

# Approche numérique de la résonance dans un système du deuxième ordre

## 1) Résonance en amplitude ou en tension

### Importation des bibliothèques

```
In [1]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

### Caractéristiques du circuit RLC

```
In [2]: R=1e3# résistance en ohm
L=500e-3 # Inductance de la bobine en henry
C=100e-9 # Capacité du condensateur en farad
Em=10 # Amplitude du signal délivré par le GBF en volt
omega0=1/np.sqrt(L*C) # pulsation propre du circuit en rad/s
Q=L*omega0/R # Facteur de qualité sans dimension
```

### Plage de fréquence étudiée

```
In [3]: N=1000 # nombre de points de la simulation
f=np.logspace(1,4,N) # fréquence entre 10 et 10kHz (échelle logarithmique)
omega=2*np.pi*f # pulsations associées aux fréquences précédentes
```

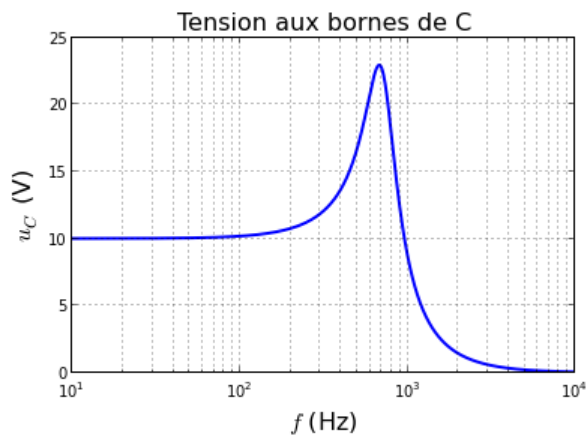
### Expression de la tension aux bornes du condensateur

```
In [4]: Uc_complexe=Em/(1+omega*1j/(Q*omega0)-(omega/omega0)**2) #Expression de l'amplitude complexe
```

```
In [5]: Ucm=abs(Uc_complexe) # Amplitude réelle de la tension aux bornes du condensateur
phi=np.angle(Uc_complexe)*180/np.pi #déphasage de la tension par rapport au générateur
```

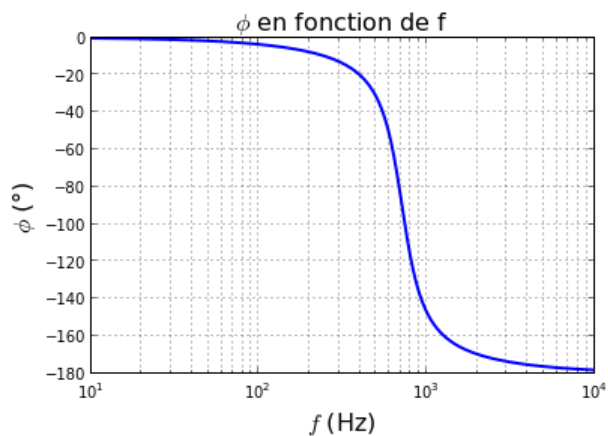
### Evolution de l'amplitude de la tension en fonction de la fréquence

```
In [6]: plt.semilogx(f,Ucm,linewidth=2)
plt.title(u'Tension aux bornes de C',fontsize=16)
plt.ylabel(u'$u_C$ (V)',fontsize=16)
plt.xlabel(u'$f$ (Hz)',fontsize=16)
plt.grid(which='both')
plt.show()
```



### Evolution de $\phi$ en fonction de la fréquence

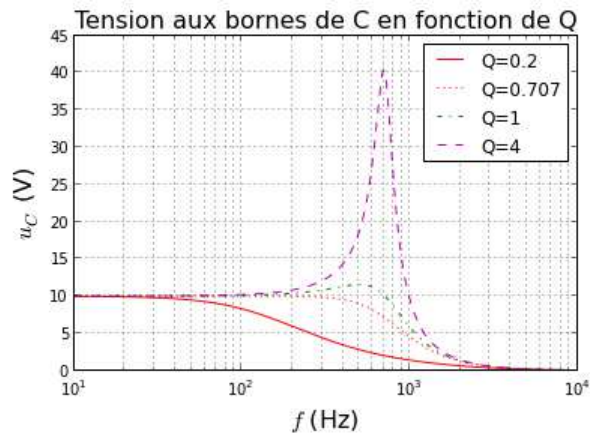
```
In [7]: plt.semilogx(f,phi,linewidth=2)
plt.grid(which='both')
plt.title(u'$\phi$ en fonction de f',fontsize=16)
plt.ylabel(u'$\phi$ (°)',fontsize=16)
plt.xlabel(u'$f$ (Hz)',fontsize=16)
plt.show()
```



### Influence du facteur de qualité

```
In [8]: Q1,Q2,Q3,Q4=0.2,1/np.sqrt(2),1,4 #Différentes valeurs des facteurs de qualité
Uc1_complexe=Em/(1+omega*1j/(Q1*omega0)-(omega/omega0)**2) #Expression de l'amplitude complexe 1
Uc2_complexe=Em/(1+omega*1j/(Q2*omega0)-(omega/omega0)**2) #Expression de l'amplitude complexe 2
Uc3_complexe=Em/(1+omega*1j/(Q3*omega0)-(omega/omega0)**2) #Expression de l'amplitude complexe 3
Uc4_complexe=Em/(1+omega*1j/(Q4*omega0)-(omega/omega0)**2) #Expression de l'amplitude complexe 4
Ucm1,Ucm2,Ucm3,Ucm4=abs(Uc1_complexe),abs(Uc2_complexe),abs(Uc3_complexe),abs(Uc4_complexe)
```

```
In [9]: plt.semilogx(f,Ucm1,'-r',f,Ucm2,':r',f,Ucm3,'-.g',f,Ucm4,'--m')
plt.title(u'Tension aux bornes de C en fonction de Q',fontsize=16)
plt.ylabel(u'$u_C$ (V)',fontsize=16)
plt.xlabel(u'$f$ (Hz)',fontsize=16)
plt.grid(which='both')
plt.legend(('Q=0.2','Q=0.707','Q=1','Q=4'), loc=0)
plt.show()
```



Existence d'un phénomène de résonance pour  $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$ .

## 2) Résonance en intensité ou en vitesse

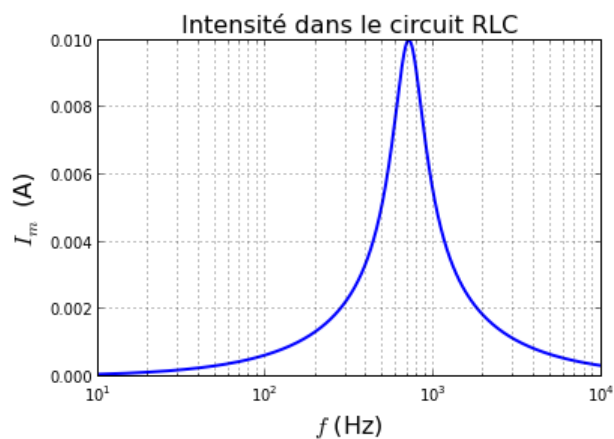
### Expression de l'intensité traversant le circuit RLC

```
In [10]: I_complexe=Em/R/(1+1j*Q*(omega/omega0-omega0/omega)) #Expression de l'amplitude complexe
```

```
In [11]: Im=abs(I_complexe) # Amplitude réelle de la tension aux bornes du condensateur
phi_I=np.angle(I_complexe)*180/np.pi #déphasage de la tension par rapport au générateur
```

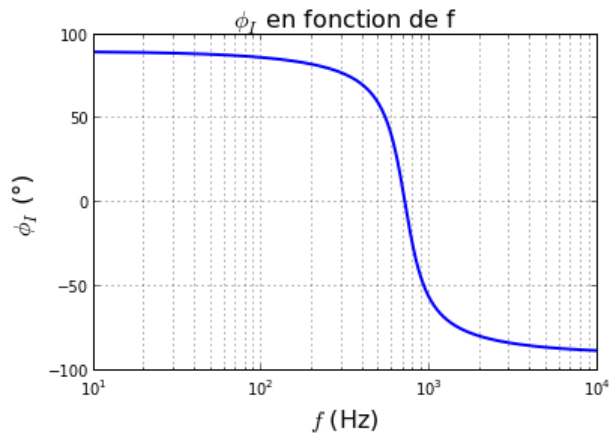
### Evolution de l'amplitude du courant en fonction de la fréquence

```
In [12]: plt.semilogx(f,Im,linewidth=2)
plt.title(u'Intensité dans le circuit RLC',fontsize=16)
plt.ylabel(u'$I_m$ (A)',fontsize=16)
plt.xlabel(u'$f$ (Hz)',fontsize=16)
plt.grid(which='both')
plt.show()
```



## Evolution de $\phi_I$ en fonction de la fréquence

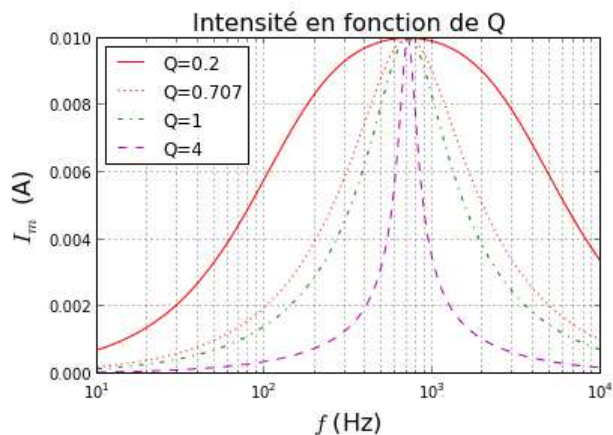
```
In [13]: plt.semilogx(f,phi_I,linewidth=2)
plt.grid(which='both')
plt.title(u'$\phi_I$ en fonction de f',fontsize=16)
plt.ylabel(u'$\phi_I$ (°)',fontsize=16)
plt.xlabel(u'$f$ (Hz)',fontsize=16)
plt.show()
```



## Influence du facteur de qualité

```
In [14]: Q1,Q2,Q3,Q4=0.2,1/np.sqrt(2),1,4 #Différentes valeurs des facteurs de qualité
I1_complexe=Em/R/(1+1j*Q1*(omega/omega0-omega0/omega)) #Expression de l'amplitude complexe 1
I2_complexe=Em/R/(1+1j*Q2*(omega/omega0-omega0/omega)) #Expression de l'amplitude complexe 2
I3_complexe=Em/R/(1+1j*Q3*(omega/omega0-omega0/omega)) #Expression de l'amplitude complexe 3
I4_complexe=Em/R/(1+1j*Q4*(omega/omega0-omega0/omega)) #Expression de l'amplitude complexe 4
Im1,Im2,Im3,Im4=abs(I1_complexe),abs(I2_complexe),abs(I3_complexe),abs(I4_complexe)
```

```
In [15]: plt.semilogx(f,Im1,'-r',f,Im2,':r',f,Im3,'-.g',f,Im4,'--m')
plt.title(u'Intensité en fonction de Q',fontsize=16)
plt.ylabel(u'$I_m$ (A)',fontsize=16)
plt.xlabel(u'$f$ (Hz)',fontsize=16)
plt.grid(which='both')
plt.legend(('Q=0.2','Q=0.707','Q=1','Q=4'),loc=0)
plt.show()
```



Plus le facteur de qualité  $Q$  augmente, plus la résonance est aigüe