

# Les Antennes

Samuel HUET & Thomas COUTANT

25 mars 2018

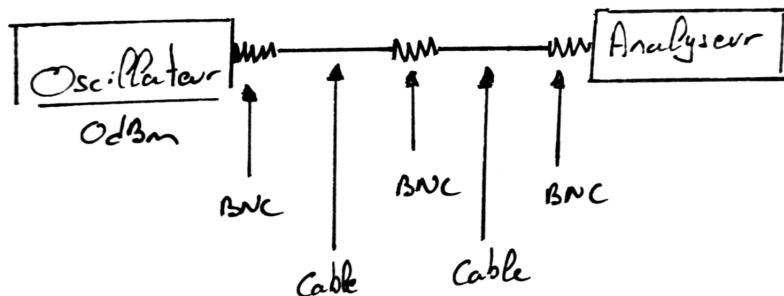
# SOMMAIRE

<b>1 Amplificateur</b>	<b>2</b>
<b>Amplificateur</b>	<b>2</b>
1.1 Pertes . . . . .	2
1.2 Gain . . . . .	2
<b>2 WattMètre</b>	<b>4</b>
<b>WattMètre</b>	<b>4</b>
2.1 Puissance . . . . .	4
2.2 Mesures . . . . .	4
<b>3 Mesure d'antennes</b>	<b>5</b>
<b>Mesure d'antennes</b>	<b>5</b>
3.1 Bande passante . . . . .	6
3.2 Petite antenne . . . . .	7
3.3 Grande antenne . . . . .	8
<b>4 Reception FM</b>	<b>9</b>
<b>Reception FM</b>	<b>9</b>
4.1 Choix de l'antenne . . . . .	9
<b>5 Conclusion</b>	<b>10</b>
<b>Conclusion</b>	<b>10</b>

# Amplificateur

## Pertes

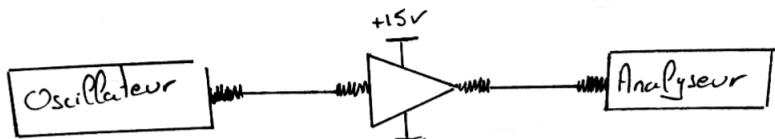
Avant de pouvoir déterminer l'amplification de l'amplificateur, il est nécessaire de déterminer la perte dûs aux câbles. Pour cela, nous utilisons le montage suivant :



Il est ainsi très facile, en visualisant l'analyseur de spectre de déterminer ces pertes. Sur notre exemple, avec les câbles coaxiaux utilisés, la perte de 4.2 dB, mais cela dépend évidemment du type de matériel utilisé. Cette mesure sera donc à prendre en compte pour chaque relevé.

## Gain

Afin de déterminer sa valeur d'amplification, le but est de faire fonctionner. La puissance d'entrée étant connue, ainsi que les pertes dû aux câbles, il suffira alors d'observer la puissance reçue sur l'analyseur de spectre.



Nous avons, avec l'oscillateur, généré un signal de 220 MHz à -15 dBm (Attention à ne pas monter trop haut, en effet, si l'amplificateur sature, la mesure est entièrement faussée. -15dBm est une puissance assez basse mais il serait prudent de réaliser plusieurs fois la mesure avec des puissances d'entrée différentes pour être sûr de la mesure.)

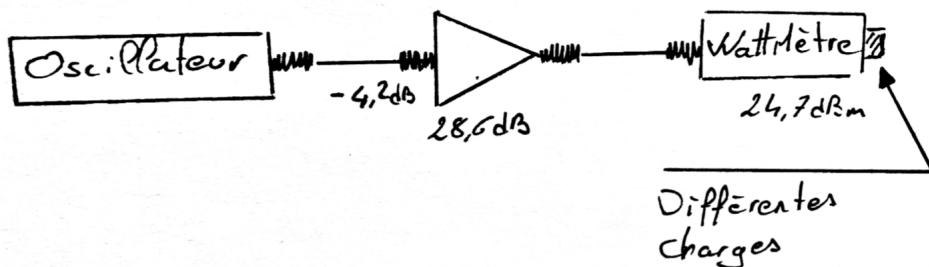
A la sortie, nous avons donc 9.6dBm sur la fréquence 220MHz. En ajoutant les 4.2dBm de pertes sur la ligne, nous arrivons à 13.8 dBm en sortie. La différence étant de 28.6 dB, nous pouvons en conclure qu'il s'agit là du gain de l'amplificateur. Il faut alors la convertir en valeur linéaire :

$$\begin{aligned}10 \log(x) &= 28.6dB \\ \Rightarrow x &= 10^{\frac{28.6}{10}} = 724.4\end{aligned}$$

# WattMètre

## Puissance

Le WattMètre permet de nous donner le ROS (Rapport d'onde stationnaire), mais aussi le FWD (l'onde incidente) et le RFL (l'onde réfléchis). Cependant, il ne fonctionne que dans une certaine gamme de puissance. Ici, la puissance minimal à l'entrée est de 0.3W (=24.7dBm). Nous devons alors calculer quelle puissance il faudra rentrer sur l'oscillateur.



Nous avons donc l'équation :  $x + 28.6 - 4.2 = 24.7$ . Il faudra alors au moins avoir une puissance de sortie de 0.3dBm.

## Mesures

Nous avons alors procédé aux 3 mesures que permettait le wattmètre en y branchant différentes charge :  $50\Omega$ , un court-circuit ( $0\Omega$ ), et un circuit ouvert (impédance infinie). Notre ligne étant adapté pour  $50\Omega$ , nous nous attendons à voir un ROS faible pour la charge  $50\Omega$ . Voici les résultats obtenues :

	$50\Omega$	CC	CO	Charge inconnue
<b>SWR</b>	1.71	15.7 ( $\infty$ )	$\infty$	3.74
<b>FWD (W)</b>	0.330	0.336	0.210	0.283
<b>RFL (W)</b>	0.022	0.262	0.215	0.095

Afin de trouver la charge inconnue, il existe deux formules liant charge et SWR :

$$\text{--- SWR} = \frac{Z_{source}}{Z_{charge}}$$

$$\text{--- SWR} = \frac{Z_{charge}}{Z_{source}}$$

C'est la seconde que l'on va utiliser ici, car elle nous donne la formule suivante :  $Z_{charge} = \text{SWR} \cdot Z_{source} = 187\Omega$  Ce qui correspond au code couleur de  $150\Omega$

# Mesure d'antennes

Afin de déterminer les bandes passantes des antennes, nous pouvons mesurer le ROS de chacune d'entre elles à différentes fréquences. Là où le ROS sera inférieur à 2, nous pourrons conclure que l'antenne est adaptée. Mais avant cela, il serait préférable de déterminer pour quelle gamme de fréquence est taillé chaque antenne.

Pour cela, nous avons 2 formules :

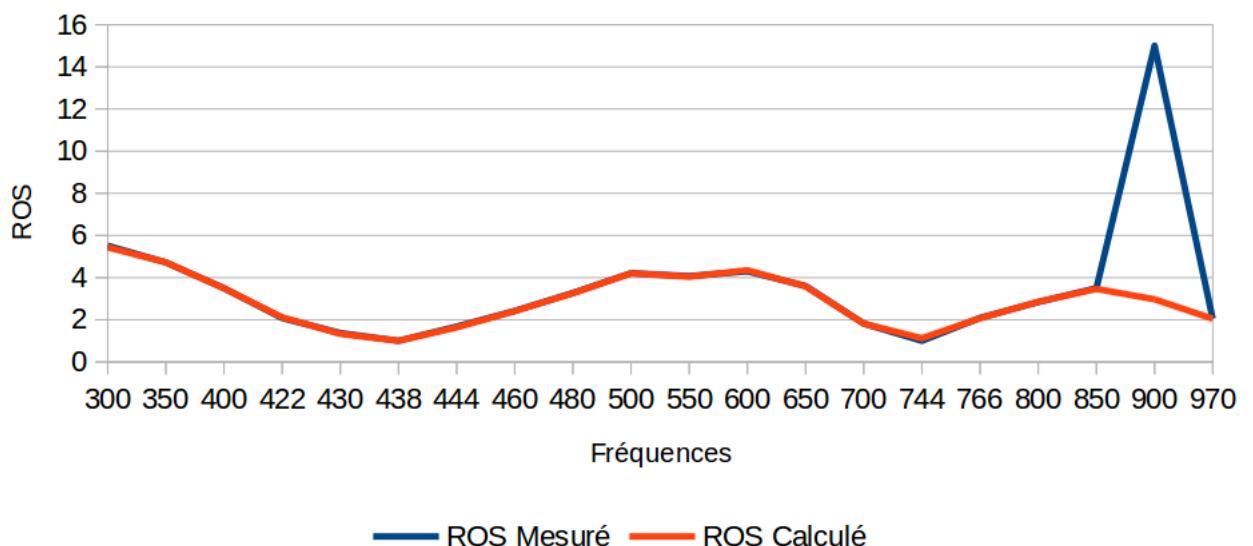
$$\begin{aligned} L &= \frac{\lambda}{4} \\ \lambda &= \frac{c}{f} \end{aligned}$$

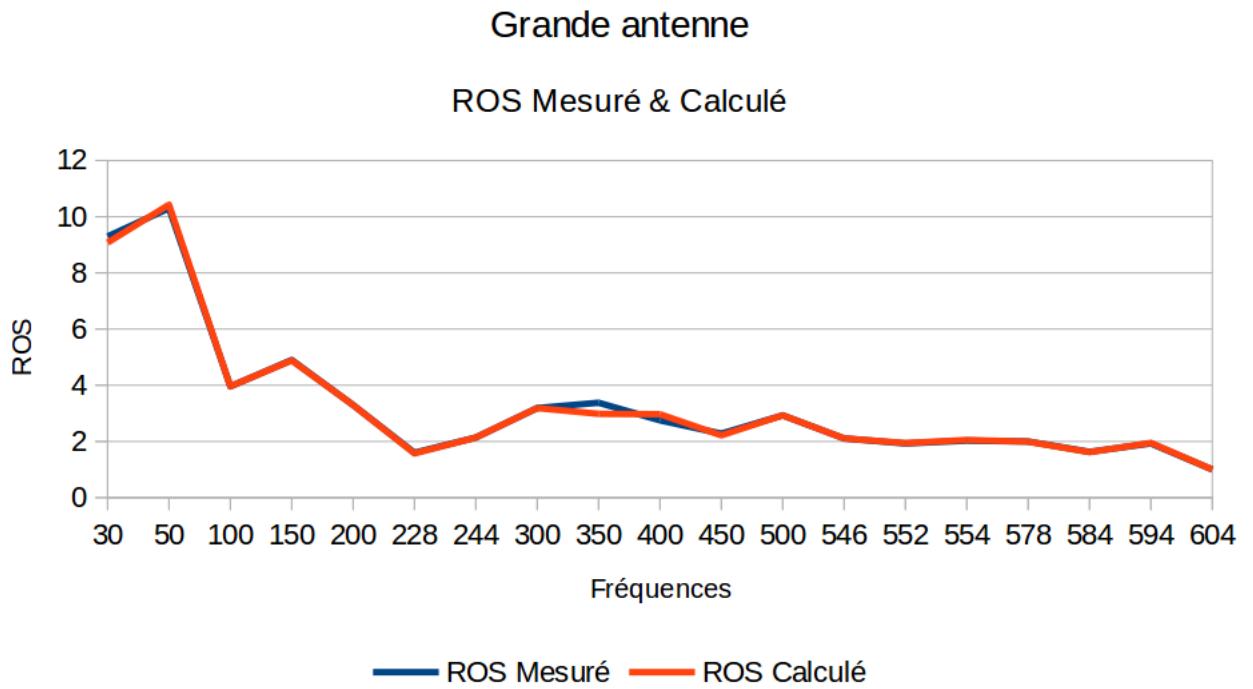
Sachant alors que plus l'antenne est petite, plus elle est adapté aux hautes fréquences, nous pouvons dès lors et déjà supposer que la plus petite est taillée pour la UHF (300MHz - 3000MHz) et la grande, plutôt pour la VHF (30MHz - 300MHz). Voici donc les mesures de ROS pour les deux antennes ainsi que la courbe de calcul du ROS en fonction de l'onde réfléchie et incidente, donnée par cette formule :

$$\text{SWR} = \frac{1 + \sqrt{\frac{P_R}{P_D}}}{1 - \sqrt{\frac{P_R}{P_D}}}$$

Petite antenne

ROS Mesuré & Calculé





On peut voir sur les deux courbes que les ROS mesurés et calculés se suivent avec précision, à l'exception d'un point sur la petite antenne, probablement lié à une erreur de mesure. Cependant, avec des courbes, il est difficile de déterminer la fréquence de fonctionnement de ces deux antennes. Les relevés ne sont pas assez précis et nous devons alors utiliser une autre méthode.

## Bande passante

Afin de déterminer la bande passante des deux antennes, nous regardons sur le graphique où la courbe passe sous la barre des 2. Nous utilisons alors la formule  $BP = f_2 - f_1$ .

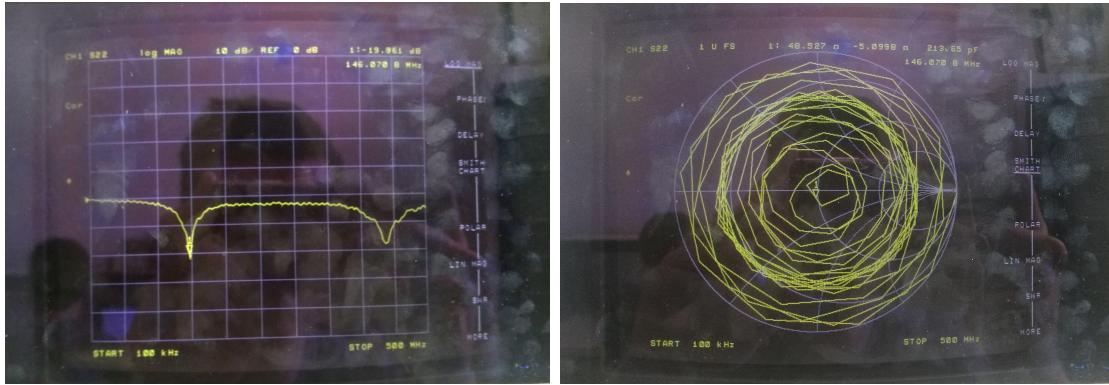
$$BP_{Petite\ antenne} = 460 - 422 = 38\text{ MHz}$$

Il est impossible de trouver la bande passante de la grande antenne grâce à cette méthode. Nos relevés ne sont pas assez précis et il est alors nécessaire d'utiliser une méthode différente.

La seconde méthode consiste à utiliser un analyseur de réseau. Son but est de nous fournir une courbe des paramètres S, et ainsi de voir en quels endroits l'antenne est la plus adaptée. Mais ce genre d'appareil nécessite d'être calibré avant utilisation.

Pour cela, appuyez sur le bouton **CAL** de l'analyseur, on accède alors au menu de calibration. On sélectionne alors le port souhaité puis, grâce aux standards de calibrations ( $50\Omega$ , CC et CO) il suffit de suivre les étapes dictées par la machine en branchant les différentes charges au bon port. Maintenant que notre analyseur est calibré, nous voilà près à déterminer les fréquences.

## Petite antenne

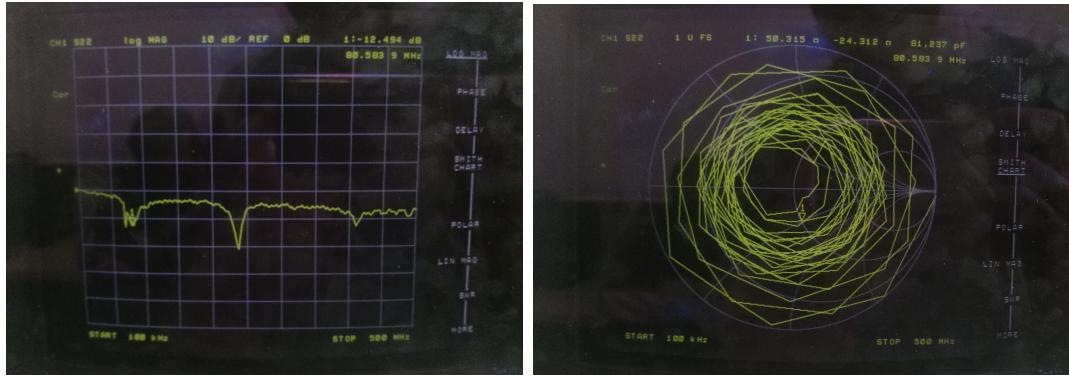


Nous pouvons constater que les courbes sont ainsi bien plus précises que sur les graphiques précédentes. Et nous pouvons réperer des creux importants à 150MHz ainsi qu'à 438MHz. L'antenne ayant plutot une allure UHF, nous allons utiliser la fréquence 438MHz pour les cacules.

$$L = \frac{c}{4 \cdot f} = 17\text{cm}$$

Cette valeur semble cohérente, l'antenne fait à peu près cette taille. Si en pratique elle semble plus petite, c'est grâce à l'inductance placé à sa base qui permet d'en réduire sa taille. Si elle semble plus petite, c'est que le pied n'est pas compris dans l'antenne.

## Grande antenne



Sur la plus grande antenne, nous observons des pics à 75MHz ainsi qu'à 236MHz. Cette antenne étant plutot grande, nous utiliserons la plus petite des deux fréquences pour en déterminer sa taille :

$$L = \frac{c}{4 \cdot f} = 1m$$

Cela correspond à la taille de l'antenne. Bien que plus petite, elle dispose d'une inductance à sa base qui la rend plus courte.

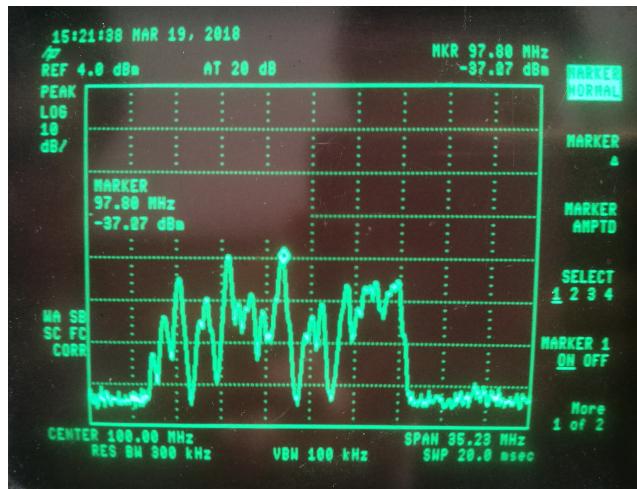
Bien que ces antennes soient addaptés pour différentes fréquences couvrant la bande UHF et VHF, elles ne rayonnent pas sur les deux tableaux. En effet, même si une antenne est addaptée pour une fréquence, cela ne veut pas dire qu'elle saura et pourra la rayonner. Dans ce cas ci, le rayonnement est alors convertis en chaleur.

# Reception FM

## Choix de l'antenne

La bande FM couvre les fréquences allant de 87.5MHz à 108MHz. Elle se trouve donc dans la bande VHF. Bien que la petite antenne soit adaptée à la fréquence de 150MHz, la grande est mieux taillée avec son adaptation à 75MHz et sa taille. Ce qui fait d'elle une antenne parfaite pour la réception FM.

Nous avons donc placé l'antenne sur un plan de masse, puis nous l'avons branché directement à l'entrée de l'analyseur de spectre. Nous distinguons alors 3 raies que voici :



Les fréquences sont donc :

- 89.6 MHz
- 93.48 MHz
- 97.7 MHz

Afin de valider notre choix d'antenne, nous avons branché les deux, et observé les niveaux de puissance reçus.

	89.6 MHz	93.48 MHz	97.7 MHz
<b>Grande antenne</b>	-28.3 dBm	-29.5 dBm	-26.7 dBm
<b>Petite antenne</b>	-40.7 dBm	-34.8 dBm	-35 dBm

Nous pouvons voir alors très clairement que la plus grande reçoit une puissance bien plus élevée, nous confortant ainsi dans notre choix.

# Conclusion

Lors de ce TP nous avons donc appris à calculer les puissance de deux antennes (UHF et VHF) pour pouvoir déterminer le ROS et les bandes passantes. Ces mesures nous ont fait comprendre que les antennes avaient plusieurs "bandes passante", mais qu'elles ne rayonnent qu'à une seule fréquence. Ce qui veut dire qu'elles n'ont qu'une seule plage de fonctionnement, que l'on peut facilement déduire grâce à leurs tailles. A la suite de ce TP nous avons essayé d'écouter la radio en utilisant une des deux antennes (VHF). Cependant nous avons pas réussi à entendre un seul son venant du synthétiseur de fréquence, même après plusieurs réglages et nouvelles tentatives.