mesurer l'atténuation de nos ondes émises par une borne wifi entourée de notre structure.

Comme précédemment, nous allons enregistrer chaque signal wifi sur une période de 30 secondes pour avoir une base de travail la plus précise possible. Nous allons enregistrer 5 valeurs en conservant les distances de notre expérience précédente pour pouvoir comparer nos résultats par la suite.

Résultats :

Distance à la borne wifi (en m)	Puissance de l'onde Sans la cage	Puissance de l'onde avec la cage
8,851	-56,7	-61,8
7,984	-55,2	-59,8
5,096	-50,5	-57,8
3,006	-44,7	-54,7
1,155	-37,3	-51,2

Tableau Excel des valeurs de la puissance de l'onde avec et sans cage en fonction de la distance à la borne



Observations :

Nous voyons que pour une distance de 7,984m, la puissance de l'onde sans la cage est de -55,2dBm alors qu'avec la cage, la puissance à la sortie de la cage n'est plus que de -59,8dBm.

Elle décroît quand sa distance à la borne augmente, cependant on peut remarquer que le fait d'avoir mis notre cage sous la borne wifi a permis d'abaisser la puissance de l'onde wifi, d'une manière générale. En effet, sur le graphique comparatif, la courbe orange (valeurs enregistrées avec la cage de protection), a pour une même distance des valeurs inférieures et homogènes à la courbe bleu (valeurs enregistrer sans protection).

Conclusion :

Grâce à notre protection mise en place, nous avons constaté une diminution de la puissance des ondes wifi perçue c'est-à-dire une atténuation qui, de plus, est supérieure à celle obtenue par nos autres cages. Nous pouvons alors confirmer que le maillage et le matériau composant une cage ont une réelle influence sur la puissance des ondes wifi perçues et de ce fait, jouent un rôle essentiel dans notre recherche et lutte contre la prolifération du Virus.

Grâce à notre système de protection, nous avons réussi à diminuer la vitesse de propagation du Virus. Cependant, une question reste en suspens : La protection mise en place nous permet-elle de continuer à bénéficier d'une connexion suffisamment stable pour pouvoir l'utiliser ?

Puissance du signal Wifi



Pour garder une puissance de connexion relativement bonne, il faut que la puissance des ondes reçues soit supérieur à -60dBm. Par lecture de notre graphique de comparaison, on aperçoit que nos deux signaux sans et avec la protection bénéficient d'une connexion très bonne et fonctionnelle. Cependant, au-delà de 8m de distance à la borne (avec protection), la connexion devient médiocre et permet uniquement la réalisation de tâches simples nécessitant peu de puissance.

CONCLUSION

Ainsi, après avoir été envoyé dans un laboratoire spécial dans le but de tester ses capacités à limiter la vitesse de propagation du Virus, nous savons maintenant que notre projet est très efficace et permettra de réduire le nombre de personne atteinte sur une période de temps encore inconnue. La réalisation de notre projet nous a permis d'en apprendre plus sur différents phénomènes physiques qui nous ont été jusqu'alors inconnus.

Pour la réalisation d'autres protections identiques, ou alors plus efficaces (en fonction de la demande d'utilisation), nous ferons parvenir au dessinateur Clay Riddel toutes les informations nécessaires à la production de masse de cette cage. Nous pouvons encore sauver l'humanité !

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier M. Saibi, M. Malgras et M. Jambel professeurs de physiques, ainsi que M. Furlan, proviseur du lycée Charles Jully, pour nous avoir donné la chance de participer aux olympiades de la physique.

Ensuite, nous saisissons cette occasion pour adresser nos profonds remerciements aux préparateurs de laboratoire qui nous ont fourni en matériels afin de réaliser nos expériences.

Enfin, nous souhaitons remercier le personnel des ateliers pour leurs précieux conseils.

Sitographie

http://www.al.lu/physics/deuxieme/mousset/champ_magnetique.pdf

https://fr.wikipedia.org/wiki/Induction_électromagnétique

<https://www.petitesexperiences.com/ballon-qui-colle-au-plafond/>

<https://sites.google.com/site/electromagnetismesante/se-protéger-des-ondes/protection-rayons-non-ionisants>

<https://couleur-science.eu/?d=23d1bf--comment-fonctionnent-les-plaques-a-induction>

<http://www.prodigemobile.com/tutoriel/mesurer-force-signal-wifi/>

<https://www.phonandroid.com/android-comment-mesurer-precisement-la-puissance-du-signal-wifi-a-la-maison.html>

<https://le-routeur-wifi.com/puissance-du-signal-wifi/>

<https://www.panoptinet.com/cybersecurite-pratique/quels-sont-les-matériaux-les-plus-impermeables-au-wi-fi.html>

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01127184/document>

<https://www.panoptinet.com/cybersecurite-pratique/une-application-android-pour-analyser-son-reseau-wi-fi.html>

<http://www.prodigemobile.com/tutoriel/mesurer-force-signal-wifi/>

http://dfvtechnologie.com/doc_technique_dfv/normes_afnor/CEM/Thales%20Protection%20CEM.pdf

Images

https://www.acstrasbourg.fr/fileadmin/pedagogie/physiquechimie/terminale_S/specialite/son/Sequence_1_haut-parleur_et_microphone.pdf

<https://www.panoptinet.com/cybersecurite-pratique/quels-sont-les-matériaux-les-plus-impermeables-au-wi-fi.html>