

étude d'antenne double-J VHF/UHF

Loïc Fejoz

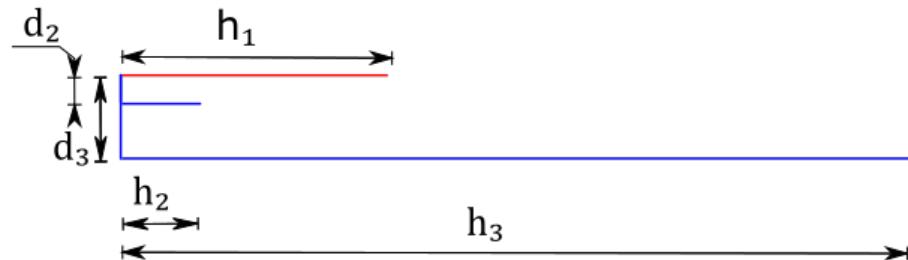
2022-02-03

Table des matières

Antenne double-J pour l'VHF et la UHF	1
Simulation sans effet de plan de masse	2
Simulation avec effet de plan de masse	5
Etude des effets des différents parties	9
Réalisation à base de mètre-ruban	11

Antenne double-J pour l'VHF et la UHF

Dans cette étude, j'ai cherché à étudier une antenne qui est fait une combinaison de 2 antennes en J : une partie étant dédiée à l'UHF, l'autre à la VHF. Le code source du PDF, les images, les modèles NEC sont tous disponibles sous licence MIT dans le projet GitHub afférent : <https://github.com/loic-fejoz/antenna-carnival/>



paramètre	dimension
h_1	470mm
h_2	140mm
h_3	1400mm
d_2	50mm
d_3	150mm
rayon	2mm

Voici quelques liens la décrivant :

- <https://nt1k.com/open-stub-j-pole-project-completed-many-times/>
- <https://forums.radioreference.com/threads/open-stub-j-poles.367174/>
- <http://www.arrowantennas.com/osj/j-pole.html>
- <https://www.n4nrv.org/build-and-review-dual-band-j-pole-144-440mhz/>

Pour rappel, les bandes radio-amateurs :

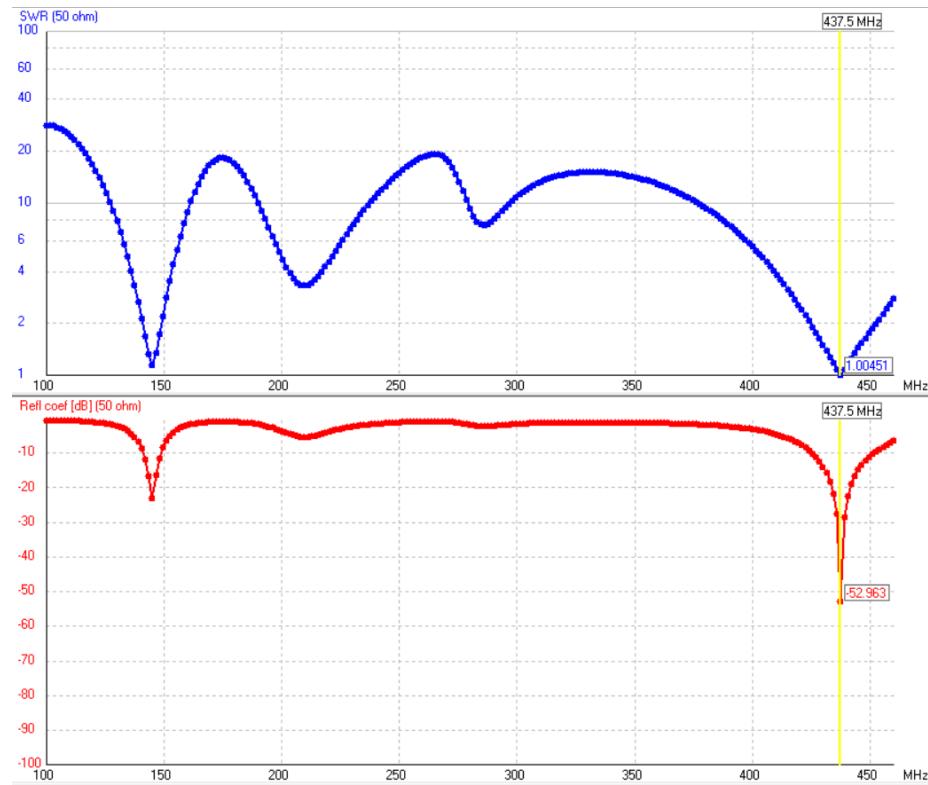
	min	max
VHF	144Mhz	148Mhz
UHF	430Mhz	440Mhz

De part la configuration du relais local, le cas qui m'intéresse plus particulièrement est 145Mhz et 439,750Mhz. J'expliquerai plus loin comment l'accorder.

Simulation sans effet de plan de masse

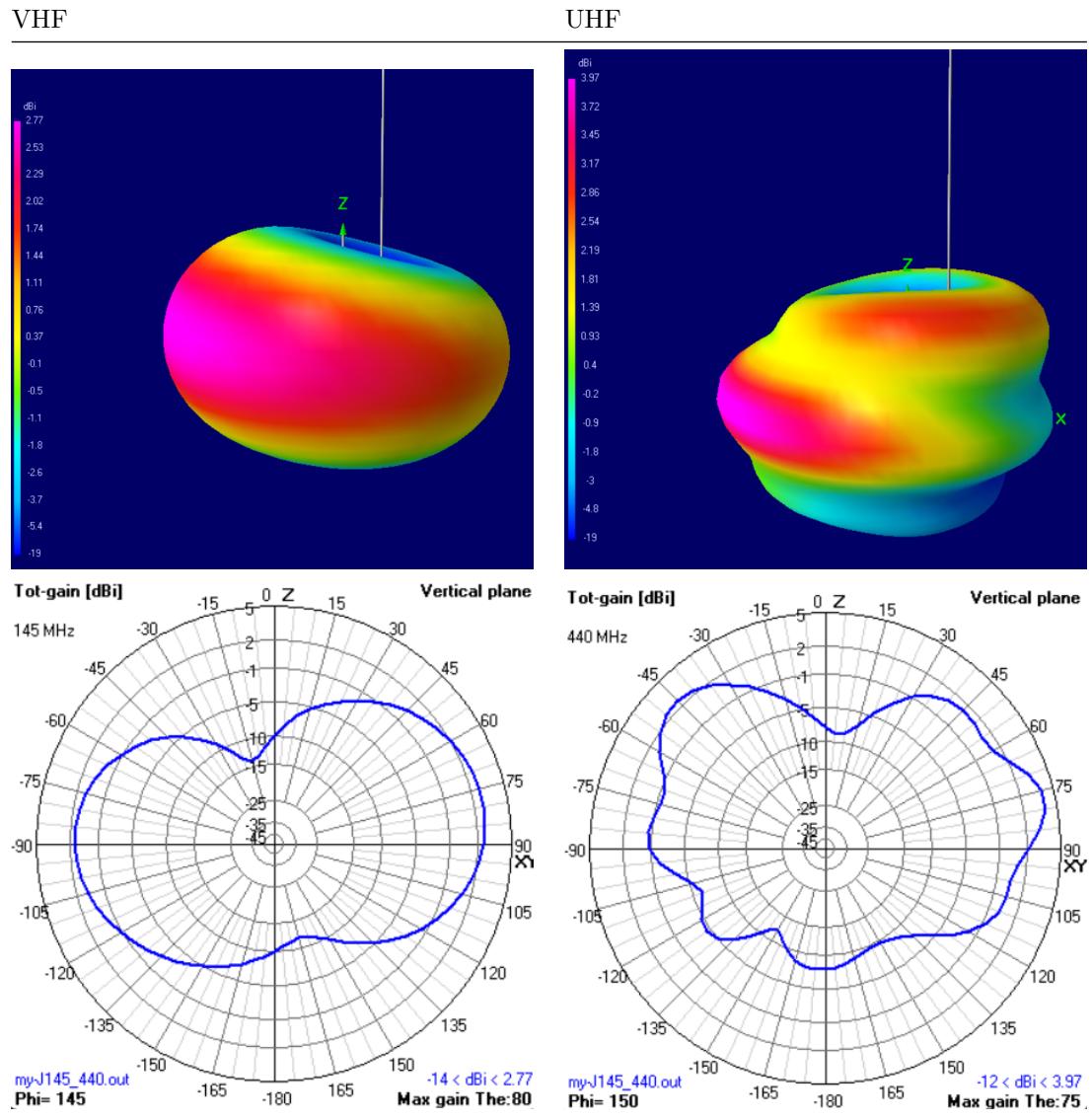
La première étape a donc été de modéliser cette antenne au format NEC (classique dans le domaine).

J'ai alors utilisé 4nec2 pour faire une analyse de fréquence :

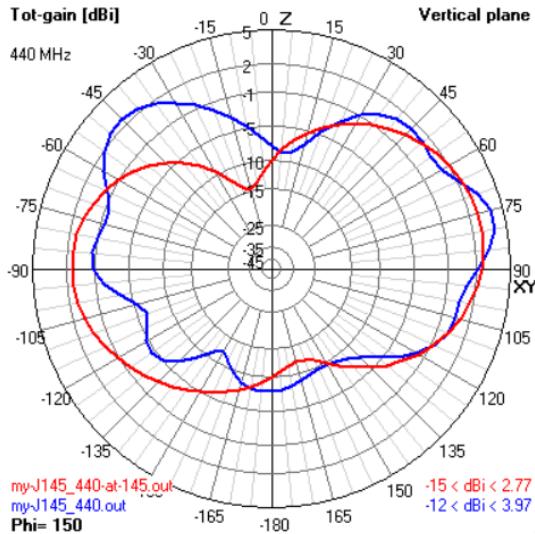


Le résultat étant attrayant, j'ai alors continué en visualisant le rayonnement en champs lointains.

VHF	UHF
145Mhz	440Mhz



Ou encore sur le même diagramme (rouge 145Mhz, bleu 440Mhz) :



Première conclusion, c'est bien une antenne omnidirectionnelle ... pour de la radio terrestre et en VHF. En UHF, c'est plus mitigé et elle a un effet directif un peu particulier.

Deuxième conclusion, elle est connue pour ne **pas** avoir besoin de plan de masse pour fonctionner et cela *semble* correct. Mais on ne peut pas dire qu'elle ait un gain phénoménal non plus.

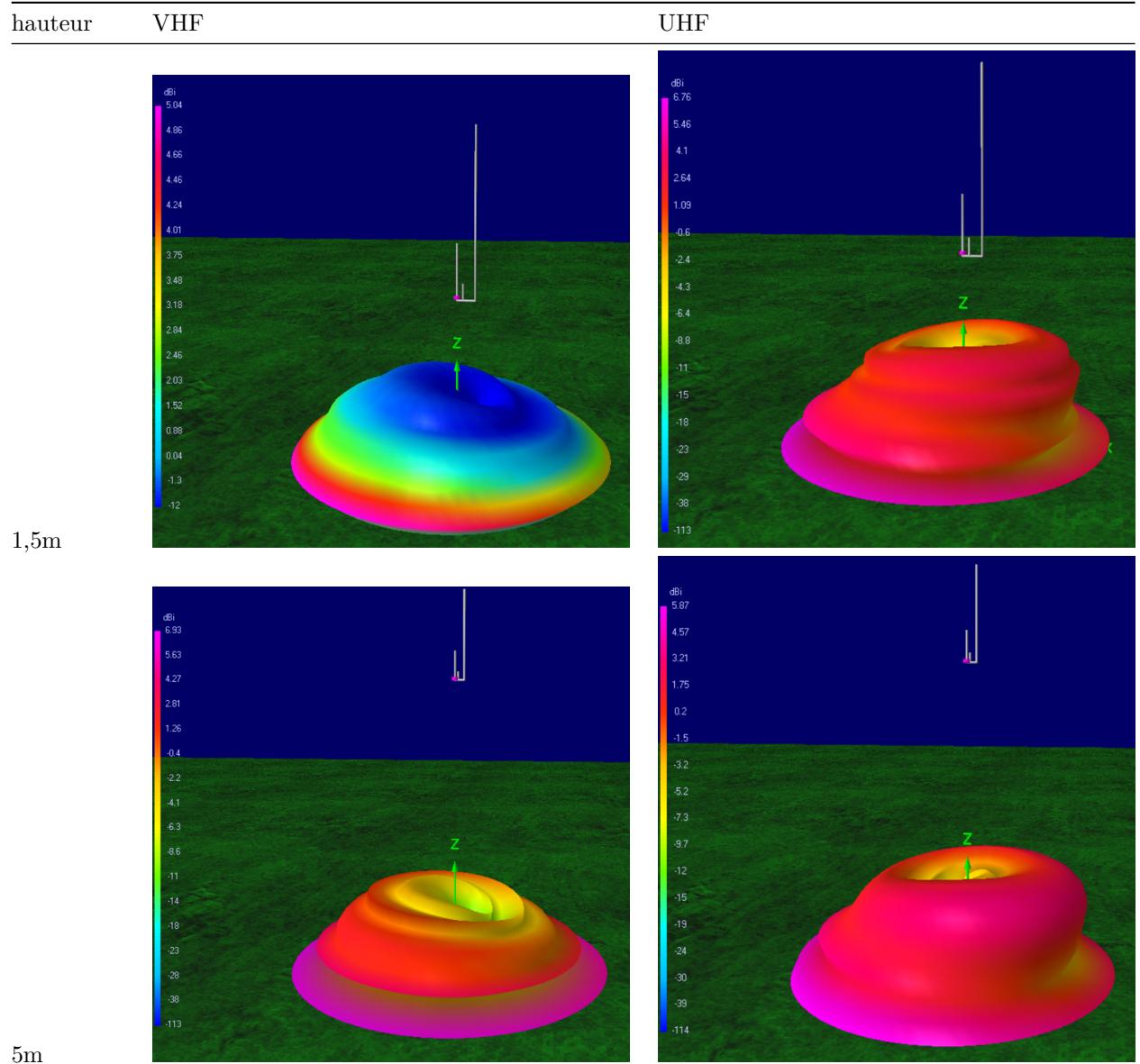
La curiosité aidant et prenant cette étude comme excuse pour apprendre le logiciel de simulation, nous pouvons donc passer à l'analyse de l'effet d'un plan de masse.

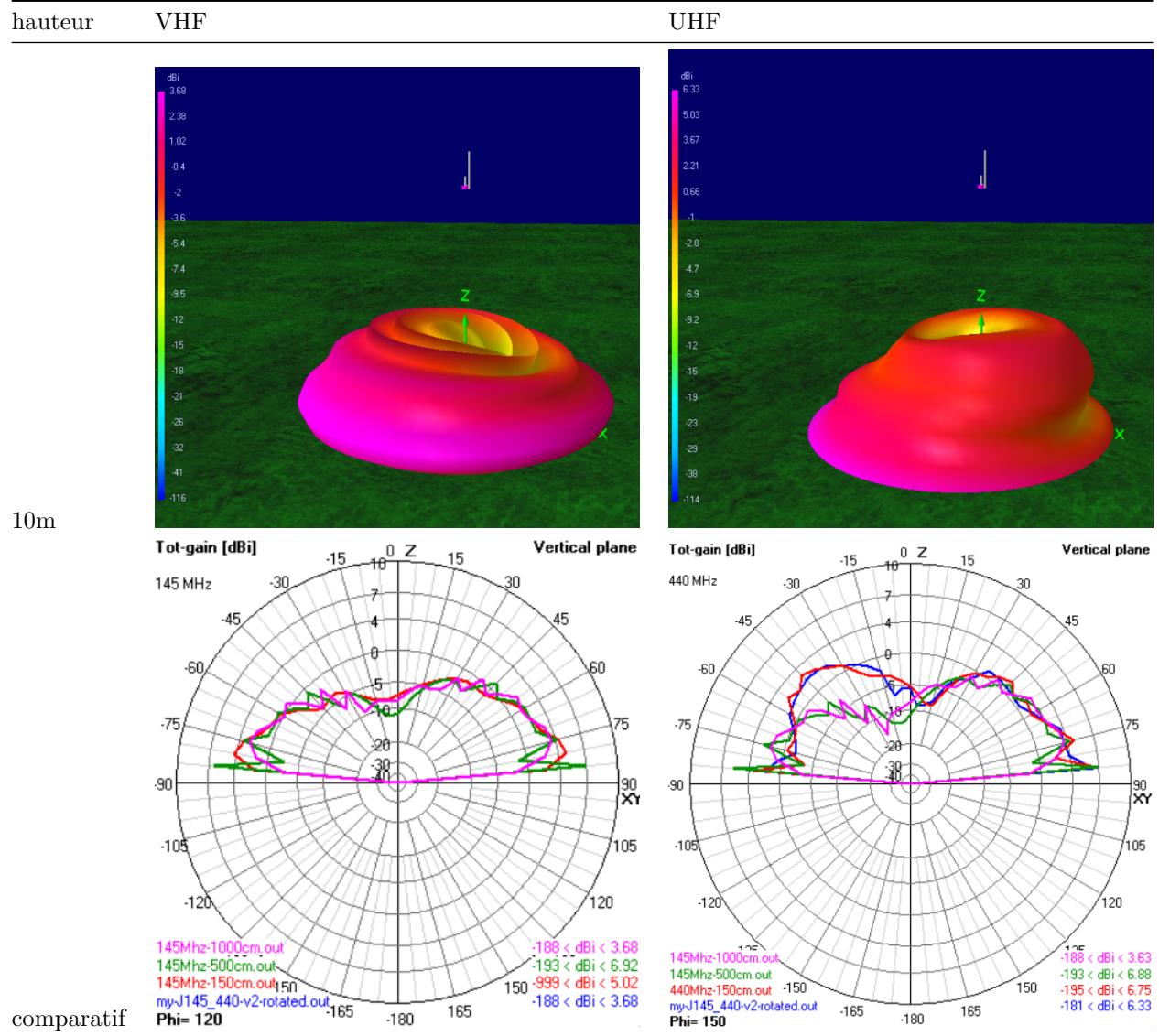
Simulation avec effet de plan de masse

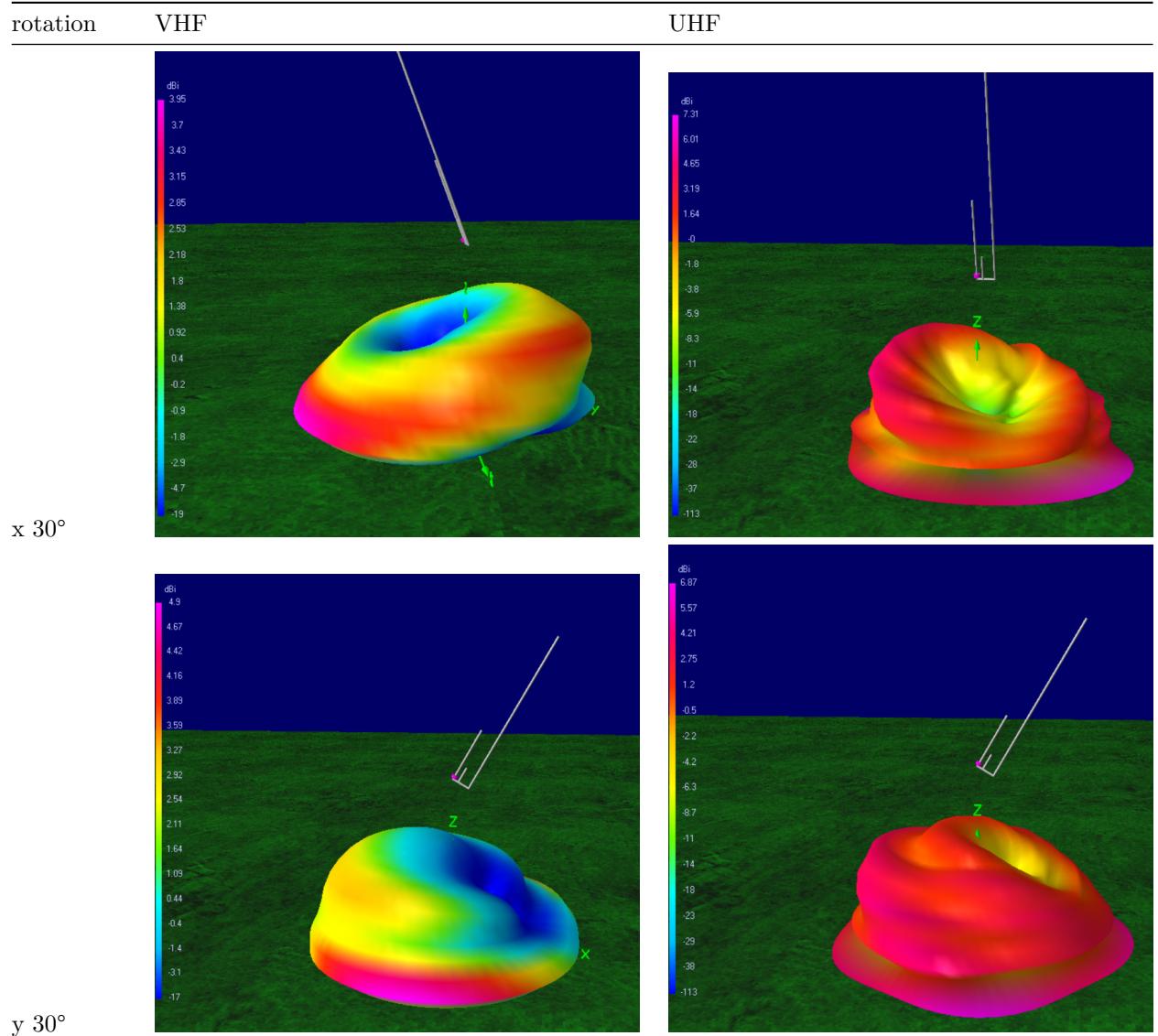
Dans cette seconde partie, nous allons chercher à étudier l'impact d'un plan de masse. Il a donc fallu d'abord paramétriser le modèle de l'antenne pour pouvoir lui appliquer un changement de hauteur, et des rotations arbitraires.

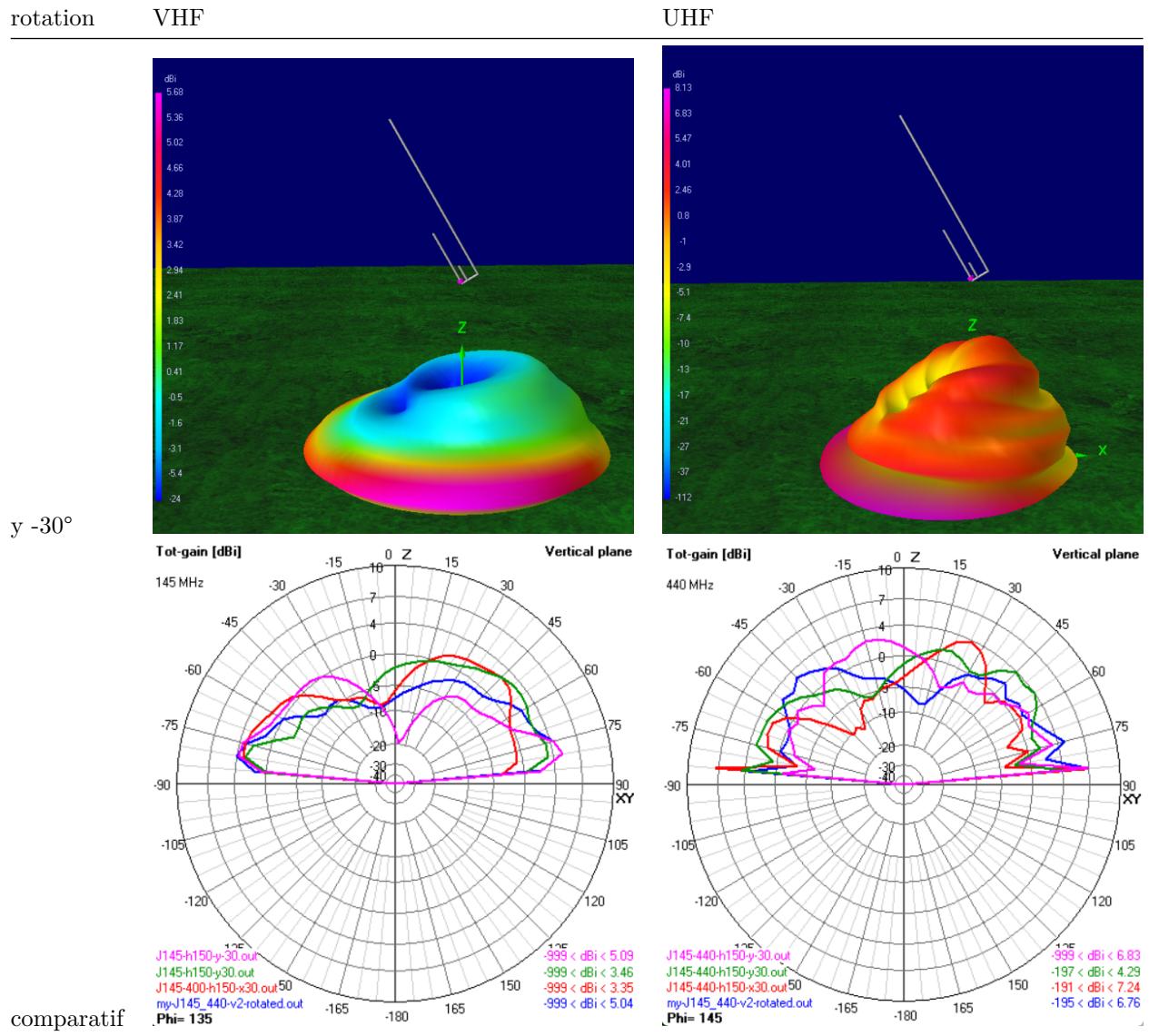
J'ai donc tout d'abord écrit un petit programme qui le fait automatiquement: nec-add-rotation pour obtenir un modèle paramétrable en hauteur et en rotation.

Attention : l'échelle des couleurs varie d'une image à l'autre (je ne maîtrise pas encore complètement le logiciel).









Autant l'inclinaison sur le coté est assez attendu, c'est-à-dire qu'il fait "ressortir" la même figure de gain que sans l'effet sol, autant l'inclinaison avant/arrière est assez surprenante !

Etude des effets des différents parties

Admettons qu'on lui laisse sa chance, et que nous voulions la fabriquer, alors il faut comprendre comment l'ajuster. C'est-à-dire comment ajuster les principales

longueurs h_1, h_2, h_3, d_2, d_3 , rayon.

Pour comprendre, tout cela il faudrait étudier ces longueurs et leurs interactions. Même en admettant que chacune de ces longueurs puissent n'avoir que 2 valeurs possibles, alors il faudrait $2^6 = 64$ expériences.

Dans ces cas là, il faut regarder du côté des plans d'expériences afin d'effectuer moins d'expériences tout en approfondissant notre connaissance d'un système. Parmi ces méthodes, il en est une appelée méthode de Taguchi du nom de son inventeur.

Notre objectif est d'étudier le fonctionnement nominale. C'est-à-dire de rechercher les interactions non nulles, voir de rechercher un modèle prédictif, et surtout d'atteindre une valeur cible. Dans ce cas, la méthode nous propose une table appelée *L16* qui nous indique les 16 expériences à menées. Et elle devrait nous permettre d'en apprendre d'avantage sur les interactions ou non entre ces paramètres.

La table L16 permet en priorité d'étudier 5 paramètres et leurs interactions. Laissons donc de coté le rayon pour le moment. La méthode nous indique où placer les paramètres principaux (en l'occurrence A,B,D,H,O). Pour chacun de ses paramètres, il faut définir 2 niveaux. Pour les paramètres h_i (resp. d_i), j'ai choisi pour 1 le niveau des études précédentes, et pour 2, l'ajout de 5cm (resp. 2cm).

Pour chacune des expériences, j'ai relevé les fréquences de résonnance en UHV, en VHF, ainsi que les SWR associés.

Tout cela se retrouve dans la table suivante (pointant aussi vers le tableau associé).

Essai N°	h1	h2	h1,h2	h3	h1,h3	d2,d3	d2	d3,h3	d3								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	145	1.101	452.5	1.205
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	145.5	1.135	440.5	1.215
3	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	145.5	1.203	452.5	1.315
4	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	142	1.442	442	1.63
5	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	145.5	1.243	437.5	2.291
6	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	145	1.022	450.5	3.57
7	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	142	1.118	477	1.78
8	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	140.5	1.131	427	1.63
9	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	139	1.24	424	1.23
10	2	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	139	1.13	415	1.23
11	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	139	1.24	425	1.23
12	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	137.5	1.144	413.5	1.366
13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	140.5	1.146	425.5	4.162
14	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	139	1.15	424	1.953
15	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	138	1.15	425	1.953
16	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	137.5	0.95	416.5	2.393
Moyenne														140,513.025	1,128,937.5	430,15625	2,593,025

Une fois ceci fait, nous pouvons alors étudier l'impact de chacun des paramètres d'une manière plus fine que si nous faisions varier individuellement les paramètres tout en ayant économisé des expériences. Oui c'est fastidieux quand même !

Pour cela, il faut calculer des moyennes des effets par rapport à la moyenne sur toutes les expériences. Je vous épargne les calculs mais vous pouvez les retrouver dans le tableur.

Comme par construction, on ne peut que raccourcir un rayonnant, je n'indique ci-après que l'effet du raccourcissement. Si rien n'est indiqué, c'est que l'autre bande est peu affectée.

- diminuer h_1 :
 - augmente l'UHF et améliore son SWR
 - augmente **rapidement** la VHF et améliore son SWR
- diminuer h_2
 - augmente l'VHF et améliore son SWR
- diminuer h_3
 - augmente l'UHF et joue peu sur son SWR
 - augmente un peu plus la VHF, et améliore son SWR
- diminuer d_2
 - augmente la VHF et améliore son SWR
- diminuer d_3
 - a peu d'effet sur les SWR
 - augmente l'UHF et la VHF

NB : Je n'ai pas encore mené l'étude des interactions au bout. TODO

Vous l'aurez deviné, si j'ai de si bon résultats dans l'analyse en fréquence, c'est parce que j'ai appliqué les résultats de cette analyse !

Si l'on considère que par construction d_2 et d_3 sont fixes, je propose donc d'agir dans l'ordre : 1. avec **parcimonie** sur h_1 2. sur h_2 pour approcher la VHF 3. sur h_3 pour l'UHF 4. reboucler entre 2 et 3

Si le mode de construction le permet, jouer sur d_3 est intéressant car cela décale les fréquences à peu près d'autant sans modifier leurs SWR.

Cela reste quand même plus facile sur un simulateur qu'en construction réelle. Ceci sera donc la prochaine étape.

Réalisation à base de mètre-ruban

Il est à noté que dans les études précédentes ainsi que dans les réalisations visibles sur Intenet, il est utilisé des baguettes en aluminium ronde, que j'ai d'ailleurs considérée de diamètre 4mm.

La réalisation envisagée est à base de mètre-ruban de largeur 18mm et de faible épaisseur. Je n'ai pas encore fait de simulation mais je n'ose imaginer les impacts que cela va avoir sur les longueurs !

Voici en image la réalisation de test à base de mètre-ruban, rivet, et carton(sic) :



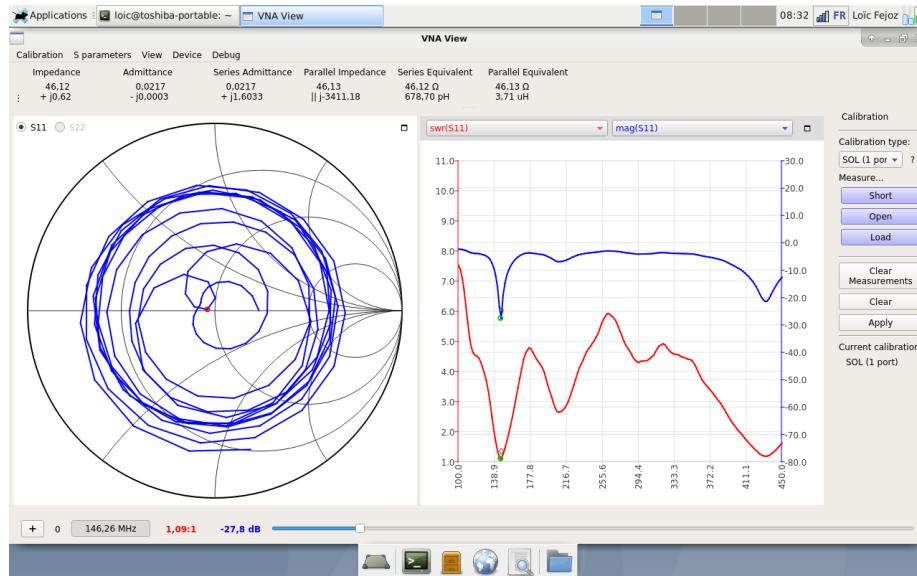
Et en résumé :

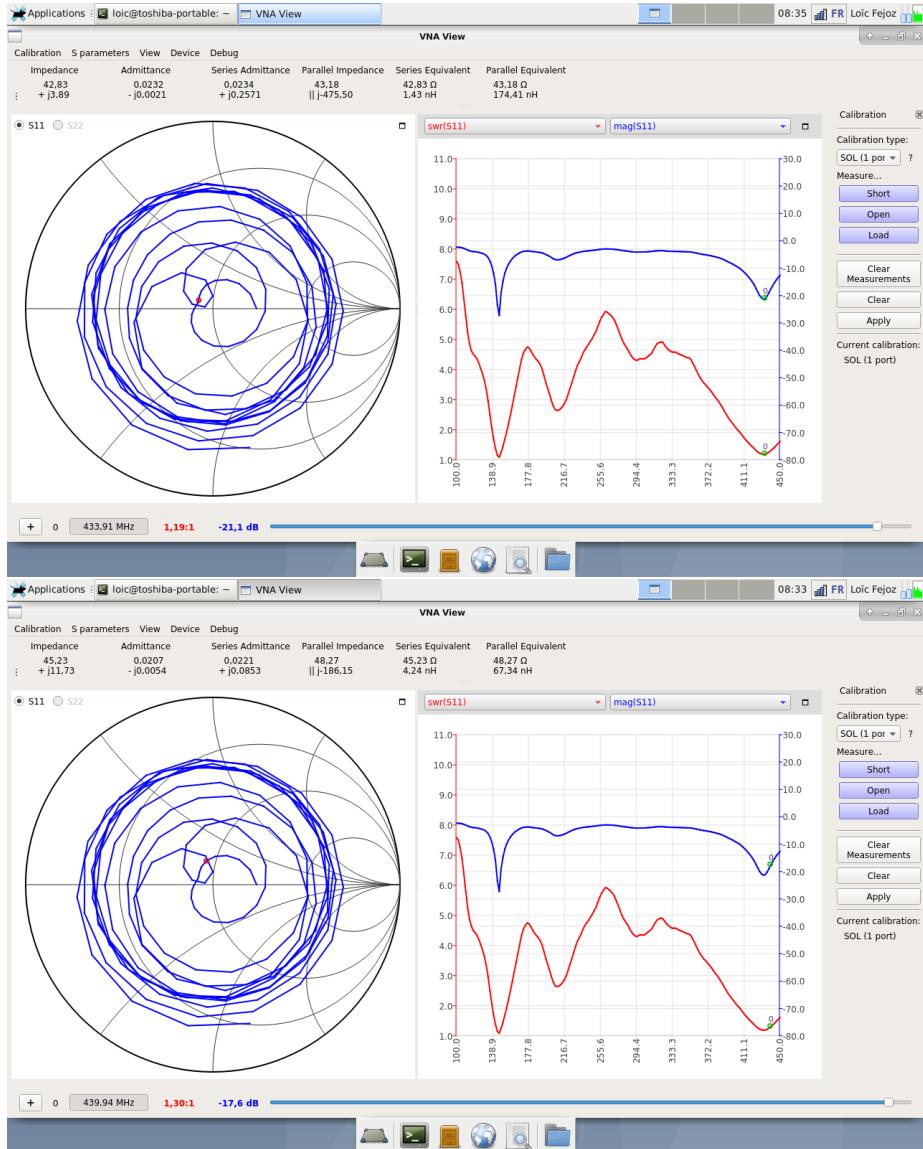
	<i>f</i>	SWR
VHF	146,26MHz	1,09
UHF	433,91MHz	1,19
cible	439,75MHz	1,30

Comme vu lors de la simulation, ce n'est pas facile à régler mais je crois que je suis arrivé assez proche des valeurs désirées. On peut noter qu'à ces fréquences, l'impédance est relativement proche de 50Ω (mais légèrement inductive dans mon cas). Au passage, lors du réglage, j'ai retrouvé le même comportement que lors de la simulation et le même type de courbes.

paramètre	dimension
h_1	440mm
h_2	143mm
h_3	1380mm
d_2	67mm
d_3	165mm
rayon	18x0.2mm

Il faut dire aussi qu'une des différences est d_2 car j'ai construit "écartement" au lieu de centre à centre...





Sur ces courbes, on peut aussi noter que les bandes radioamateurs UHF et VHF sont bien couvertes dans les bandes à -10dB.

Il ne me reste plus qu'à la tester sur le terrain. En parlant de terrain, le poids est évidemment très léger ainsi. Il y a plus lourd de coaxial que d'antenne proprement dite.