



Transmissions Numériques

Travaux pratiques

La télétransmission

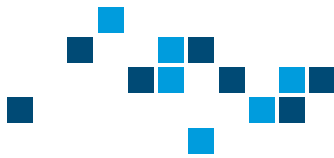
Arnaud Soria & Juliette Bluem

5 décembre 2021



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**

LORRAINE INP
les talents se lèvent à l'Est



Partie I : Mesures antennes et lignes de transmissions

Le but de ce TP est d'étudier la mise en oeuvre des antennes. Nous utilisons un mini-analyseur de réseau miniVNA créée par miniradiosolutions ainsi que le logiciel libre VNA-J.

Dans un premier temps nous étudierons les signaux d'une seule antenne, puis dans une deuxième partie les signaux entre deux antennes qui se font face.

Pour la mise en place du matériel, nous connectons le mini-VNA sur un port USB de l'ordinateur et ouvrons le logiciel.

Nous commençons évidemment par calibrer les outils via un étalonnage en mode réflexion.

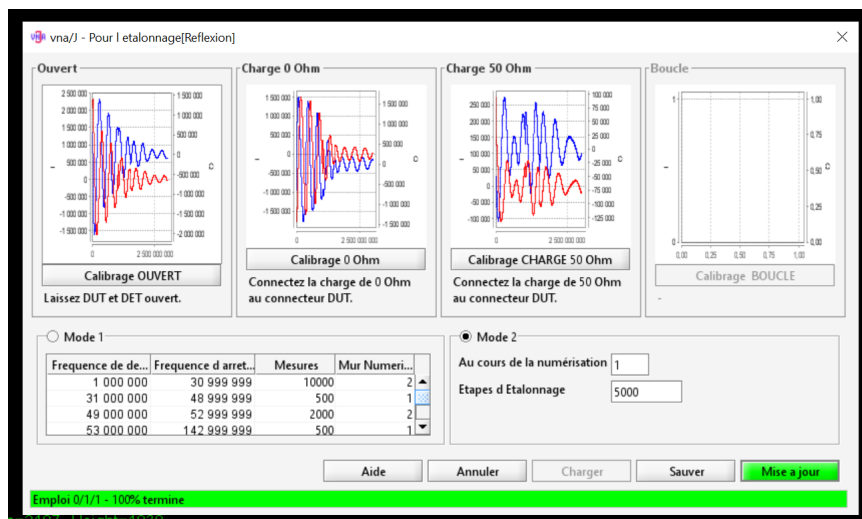


FIGURE 1 – Étalonnage

Nous mesurerons la constante de vélocité du câble afin de l'exclure lors des prochaines mesures.

Nous obtenons un facteur de vélocité de 71%.

Pour la mesure de l'impédance, d'une antenne WIFI connectée au mini-VNA, nous commençons par $RL = -36dB$. Par lecture graphique, nous voyons que la fréquence de résonance de l'antenne est de $2.5GHz$. De plus, $|Z| = 125,6$ et $\theta = -26.4$.

Nous finissons par tracer le diagramme de Smith suivant :

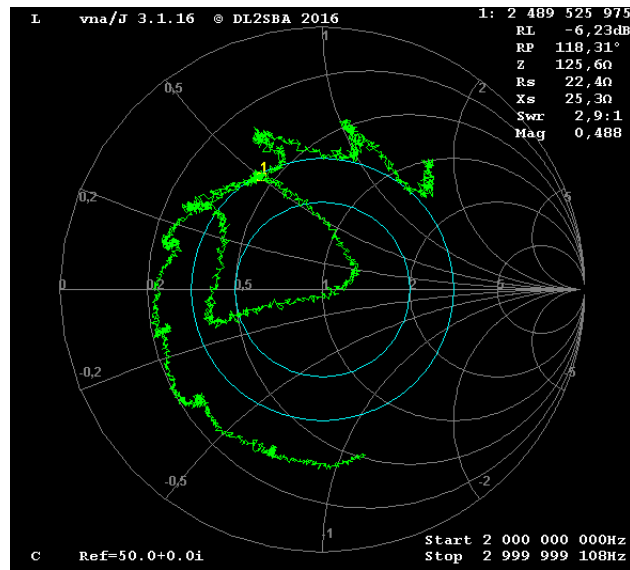


FIGURE 2 – Diagramme de Smith

Nous remarquons que la réactance inductive est plus présente que la réactance capacitive.
Pour tester l'impact de l'environnement sur l'antenne, nous faisons l'expérience de mettre notre main devant l'antenne.

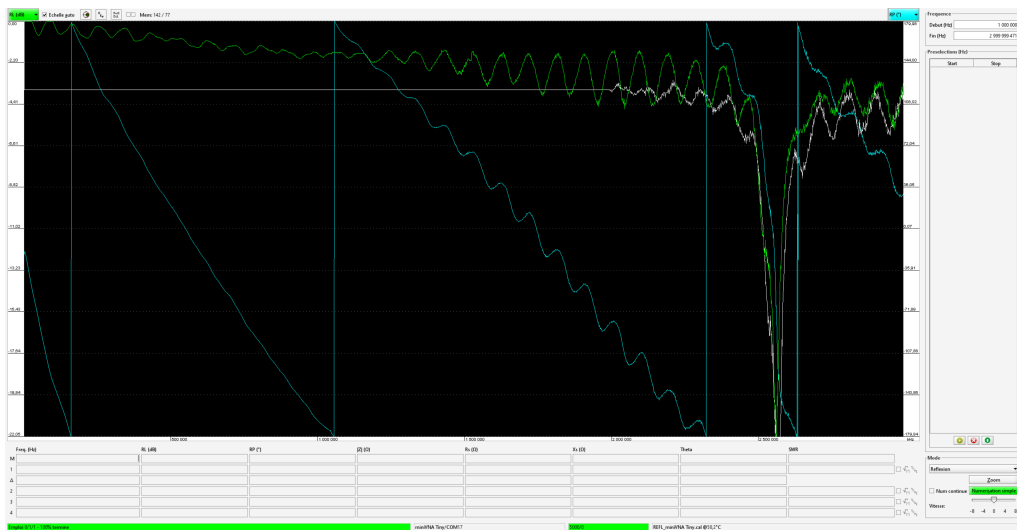
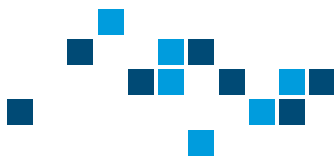


FIGURE 3 – Mesure avec une main devant l'antenne

Sur la figure, nous avons en vert le signal de réception original, et en blanc celui avec notre main qui fait obstacle.
Nous voyons donc que le signal blanc est atténué et légèrement retardé.



Nous mettons cette fois-ci une plaque métallique devant l'antenne.

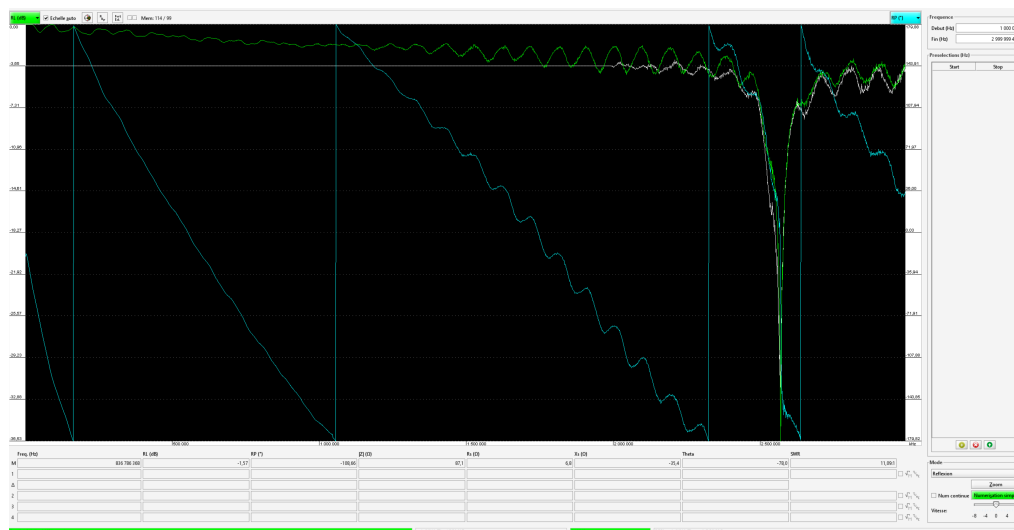


FIGURE 4 – Mesure avec une plaque métallique devant l'antenne

Tout comme avec notre main devant l'antenne, le signal est légèrement décalé mais surtout, il est atténué. Nous posons ensuite l'antenne face à notre table de travail.

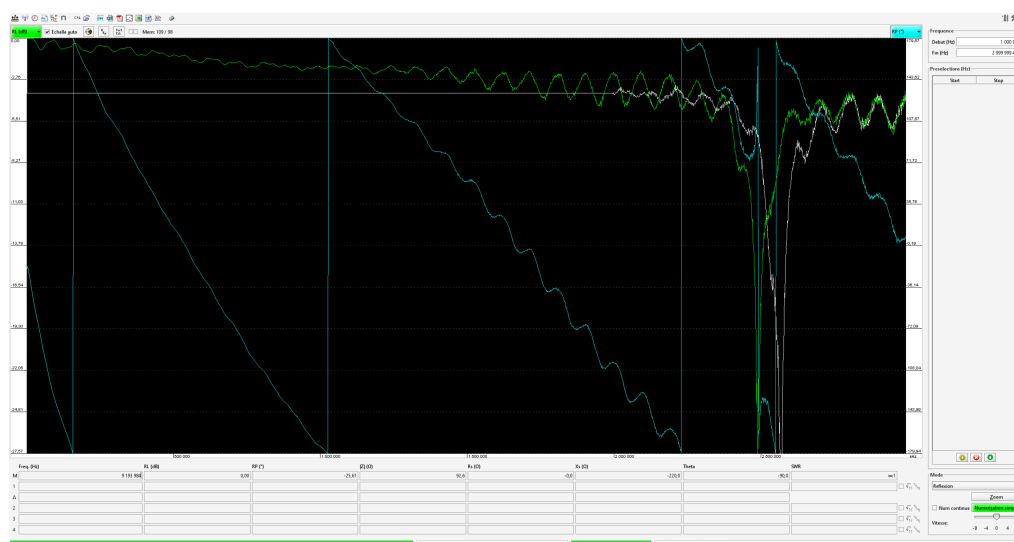


FIGURE 5 – Mesure avec l'antenne orientée vers la table

Cette fois, le signal est non seulement atténué, mais également très retardé.



Enfin, nous la posons sur notre table, face vers le haut.

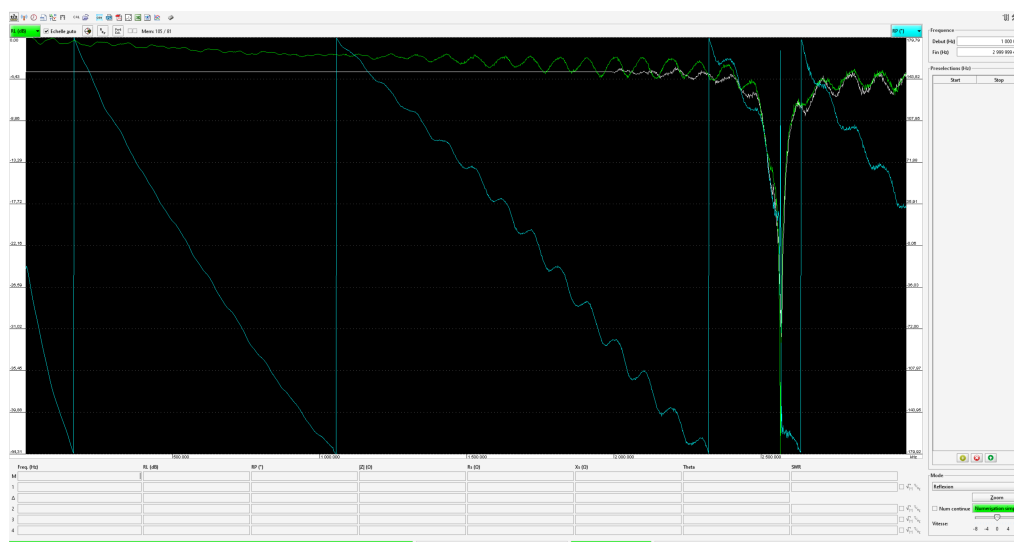


FIGURE 6 – Mesure avec l'antenne orientée vers le plafond

Nous observons que l'environnement joue un rôle extrêmement important lors des transmissions. En effet, il peut atténuer voir bloquer un signal selon sa nature.

Dans une deuxième partie nous réalisons un étalonnage en mode transmission. Nous branchons une seconde antenne placée face à la première. Voici le signal mesuré entre elles.

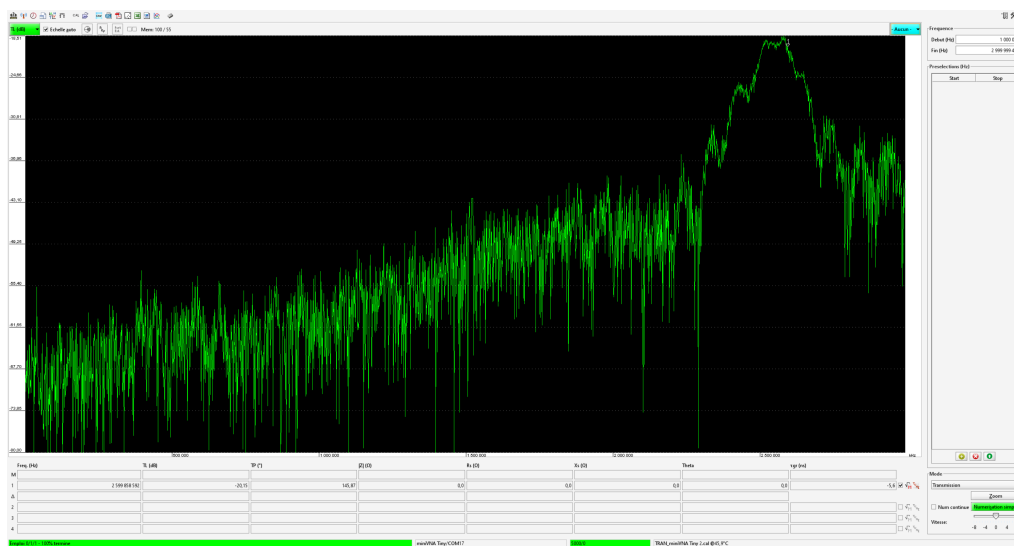


FIGURE 7 – Échange entre deux antennes



Les premiers échanges nous donnent $TL = -20dB$, à $2.6GHz$, nous observons un pic bien plus important. Nous plaçons un bras entre les deux antennes lors d'une mesure.

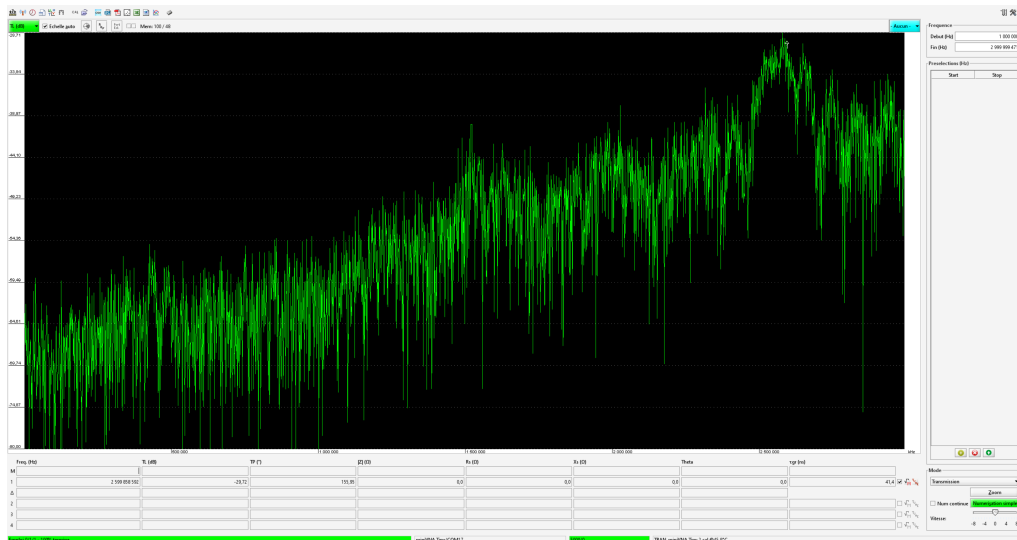


FIGURE 8 – Mesure avec un bras entre les deux antennes

Le signal est perturbé et le pic atténué. Ensuite nous éloignons petit à petit les antennes sans obstacles entre elles. Nous observons un signal de moins en moins clair et qui possède plus en plus de perturbations. En effet, plus la distance est grande, moins l'émission de l'autre antenne est forte par rapport aux autres signaux qui peuvent être interceptés.

distance	0,12	0,165	0,215	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
TL mesuré	-15,48	-24,35	-28,81	-25,62	-32,51	-30,15	-29,34	-34,9
Pc - Pa	-15,12	-17,89	-20,19	-23,08	-25,58	-27,52	-29,10	-30,44

FIGURE 9 – Calcul TL avec augmentation de la distance entre les deux antennes

Le TL mesuré est très proche du TL calculé.



Nous effectuons un désalignement angulaire sur une des deux antennes.

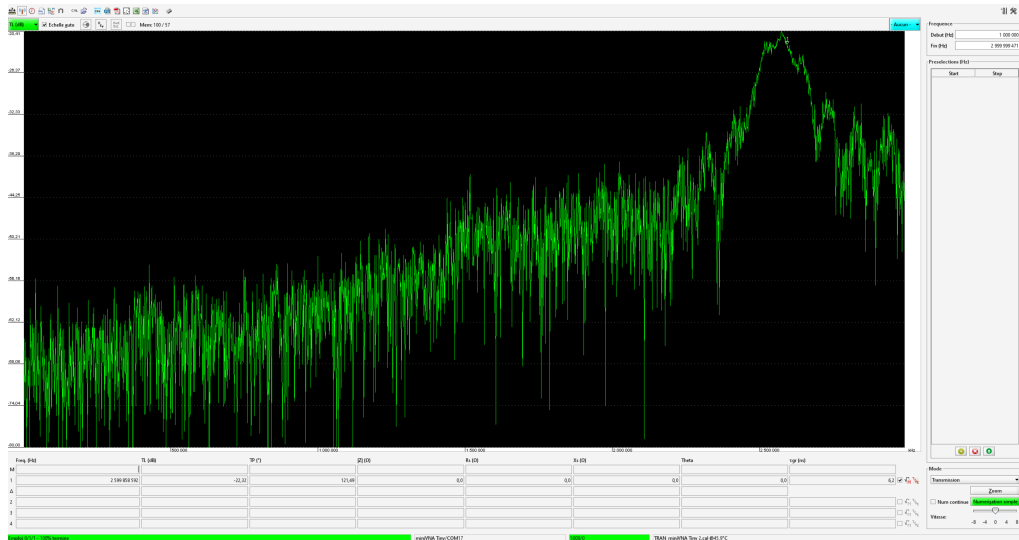
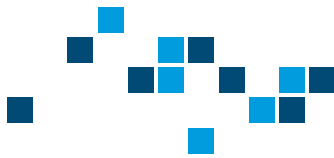


FIGURE 10 – Mesure avec un désalignement angulaire

Nous observons qu'un désalignement ne modifie pas le signal reçu par l'autre antenne tant qu'elles restent l'une en face de l'autre.



Partie II : Simulation d'antennes et télétransmissions sur HFSS

Lors de ce TP, nous avons suivi le tutoriel mis à disposition afin d'utiliser le logiciel *ANSYS Electronics* dans le but de simuler une antenne et son environnement. Pour plus de précisions, la longueur d'onde de l'antenne est $\lambda_0 = 300\text{mm}$. Cette antenne est placée dans une boîte pleine d'air.

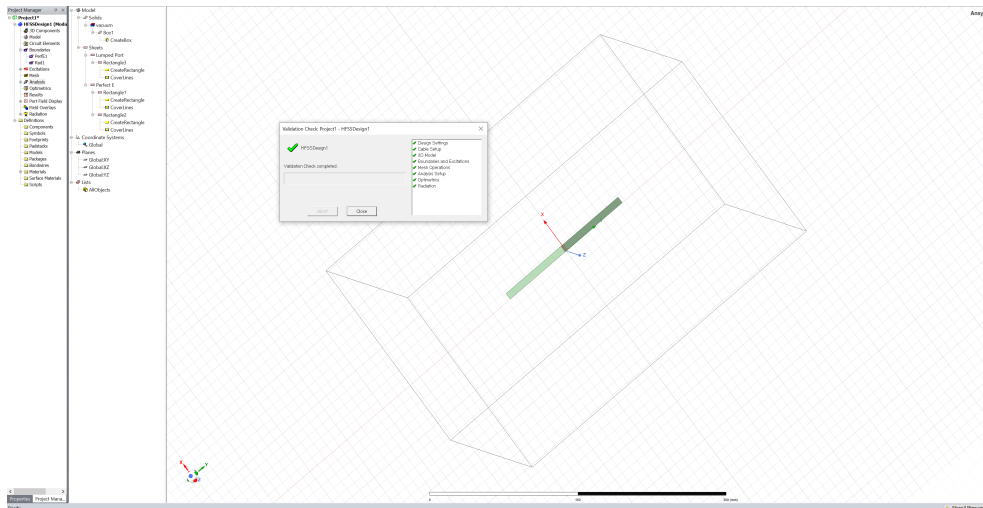


FIGURE 11 – Objet de simulation

Après de multiples paramétrages, nous lançons notre première simulation. Nous traçons un diagramme de rayonnement plan.

Pour une antenne dipôle, le rayonnement est théoriquement nul dans l'axe des brins. Le niveau 0 dB de référence est celui que l'on attribue à l'extrémité des lobes.

Supposons que nous avons notre antenne sur l'axe $-90^\circ \rightarrow 90^\circ$. Cette antenne est bien une antenne dipôle.

Le diagramme de rayonnements 3D nous en donne la confirmation.

Gain Plot 1

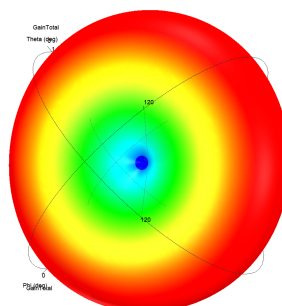
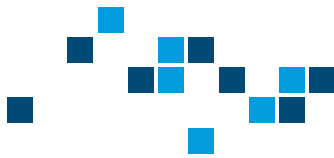


FIGURE 12 – Diagramme de rayonnement 3D



Ces deux diagrammes de rayonnement (plan et 3D) permettent de connaître l'intensité du rayonnement dans telle ou telle direction. On peut noter que le rayonnement de notre antenne est deux-cents fois moins important sur l'axe $-90^\circ \rightarrow 90^\circ$ que sur l'axe $0^\circ \rightarrow 180^\circ$.

Nous avons ensuite tracé un autre diagramme de gain. Celui-ci nous a permis de déterminer la résonance de l'antenne, elle est autour de 2.43dB.

Lors du tracé de S_{11} , nous remarquons des réflexions à droite et à gauche. Ces réflexions sont également visibles sur le diagramme de gain total réalisé. En effet, on remarque que l'antenne est moins efficace pour des fréquences trop faibles ou trop fortes. Attention toutefois, le creux veut simplement dire que nous sommes proches de 50Ω , cela n'a rien à voir avec la fréquence de résonance.

NB : Nous pouvons modéliser une antenne par un circuit RLC. Quand la partie imaginaire de l'impédance totale est nulle, alors c'est que nous sommes à la fréquence de résonance (ici : 680Ω).

Nous avons ensuite ajouté une plaque d'époxy à la simulation.

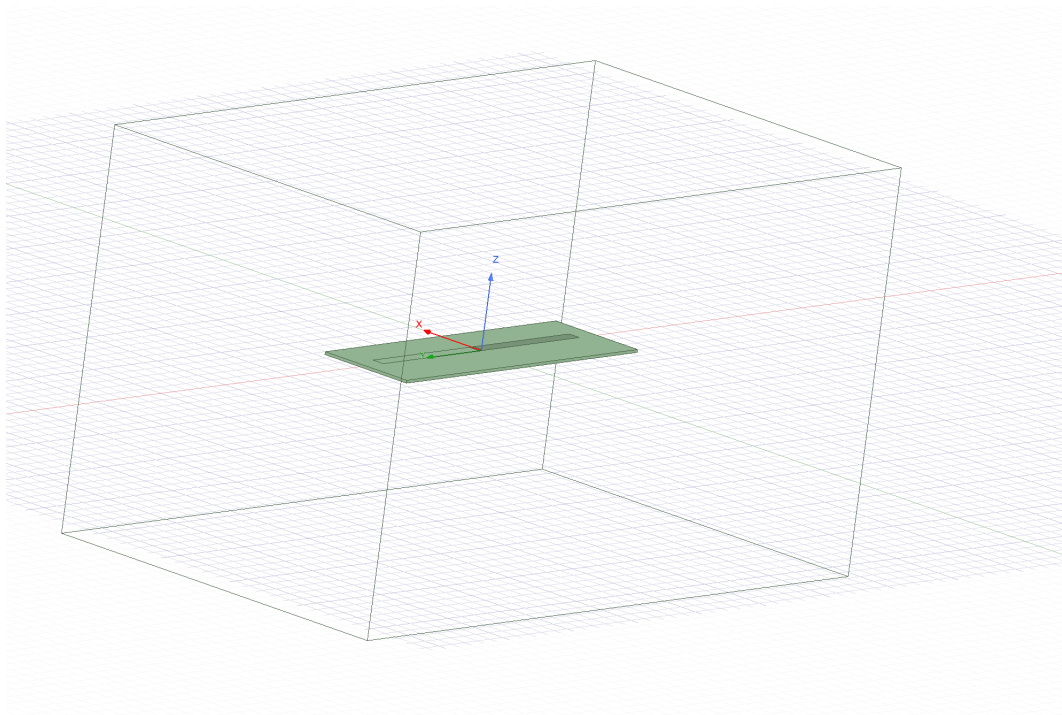


FIGURE 13 – Objet de simulation

Nous remarquons que S_{11} a diminué.

Comme quoi, rien qu'en posant notre antenne sur un matériaux non conducteur, nous en changeons ces caractéristiques.

A l'avenir, dans le cadre d'un dimensionnement d'antenne, il faudra être extrêmement précis sur les caractéristiques de son environnement pour ne pas fausser les calculs.