

# TP6 – SUPPORTS DE TRANSMISSION

## Table des matières

|  |   |
|--|---|
| 1. Transmission rf ou sans fil.....            | 2 |
| 1.1. Impédance d'entrée.....                   | 2 |
| 1.1.1. Mesure de l'impédance de l'antenne..... | 2 |
| 1.1.2. Mesures en puissance.....               | 3 |
| 1.2. Bilan de liaison sans fil.....            | 4 |
| 1.2.1. Bande passante.....                     | 4 |
| 1.2.2. Atténuation.....                        | 4 |
| 1.2.3. Comparaison avec la théorie.....        | 4 |
| 2. Transmission sur câble.....                 | 5 |
| 2.1. Mesure d'atténuation.....                 | 5 |

# 1. TRANSMISSION RF OU SANS FIL

## 1.1. IMPÉDANCE D'ENTRÉE

### 1.1.1. Mesure de l'impédance de l'antenne

Vérification de la calibration : mesurer S11 (MEAS:S11) et un tracé sur abaque de SMITH (FORMAT : SMITH CHART) afin de vérifier la calibration pour les charges suivantes : Court Circuit CC, Circuit Ouvert CO et  $50\ \Omega$ .

Relier ARVectoriel à l'antenne. Déplacer un marqueur afin de trouver le point le plus proche de  $50\ \Omega$ . Relever la fréquence correspondante.



$$f_{50\Omega} = 935\ \text{MHz}$$

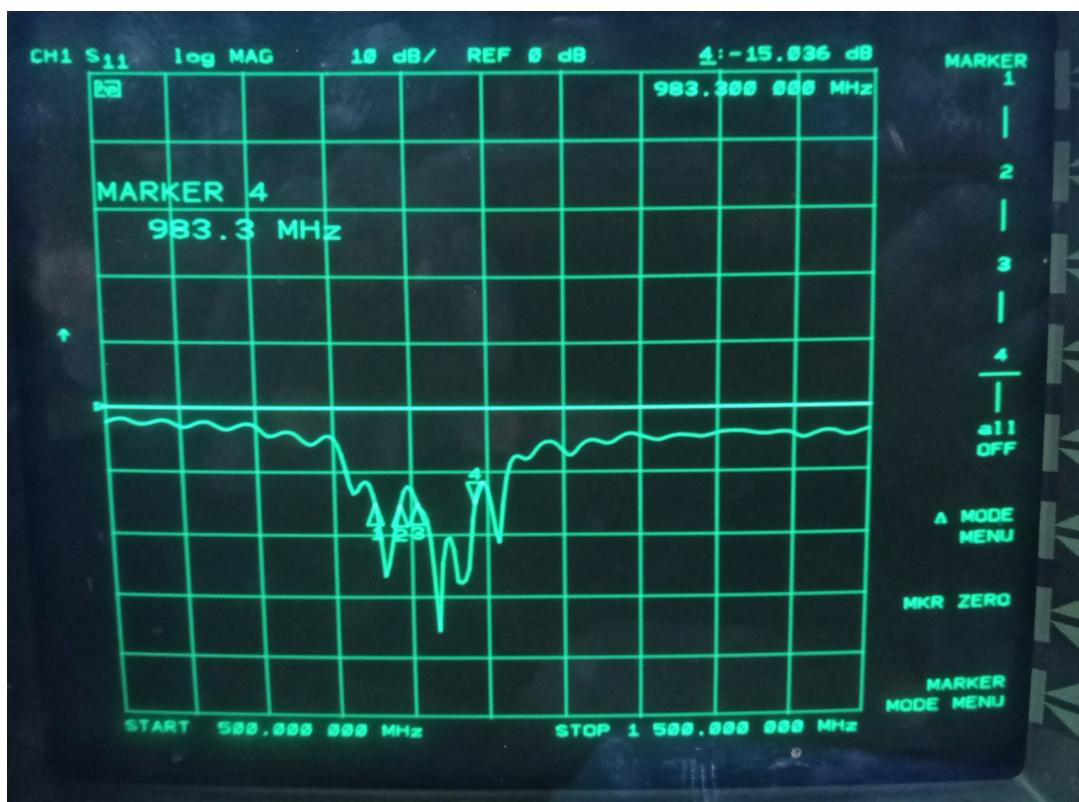
Mesurer le coefficient de réflexion  $\rho=S11$  avec le FORMAT : LOG MAG. Vérifier que le minimum de  $\rho=S11$  est obtenu pour la fréquence relevée à la question précédente.

Le plus petit coefficient de réflexion est obtenu à la fréquence de 935 MHz, trouvé précédemment, et vaut  $-35,8$  dB

Déduire les fréquences ou bandes de fréquences possibles d'utilisation chacun, on choisira par exemple les fréquences pour lesquelles  $S11$  est inférieur à  $-15$  dB

Les fréquences ayant un coefficient de réflexion inférieur à  $-15$  dB sont :

- 852,5 MHz  $\rightarrow$  885,3 MHz
- 907,4 MHz  $\rightarrow$  983,3 MHz
- 1004,2 MHz  $\rightarrow$  1020,9 MHz



Tracer l'impédance sur l'abaque de SMITH et à l'aide d'un marqueur, donner la fréquence du point qui vous semble le plus proche de  $50 \Omega$ .

| $S_{11}$ (dB) | Fréquences correspondantes (MHz) |                            | $ \rho _{\text{théorique}}$ |        |
|---------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------|
| -1,8 dB       | $f_o = 516$ MHz                  |                            | 0,01                        |        |
| -15 dB        | $f_{1\min} = 852,5$ MHz          | $f_{1\max} = 1\,020,9$ MHz | 0,159                       | -0,152 |
| -10 dB        | $f_{2\min} = 815,8$ MHz          | $f_{2\max} = 1\,026,7$ MHz | 0,147                       | -0,019 |
| -5 dB         | $f_{3\min} = 759,4$ MHz          | $f_{3\max} = 1\,168,9$ MHz | 0,471                       | -0,518 |

$$Z_{C0} = \sqrt{11^2 + (-48)^2} = 49 \Omega \Rightarrow |\rho|_{th\acute{e}o0} = \frac{Z - Z_{C0}}{Z + Z_{C0}} = \frac{50 - 49}{50 + 49} = \frac{1}{99} = 0,01$$

$$Z_{C1min} = \sqrt{36^2 + (-5)^2} = 36,3 \Omega \Rightarrow |\rho|_{th\acute{e}o1min} = \frac{50 - 36,3}{50 + 36,3} = \frac{13,7}{86,3} = 0,159$$

$$Z_{C1max} = \sqrt{66^2 + (-16)^2} = 67,9 \Omega \Rightarrow |\rho|_{th\acute{e}o1max} = \frac{50 - 67,9}{50 + 67,9} = \frac{-17,9}{117,9} = -0,152$$

$$Z_{C2min} = \sqrt{32^2 + 19^2} = 37,2 \Omega \Rightarrow |\rho|_{th\acute{e}o2min} = \frac{50 - 37,2}{50 + 37,2} = \frac{12,8}{87,2} = 0,147$$

$$Z_{C2max} = \sqrt{43^2 + (-29)^2} = 51,9 \Omega \Rightarrow |\rho|_{th\acute{e}o2max} = \frac{50 - 51,9}{50 + 51,9} = \frac{-1,9}{101,9} = -0,019$$

$$Z_{C3min} = \sqrt{15^2 + 10^2} = 18 \Omega \Rightarrow |\rho|_{th\acute{e}o3min} = \frac{50 - 18}{50 + 18} = \frac{32}{68} = 0,471$$

$$Z_{C3max} = \sqrt{149^2 + (-51)^2} = 157,5 \Omega \Rightarrow |\rho|_{th\acute{e}o3max} = \frac{50 - 157,5}{50 + 157,5} = \frac{-107,5}{207,5} = -0,518$$



La fréquence la plus proche de  $50 \Omega$  est à 935 MHz.

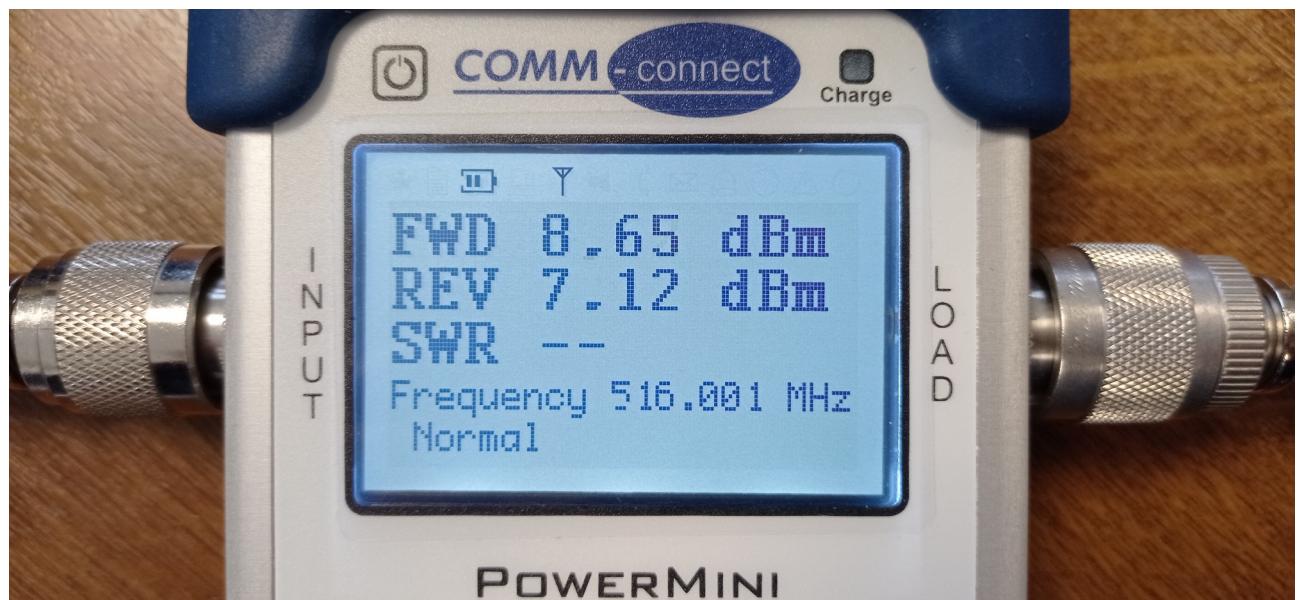
## 1.1.2. Mesures en puissance

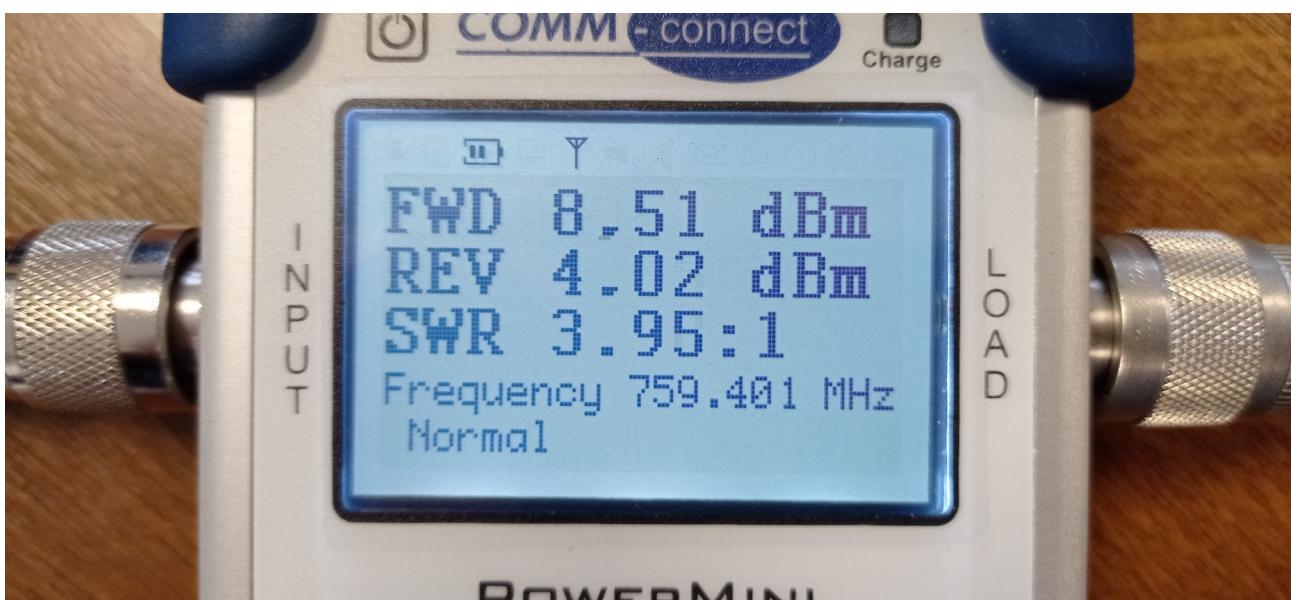
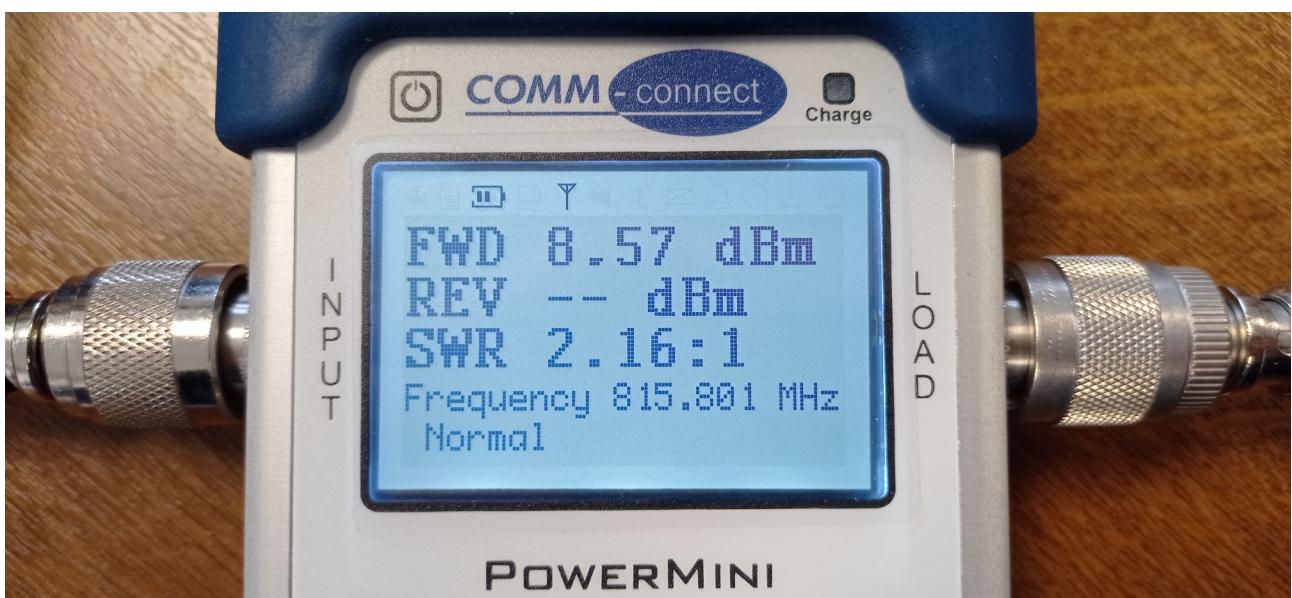
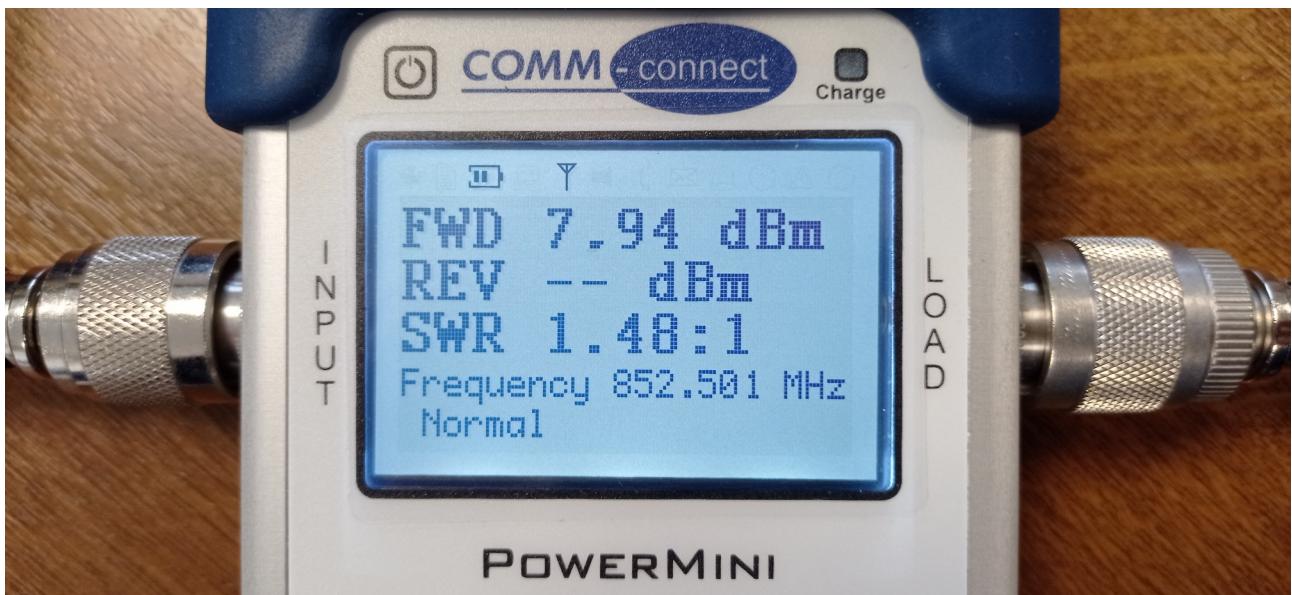
Utiliser une source RF à son niveau de sortie maximum (+10 dBm) le relier au wattmètre puis à l'antenne avec le même câble de mesure que précédemment. En reprenant les mêmes fréquences, compléter le tableau et vérifier la cohérence avec les mesures à l'ARV.

| Fréquence de mesure     | Puissance incidente (dBm) | Puissance réfléchie (dBm) | SWR / ROS | $ \rho $ | $\rho$ (dB) | Puissance absorbée (mW) |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|----------|-------------|-------------------------|
| $f_o = 516$ MHz         | 8,62                      | 7,12                      | -         | 0        | -           | 2,13                    |
| $f_{1\min} = 852,5$ MHz | 7,94                      | -                         | 1,48:1    | 0,194    | - 14,2      | 6,22                    |
| $f_{2\min} = 815,8$ MHz | 8,57                      | -                         | 2,16:1    | 0,367    | - 8,71      | 7,19                    |
| $f_{3\min} = 759,4$ MHz | 8,51                      | 4,02                      | 3,95:1    | 0,596    | - 4,50      | 4,58                    |

Avec :

- $|\rho| = \frac{SWR - 1}{SWR + 1}$
- $\rho_{dB} = 20 \log (|\rho|)$
- $P_{absorbée} = P_{incidente} - P_{réfléchie}$
- $P_{mW} = 10^{\frac{P_{dB}}{10}}$





En comparant avec les valeurs théoriques de l'ARV, nous avons :

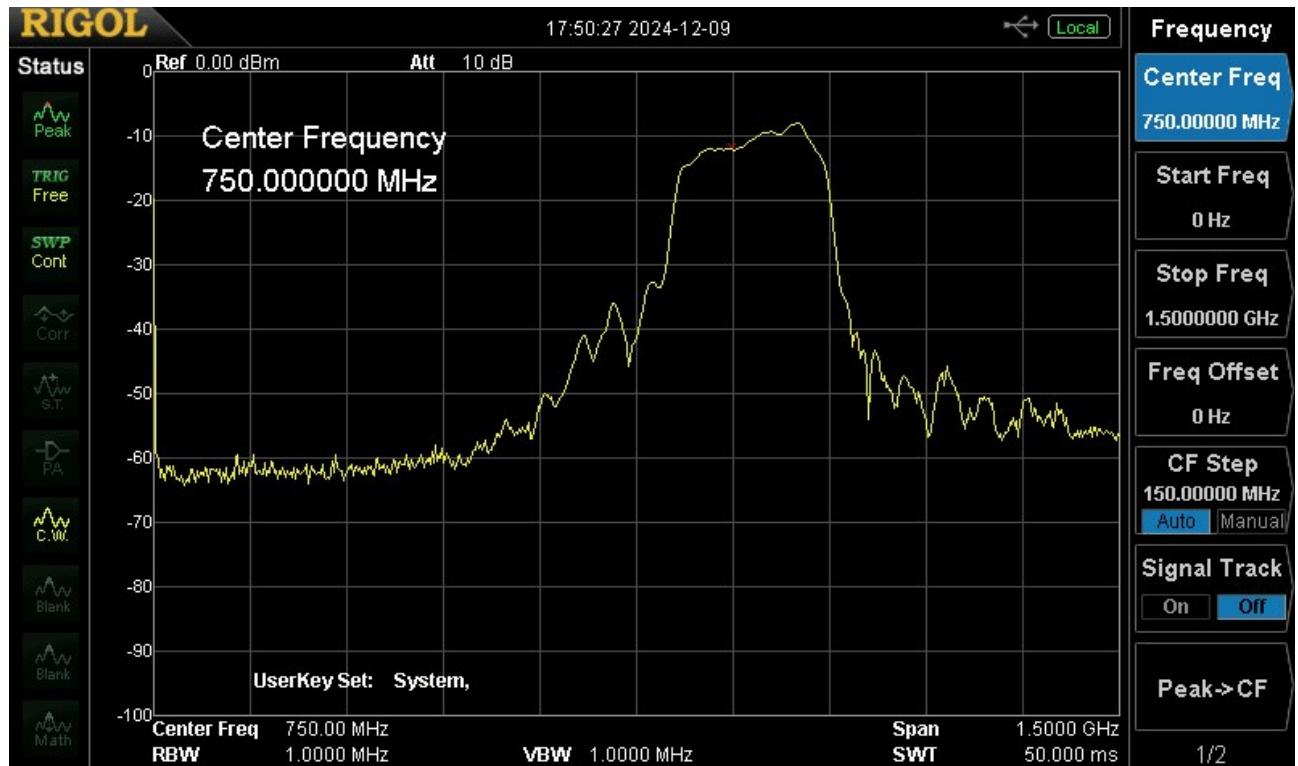
| Fréquence                       | $\rho$    |          |
|---------------------------------|-----------|----------|
|                                 | Théorique | Pratique |
| $f_0 = 516 \text{ MHz}$         | 0,01      | 0        |
| $f_{1\min} = 852,5 \text{ MHz}$ | 0,159     | 0,194    |
| $f_{2\min} = 815,8 \text{ MHz}$ | 0,147     | 0,367    |
| $f_{3\min} = 759,4 \text{ MHz}$ | 0,471     | 0,596    |

Les résultats sont assez proche, sauf pour la valeur à 815,8 MHz qui en pratique vaut plus du double.

## 1.2. BILAN DE LIAISON SANS FILS

### 1.2.1. Bande passante

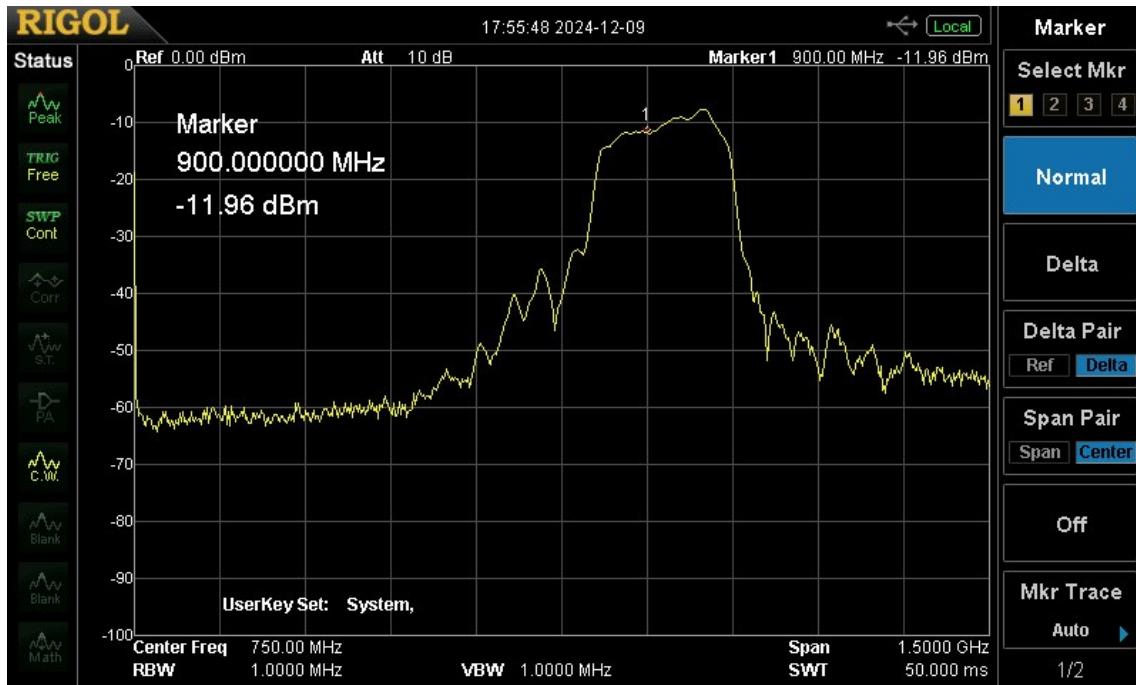
Activer le mode TG, avec un niveau TG Level de 0 dBm. Visualiser le spectre, quelle sera la bande passante à utiliser pour la transmission ? quelle est la largeur de cette bande ?



La bande passante est de 360 MHz et est située entre les fréquences 740 MHz → 1100 MHz.

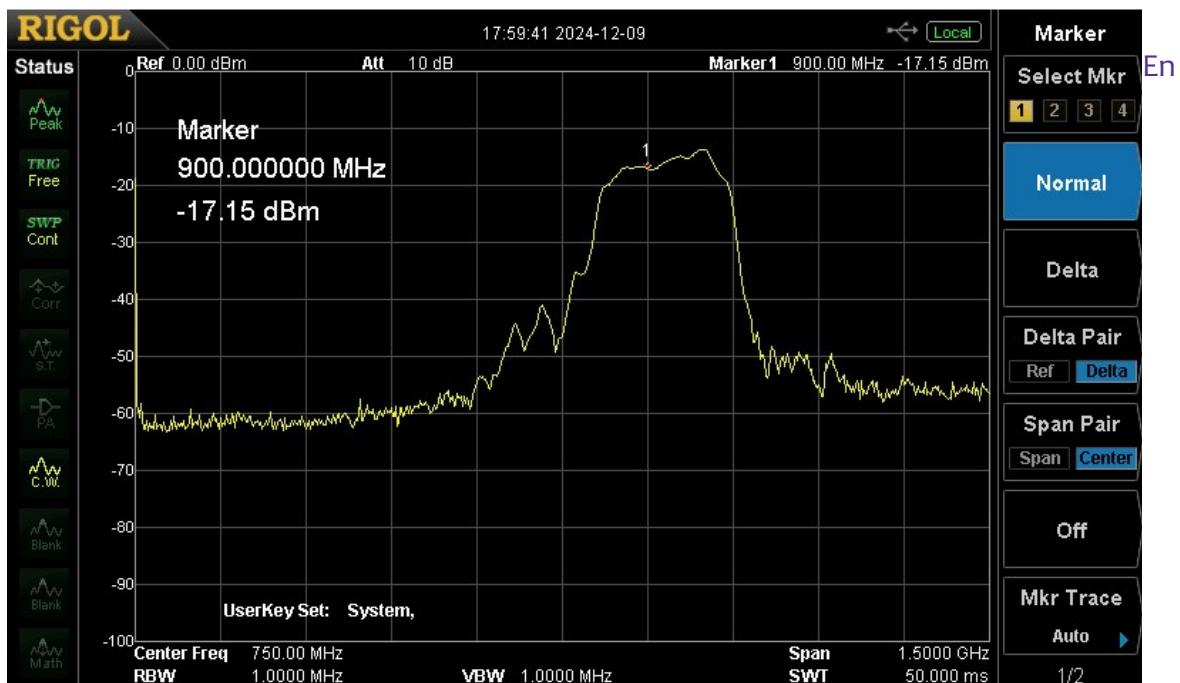
## 1.2.2. Atténuation

Pour une fréquence dans la bande passante, mesurer le niveau en dBm avec les 2 antennes à 10 cm reliés chacune à l'analyseur de spectre par un câble d'environ 1 mètre.



Arbitrairement, j'ai choisi d'utiliser la fréquence de 900 MHz. Son niveau est de – 11,96 dBm.

Rajouter un long câble de mesure de 13 m reliés à l'antenne de réception et mesurer l'atténuation totale du câble et de la transmission. En déduire apportée par le câble dans la bande passante du système.

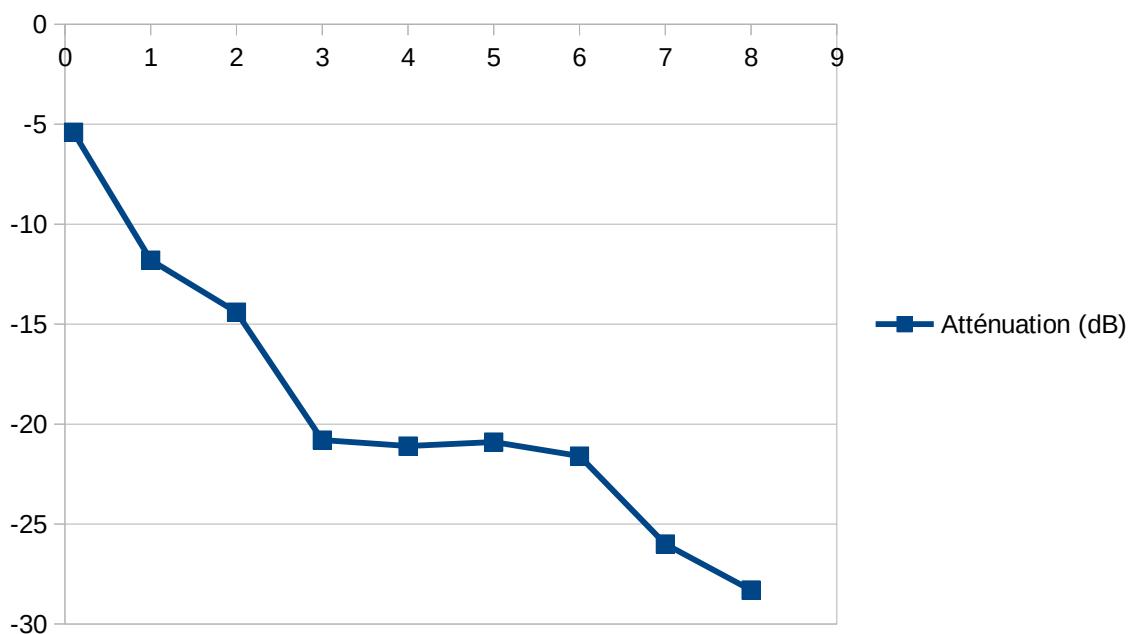


remplaçant le câble d'un mètre par celui de treize, nous trouvons une atténuation de – 17,15 dBm. On a donc une différence de – 5,19 dB. Le gain apporté par le câble est de 0,303.

Déplacer l'antenne d'émission et tracer l'atténuation en dB en fonction de la distance.

**Distance (m) Niveau (dBm) Atténuation (dB) Atténuation (mW)**

|     |       |       |        |
|-----|-------|-------|--------|
| 0,1 | -17,2 | -5,4  | 0,2884 |
| 1   | -23,6 | -11,8 | 0,0661 |
| 2   | -26,2 | -14,4 | 0,0363 |
| 3   | -32,6 | -20,8 | 0,0083 |
| 4   | -32,9 | -21,1 | 0,0078 |
| 5   | -32,7 | -20,9 | 0,0081 |
| 6   | -33,4 | -21,6 | 0,0069 |
| 7   | -37,8 | -26   | 0,0025 |
| 8   | -40,1 | -28,3 | 0,0015 |



### 1.2.3. Comparaison avec la théorie

Superposer au tracé expérimental les tracés obtenus avec la formule de FRIIS et la formule modifiée en ajustant les paramètres  $P_0$  et  $\alpha$  pour que les courbes théoriques et expérimentales soient proches.

| alpha | P0 | R   | Prec(dBm) |
|-------|----|-----|-----------|
| 0,8   | 10 | 0,1 | -22,333   |
| 0,8   | 10 | 1   | -21,533   |
| 0,8   | 10 | 2   | -21,292   |
| 0,8   | 10 | 3   | -21,151   |
| 0,8   | 10 | 4   | -21,051   |
| 0,8   | 10 | 5   | -20,973   |
| 0,8   | 10 | 6   | -20,910   |
| 0,8   | 10 | 7   | -20,857   |
| 0,8   | 10 | 8   | -20,810   |

## 2. TRANSMISSION SUR CÂBLE

### 2.1. MESURE D'ATTÉNUATION

Pour chaque câble coaxial, mesurer les atténuations à 50 MHz et 500 MHz et leur fréquence de coupure à  $-3$  dB :

| Longueur (m) | Atténuation à 50 MHz |              | Atténuation à 500 MHz |            | Fréquence de coupure |
|--------------|----------------------|--------------|-----------------------|------------|----------------------|
| 13,2         | -1,24 dB             | -93,9 dB/km  | -4,98 dB              | -377 dB/km | 261 MHz              |
| 50           | -6,47 dB             | -129,4 dB/km | -25,3 dB              | -506 dB/km | 13,76 MHz            |

Conclure sur l'effet de la longueur du câble sur l'atténuation et la fréquence de coupure.

Plus le câble est long, plus il y a une atténuation.

On observe que le câble de 50 mètres a une atténuation de  $-129,4$  dB/km, là où celui de 13,2 m en a une de  $-93,9$  dB.

**CONCLUSION GÉNÉRALE :** comparer la transmission sans fil et la transmission sur câble en termes de bande passante et atténuation (mentionner dans quelles conditions la bande passante a été mesurée (fréquence, distance...)).

La bande passante a été mesurée à 900 MHz. Pour cette fréquence, la transmission sans fil est assez bonne à courte distance. Mais en augmentant cette distance, le signal a tendance à s'atténuer. A noter qu'il est possible que certaines valeurs soient incorrectes, mais il est plutôt compliqué de bien diriger l'antenne en la tenant et de noter les valeurs. Toutefois cela semble, logique, mais l'inconvénient de la transmission sans fil est aussi qu'à grande distance, l'angle d'erreur augmente. Là où avec une transmission par câble coaxial, le signal est toujours gardé dans le câble. Il y a donc beaucoup moins d'atténuation. Mais dans les câbles, il y a quand même une atténuation. Et plus le fil est long, plus il y a de pertes.

Quelle serait l'intérêt d'utiliser une liaison par fibre optique ?

L'avantage d'une transmission par fibre optique est que nous avons moins de perte dans le câble. Là où une liaison sans fil rajoute une plus grande atténuation et si les antennes ne sont pas bien orientées, alors il peut y avoir des pertes. Avec la fibre optique, les pertes sont bien moindres. De plus, la vitesse est drastiquement augmentée.