

09/02/2018

# Compte Rendu TP1

Ligne de transmission en régime  
impulsionnel et ligne microruban

*« J'atteste que ce travail est original, qu'il indique de façon appropriée tous les emprunts, et qu'il fait référence de façon appropriée à chaque source utilisée »*

Léo Guilpain & Thomas Legris

## Table des matières

Introduction.....	2
I. Lignes de transmission en régime indiciel.....	2
1. Préparation.....	2
2. Manipulation .....	3
Question n°1.....	3
Question n°2.....	4
2. Ligne de transmission en régime harmonique et lignes microruban .....	4
1. Dimensionnement des lignes / Ansoft Designer .....	4
Question 1 .....	4
Question 2 .....	5
Question 3 .....	6
Question 4 .....	7
Question 5 .....	7
2. Simulation d'une ligne de transmission .....	8
Question 1 .....	8
Question 2 .....	9
Conclusion .....	10

## Introduction

Dans ce TP nous allons tenter de simuler une ligne de transmission. Cette simulation va nous permettre de déterminer les différentes valeurs de la ligne tels que l'impédance caractéristique et la constante diélectrique.

## I. Lignes de transmission en régime indiciel

### 1. Préparation

On a le schéma suivant :

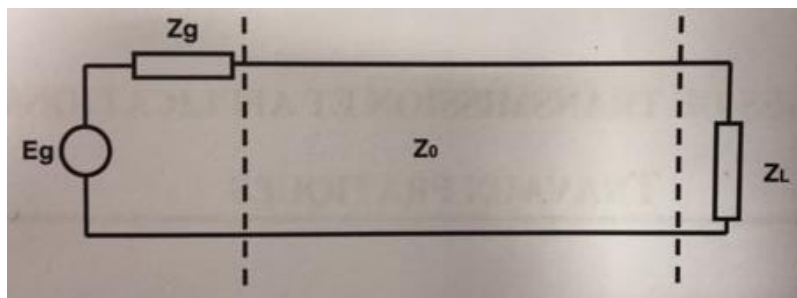


Figure 1 : Ligne de transmission

Au point G, la tension  $V_0$  est :

$$v_0 = E_g \times \frac{z_0}{z_0 + z_g}$$

Pour la tension de sortie  $V_L$ , on a le signal en entrée qui est atténué.

$$v_L = \Gamma v_0$$

On obtient les courbes suivantes :

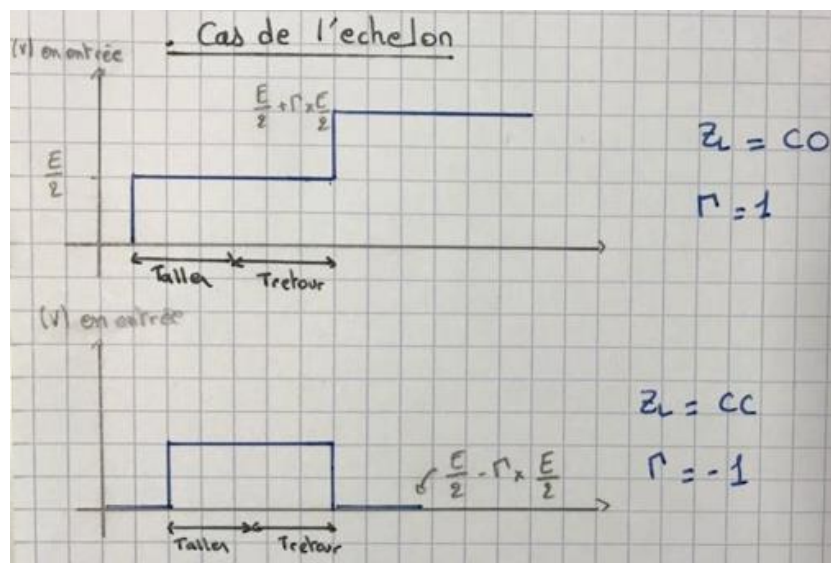


Figure 2 : Forme du signal réfléchi

## 2. Manipulation

On prend  $f = 100 \text{ Hz}$ ,  $V_{pp} = 4 \text{ V}$ , Offset =  $2 V_{DC}$

### Question n°1

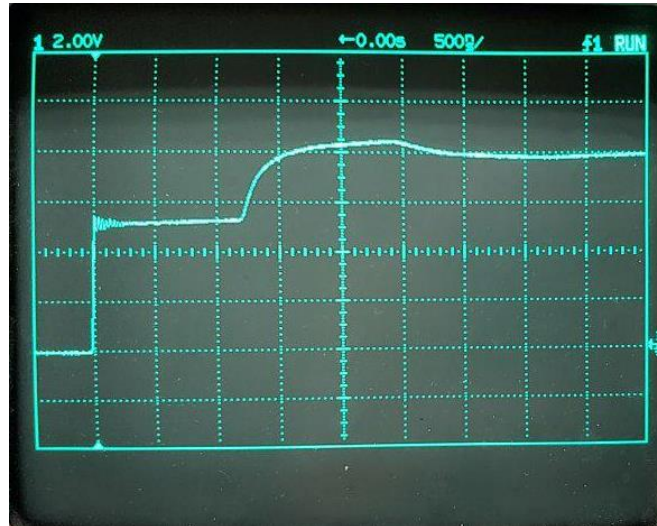


Figure 3 : Visualisation de la réponse indicielle au point G pour  $Z_L = CO$

La courbe obtenue ci-dessus correspond bien à la préparation faite précédemment. Cependant, lors de la préparation les conditions sont idéales tandis qu'ici, on voit bien que le signal n'est pas totalement réfléchi. Cela est dû aux perturbations dans le système. De plus, comme le câble est enroulé, cela joue sur la sortie.

On peut calculer  $T_{aller}$  et  $T_{retour}$ . Un carreau correspond à 500 ns.

Donc on a  $T_{aller} = T_{retour} = 600 \text{ ns}$

Après avoir calculé le saut, on trouve 5.312 V

On peut également déterminer  $E_g = 8.438 \text{ V}$

$$SAUT = E_g \times \frac{z_0}{z_0 + z_g}$$

$$5.312 = 8.438 \times \frac{z_c}{z_c + 50}$$

$$\frac{5.312}{8.438} \times (z_c + 50) = z_c$$

$$\frac{5.312}{8.438} \times 50 = z_c - \frac{5.312}{8.438} \times z_c$$

$$\frac{5.312}{8.438} \times 50 = z_c \left( 1 - \frac{5.312}{8.438} \right)$$

$$z_c = 84.96 \, \Omega$$

### Question n°2

Pour trouver  $Z_c$ , on cherche la résistance  $Z_L$  tels que le signal en entrée ne s'amplifie pas et ne s'atténue pas. On trouve ensuite  $Z_c = Z_L$

Pour cela, on branche un potentiomètre aux bornes de  $Z_L$  pour rendre le signal plus précis.

Après avoir branché un Ohmmètre, on trouve  $Z_c = 89.8 \, \Omega$ .



Figure 4 : Visualisation de  $Z_c$  après avoir mis  $Z_c = 89.8 \, \Omega$

On a ainsi le signal en entrée qui est réfléchi avec moins de perturbation.

## 2. Ligne de transmission en régime harmonique et lignes microruban

### 1. Dimensionnement des lignes / Ansoft Designer

#### Question 1

En changeant les valeurs de  $W$ , on trouve les valeurs suivantes :

W (en mm)	4	2,43	1,5	0,5	0,2
$Z_c$ (en Ohm)	35,277	50,106	67,536	113,926	153,546
Eeff	1,935	1,876	1,822	1,728	1,679

Figure 5 : Valeurs des impédances caractéristiques ainsi que les constantes diélectriques effectives

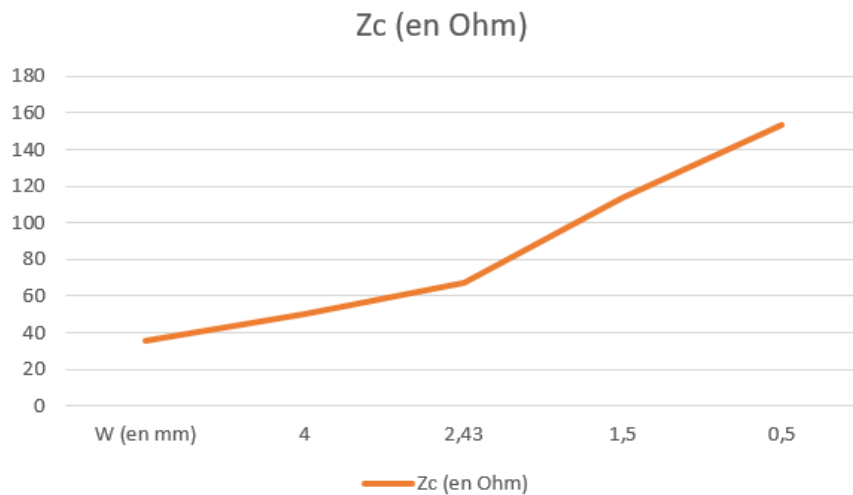


Figure 6 : Variation de  $Z_c$  en fonction de  $W$

On peut voir que  $Z_c$  augmente lorsque  $W$  diminue.

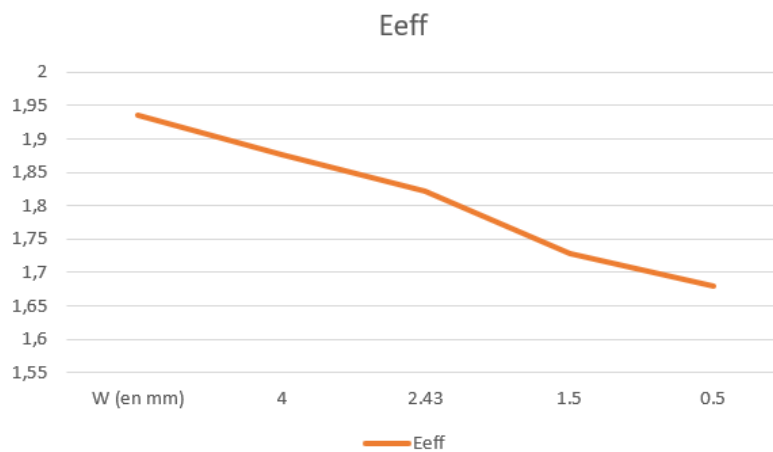


Figure 7 : Variation de  $E_{eff}$  en fonction de  $W$

On peut voir que  $E_{eff}$  diminue lorsque  $W$  diminue.  $E_{eff}$  est lié au débordement des lignes du champ. Plus la ligne est large, plus il y a des lignes de champs qui sont confinés entre le champ et la masse.

### Question 2

On modifie l'épaisseur de  $H$  ( $0,8 \rightarrow 1,6$  mm). On trouve les valeurs suivantes :

W (en mm)	4	2,43	1,5	0,5	0,2
$Z_c$ (en Ohm)	56,927	76,221	96,835	145,577	185,915
Eeff	1,856	1,804	1,762	1,699	1,664

Figure 8 : Valeurs des impédances caractéristiques ainsi que les constantes diélectriques effectives

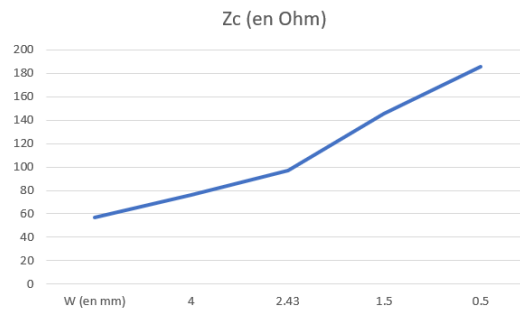


Figure 9 : Variation de  $Z_c$  en fonction de  $W$

Comparé à la courbe précédente,  $Z_c$  augmente légèrement plus. Donc  $Z_c$  dépend également de l'épaisseur du diélectrique. Plus il est épais, plus  $Z_c$  augmente.

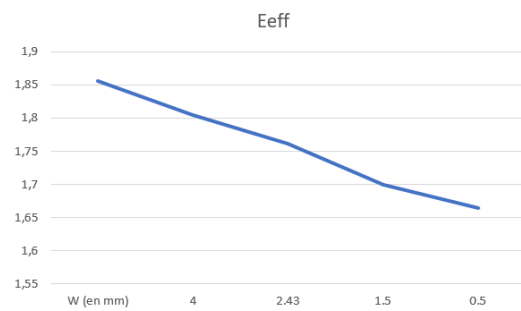


Figure 10 : Variation de  $E_{eff}$  en fonction de  $W$

Comparé à la courbe précédente,  $E_{eff}$  n'est pas modifiée. Donc  $E_{eff}$  ne dépend pas de l'épaisseur du diélectrique.

### Question 3

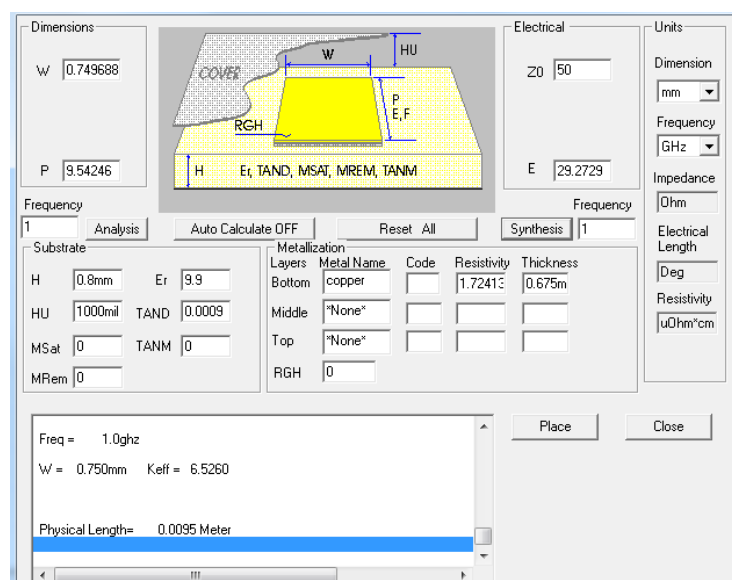


Figure 11 : Modélisation pour trouver la largeur de la ligne

La largeur de la ligne est de 0.75 mm. Pour  $E_{eff}$ , on a 6.526.

## Question 4

Dimensions

W 2.43728

P 54.7211

Frequency

1 Analysis Auto Calculate OFF Reset All Synthesis 1

Substrate

H 0.8mm Er 2.2

HU 1000mil TAND 0.0009

MSat 0 TANM 0

MRem 0

Metallization

Layers	Metal Name	Code	Resistivity	Thickness
Bottom	copper		1.72413	0.675m
Middle	"None"			
Top	"None"			
RGH	0			

Electrical

Z0 50

E 90

Units

Dimension mm

Frequency GHz

Impedance Ohm

Electrical Length Deg

Resistivity uOhm\*cm

Place Close

Freq = 1.0ghz

W = 2.437mm Keff = 1.8759

Physical Length= 0.0547 Meter

Figure 12 : Modélisation pour trouver la longueur de la ligne pour un déphasage de  $90^\circ$

Pour trouver un déphasage de  $90^\circ$ , il faut que la longueur de la ligne soit de 0.0547 mètre soit 54.7 cm.

## Question 5

Dimensions

W 0.749688

P 29.3384

Frequency

1 Analysis Auto Calculate OFF Reset All Synthesis 1

Substrate

H 0.8mm Er 9.9

HU 1000mil TAND 0.0009

MSat 0 TANM 0

MRem 0

Metallization

Layers	Metal Name	Code	Resistivity	Thickness
Bottom	copper		1.72413	0.675m
Middle	"None"			
Top	"None"			
RGH	0			

Electrical

Z0 50

E 90

Units

Dimension mm

Frequency GHz

Impedance Ohm

Electrical Length Deg

Resistivity uOhm\*cm

Place Close

Freq = 1.0ghz

W = 0.750mm Keff = 6.5260

Physical Length= 0.0293 Meter

Figure 13 ; Modélisation pour trouver la longueur de la ligne pour un déphasage de  $90^\circ$  et  $E_r = 9.9$

Pour trouver un déphasage de  $90^\circ$  avec  $E_r = 9.9$ , il faut que la longueur de la ligne soit de 0.0293 mètre soit 29.3 cm. Donc lorsque l'on augmente  $E_r$  cela permet de diminuer la longueur de la ligne.



## 2. Simulation d'une ligne de transmission

### Question 1

On modélise la ligne de la façon suivante :

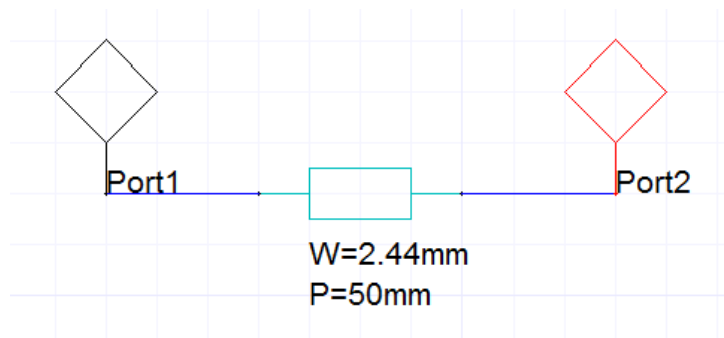


Figure 14 : Modélisation de la ligne

Ensuite, il a fallu déterminer le coefficient de transmission pour 2 plages de fréquences.

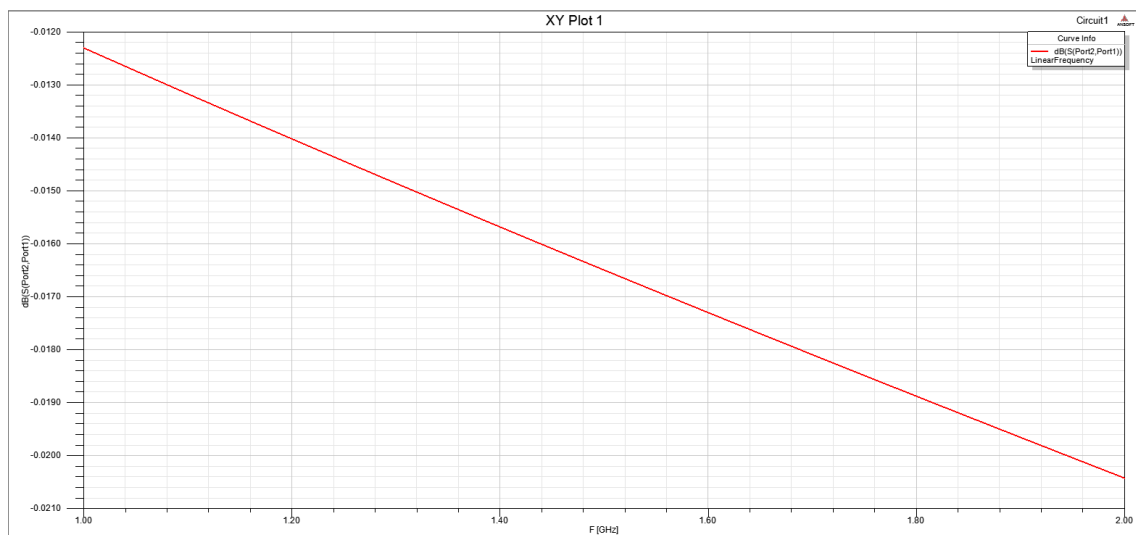


Figure 15 : Entre 1 et 2 GHz  $\epsilon_r = 2.2$

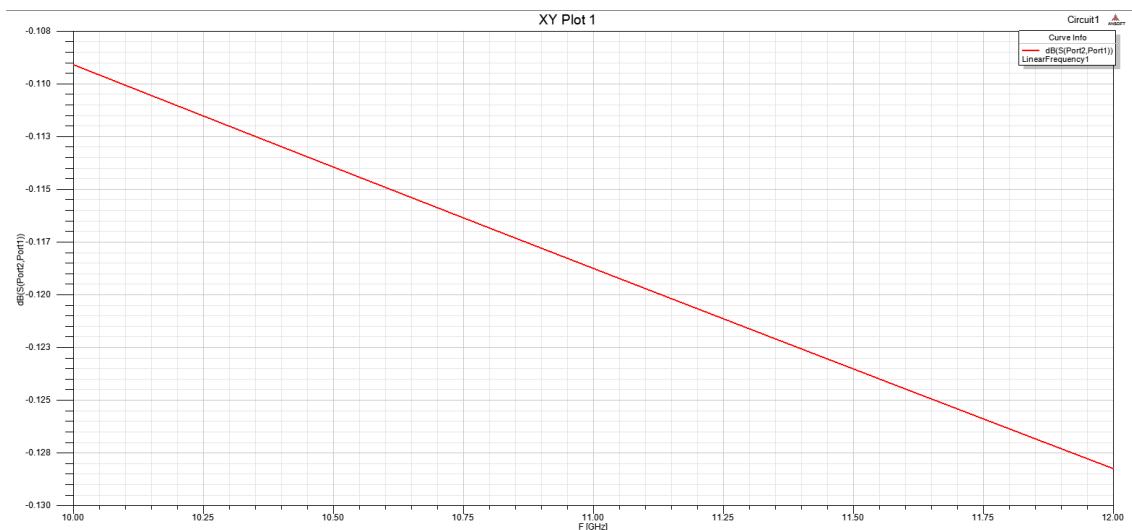


Figure 16 : Entre 10 et 12 GHz et  $\epsilon_r = 2.2$

Comme on peut le voir sur ces courbes, lorsque l'on augmente la plage de fréquence, les pertes augmentent.

Lors de cette deuxième mesure, nous avons augmenté  $\epsilon_r$  puisque nous l'avons passé de 2.2 à 4.4.

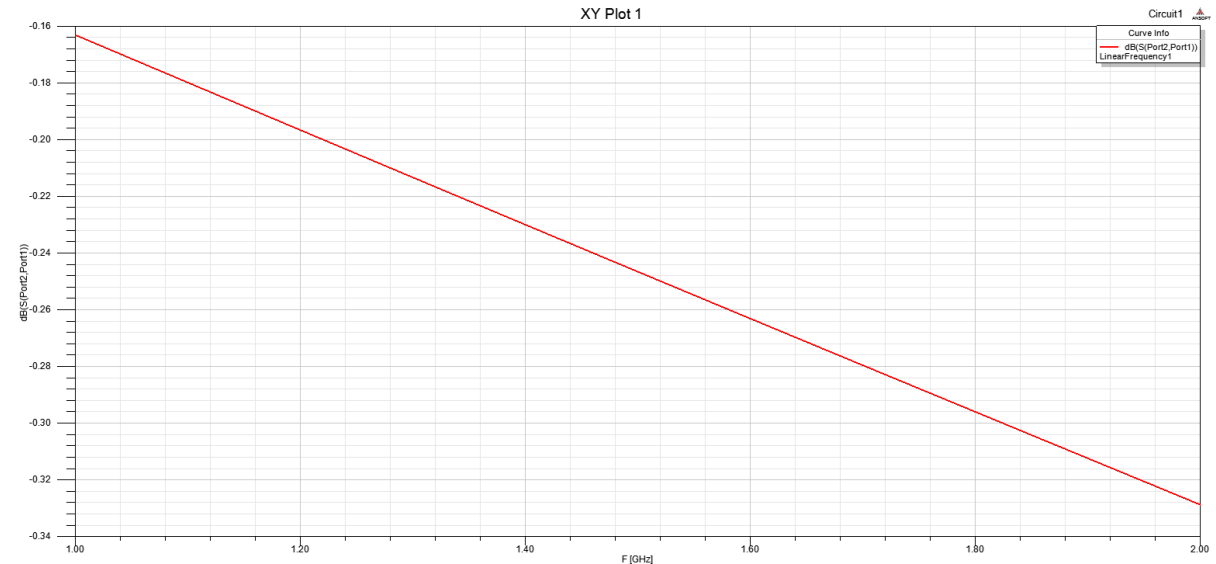


Figure 17 : Entre 1 et 2 GHz  $\epsilon_r = 4.4$

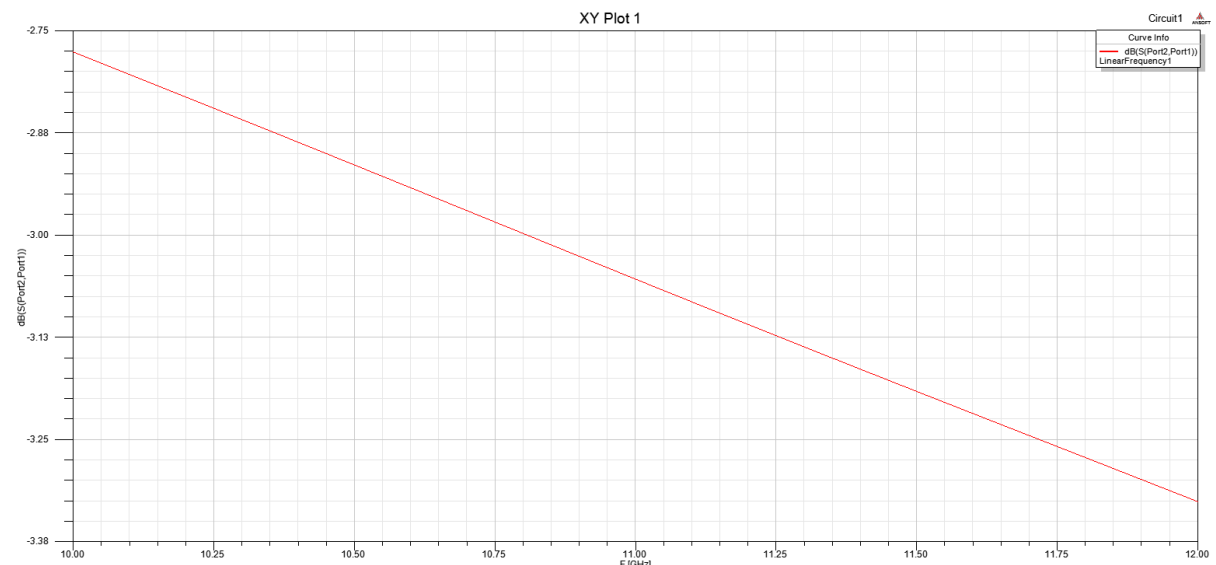


Figure 18 : Entre 10 et 12 GHz  $\epsilon_r = 4.4$

Lorsque l'on augmente la plage de fréquence et  $\epsilon_r$ , les pertes augmentent.

## Question 2

L'optimisation du transfert d'énergie est dû au matériau utilisé, à la longueur de la ligne, etc

## Conclusion

Dans ce TP, nous avons réalisé dans un premier temps des expériences afin de trouver l'impédance caractéristique de la ligne. A l'aide de l'oscilloscope, nous avons pu comparer les différentes courbes en fonction de  $Z_L$  (Circuit Ouvert ou Court-Circuit). Dans un second temps, nous avons utilisé le logiciel Ansoft designer afin de modéliser la ligne de communication. Nous avons pu déterminer les différentes valeurs pour l'impédance caractéristique, pour les constantes diélectriques et pour le coefficient de transmission. Ces valeurs ont été obtenues en modifiant les valeurs de  $W$ , de  $H$  et de  $\epsilon_r$ .