

# Correction DOMOTIQUE

December 1, 2014

```
In [5]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
from IPython.display import SVG
```

## 0.1 Questions de cours

**Question** - Comment appelle t-on la puissance minimale requise d'un recepteur radio ?

**Réponse** - La puissance minimale d'un recepteur radio s'appelle la sensibilité. Cette sensibilité depend du rapport signal a bruit minimal dont le recepteur doit disposer pour assurer des performances acceptables en terme de taux d'erreur binaire pour une application visée. Une fois que ce rapport signal a bruit minimum est connu, on peut en deduire la puissance minimale requise  $S$  (sensibilité). Si  $S$  designe la sensibilité,  $P_b$  la puissance de bruit dans la bande du recepteur,  $F$  le facteur de bruit et  $SNR_{min}$  le rapport signal sur bruit minimum requis, on a la relation (pour des quantites en dB) :

$$S - P_b - F = SNR_{min}$$

**Question** De quels parametres depend le niveau de signal recu d'un lien radio ?

**Réponse** : Esentiellement de la distance, mais egalement de la frequence et des gains d'antennes a chaque extremite du lien. Si les antennes ne sont pas en visibilités directes, de nombreux trajets peuvent se superposer et contribuer a des fluctuations signifiantives du signal radio. Quand les antennes sont en visibilité directe, ces trajets existent egalement mais leur amplitude peut souvent être negligee par rapport au trajet direct.

**Question** : Représenter graphiquement le champ incident et réfléchi pour une surface plane pour les polarisations horizontale et verticale

**Question** A quoi correspond l'angle de Brewster

**Réponse** En polarisation verticale, le numerateur du coefficient de réflexion peut s'annuler. L'angle de Brewster correspond a cet angle souvent proche de l'angle  $\theta = \frac{\pi}{2}$  pour le quel l'angle de réflexion en polarisation verticale est soit nul, soit faible (dans le cas d'un milieu a pertes)

```
In [1]: import IPython.html.widgets as widgets
from IPython.html.widgets import interact, interactive, fixed
from pylayers.antprop.slabs import *
```

```
In [2]: S=SlabDB()
S.mat.add(name='sol',typ='reim',cval=2.6-0.026*1j,fGHz=4)
mat=S.mat
```

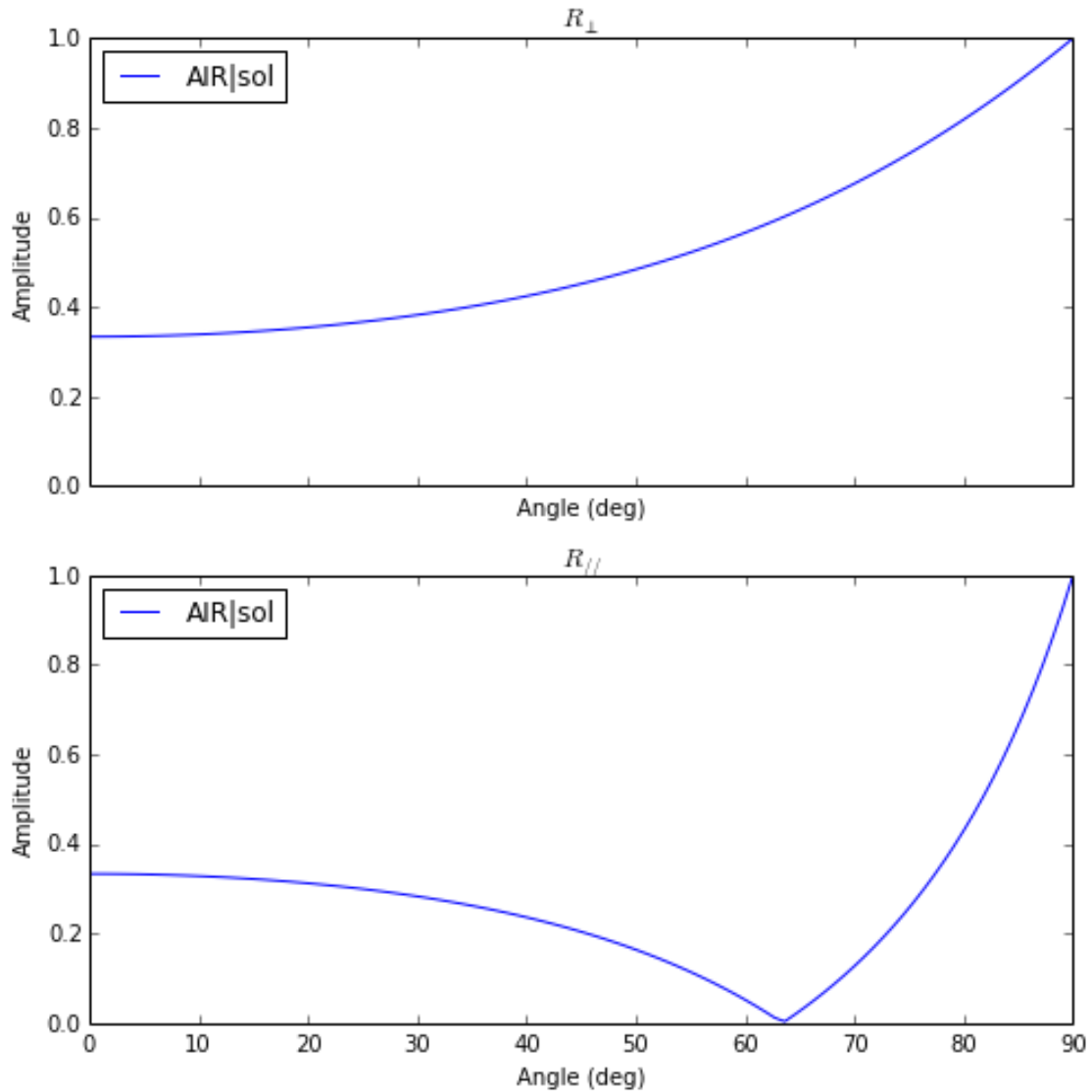
```
In [3]: mat['sol']
```

```
Out[3]: {'epr': array(2.6),
'epr2': array(-0.026),
'epsr': (2.6-0.026j),
'fGHz': 4,
'index': 11,
```

```
'mur': 1,  
'n': (1.6124717046742498-0.0080621569744854828j),  
'name': 'sol',  
'roughness': 0,  
'sigma': 0.005777777777777775}
```

```
In [4]: @interact(fGHz=(0.9,3),  
                epr=(1,8),  
                sigma=(0,10))  
def coeff(fGHz,epr,sigma):  
    theta = np.linspace(0,np.pi/2,100)  
    mat['sol']['epr']=epr  
    mat['sol']['sigma']=sigma  
    lmat = [mat['AIR'],mat['sol']]  
    print fGHz  
    II = MatInterface(lmat,0,np.array([fGHz]),theta)  
    II.RT()  
    fig,ax = II.plotwrt(polar="po",coeff='R',var='a',kv=0,typ=['m'])
```

1.95



## 0.2 Exercice 2

On s'intéresse à la propagation dans une cellule de réseau cellulaire. Les pertes de propagation maximales acceptables sont supposées être égales à  $L = 140dB$ . Ces pertes vont de près le rayon de la cellule.

$$\frac{P_r}{P_t} = G_t G_r \left( \frac{c}{4\pi f d} \right)^2$$

Habituellement, on distingue les gains d'antennes des pertes liées à la propagation. L'atténuation liée à la propagation correspond au seul terme

$$A = \left( \frac{c}{4\pi f d} \right)^2$$

$$A_{dB} = 20 \log_{10}(3 \times 10^8) - 20 \log_{10}(4\pi) - 20 \log_{10}(f) - 20 \log_{10}(d)$$

Quand on ne précise pas l'unité dans ce type de formule les quantités sont exprimées dans le système SI : distances en mètres et fréquences en Hertz.

```
In [12]: C = 20*np.log10(3e8)-20*np.log10(4*np.pi)
print C
```

147.558227814

$$C = 20 \log_{10}(3 \times 10^8) - 20 \log_{10}(4\pi)$$

$$A_{dB} = 147.55 - 20 \log_{10}(f) - 20 \log_{10}(d)$$

$$A_{dB} = 147.55 - 20 \log_{10}(f_{mHz} \times 10^6) - 20 \log_{10}(d_{km} \times 10^3)$$

$$A_{dB} = 147.55 - 120 - 60 - 20 \log_{10}(f_{mHz}) - 20 \log_{10}(d_{km})$$

```
In [11]: 10*np.log10(1./4)
```

```
Out[11]: -6.0205999132796242
```

```
In [12]: -6.9+20*np.log10(np.sqrt(1.01)+0.1)
```

```
Out[12]: -6.0328522085636056
```

```
In [13]: C-120-60
```

```
Out[13]: -32.441772186048667
```

$$A_{dB} = -32.44 - 20 \log_{10}(f_{mHz}) - 20 \log_{10}(d_{km})$$

On note souvent ce terme négativement en le qualifiant de pertes de propagation. Il faut retrancher cette quantité en dB.

$$L_{dB} = -A_{dB} = 32.44 + 20 \log_{10} d_{km} + 20 \log_{10} f_{MHz}$$

On résoud  $L_{dB} = 140$  à la fréquence de 900MHz et 1800MHz

$$d_{km} = 10^{\frac{140-32.4-20 \log_{10}(f_{MHz})}{20}}$$

```
In [22]: d900FS = 10**((140-32.4-20*np.log10(900))/20)
d1800FS = 10**((140-32.4-20*np.log10(1800))/20)
print d900FS
print d1800FS
```

266.536991002

133.268495501

### 0.2.1 Modèle à deux rayons

```
In [7]: hB= 30
hm = 1.5
```

Les pertes à grande distance deviennent indépendantes de la fréquence

$$L_{DR} = 40 \log_{10}(d_m) - 20 \log_{10} h_B - 20 \log_{10} h_M$$

$$d_{km} = 10^{\frac{140+20 \log_{10} h_M + 20 \log_{10} h_B}{40}}$$

```
In [30]: R900DR = 10**((140+20*np.log10(hB)+20*np.log10(hm))/40)
R1800DR = 10**((140+20*np.log10(hB)+20*np.log10(hm))/40)
```

```
In [31]: R900DR
```

```
Out[31]: 21213.203435596432
```

Pour un modèle à deux rayons la portée est limitée à 21km. Ce qui est très significativement inférieur au rayon trouvé pour l'espace libre.

## 0.2.2 Modèle de Hokomura-Hata

$$L_U = A + B \log_{10}(d_{km}) - E$$

$$A = 69.55 + 26.16 \log_{10}(f_{MHz})$$

$$B = 44.9 - 6.55 \log_{10} h_B$$

$$E = 3.2(\log_{10}(11.75h_m))^2 - 4.97$$

```
In [46]: fMHz = 900
A = 69.55+26.16*np.log10(fMHz)
B = 44.9-6.55*np.log10(hB)
E = 3.2*(np.log10(11.75*hm))**2-4.97
d900=10**((140-A+E)/B)
print d900
```

```
0.639723081624
```

```
In [9]: fMHz = 1800
A = 69.55+26.16*np.log10(fMHz)
B = 44.9-6.55*np.log10(hB)
E = 3.2*(np.log10(11.75*hm))**2-4.97
d1800=10**((140-A+E)/B)
print d1800
```

```
0.382322506811
```

- Le rayon à 900MHz est de 639m
- Le rayon à 1800MHz est de 382m

```
In [22]: print B
```

```
35.2248557816
```

```
In [23]: 26.16*np.log10(fMHz)
```

```
Out[23]: 77.282984046932739
```

```
In [24]: 140-A+E
```

```
Out[24]: -6.8339030938872165
```

```
In [34]: 10**((140-A+E)/(B))
```

```
Out[34]: 0.63972308162409075
```

```
In [26]: A
```

```
Out [26]: 146.83298404693272
```

```
In [29]: E
```

```
Out [29]: -0.00091904695449418483
```

```
In [31]: 3.2*np.log10(11.75*1.5)**2
```

```
Out [31]: 4.9690809530455056
```

**Réponse** Lorsque l'on passe de 900MHz a 1800MHz la taille de la cellule se reduit environ de moitié. Il est plus interessant (du point de vu de la couverture) d'utiliser les frequences les plus basse.

```
In []:
```