1. En utilisant la formule du pont diviseur,

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{R_u \parallel Z_c}{\mathrm{R} + R_u \parallel Z_c} = \frac{R_u}{\mathrm{j}\mathrm{R}R_u\mathrm{C}\omega + \mathrm{R} + R_u}$$

Donc

$$H(\omega) = \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \frac{R}{R_u}\right)^2 + (RC\omega)^2}}$$

On voit que H diminue quand ω augmente : ainsi le filtre est passe-bas.

2. Le gain statique :

$$H_0 = \frac{1}{1 + \frac{R}{R_u}} \geq 0.9$$

Le taux d'ondulation :

$$\frac{H(\omega)\Delta E}{H_0 E_0} = \frac{1 + \frac{R}{R_u}}{\sqrt{\left(1 + \frac{R}{R_u}\right)^2 + (RC\omega)^2}} \frac{\Delta E}{E_0} < \frac{1}{1000}$$

Donc

$$\frac{1 + \frac{R}{R_u}}{\sqrt{\left(1 + \frac{R}{R_u}\right)^2 + (RC\omega)^2}} < \frac{1}{10}$$

Ces deux conditions imposent que $R \leq 11\Omega$. Pour avoir C le plus petit possible, R doit être le plus grand possible. D'où $R = 11$ Ω et C=1,6mF. C'est donc un condensateur électrochimique de forte valeur.

3. La nouvelle fonction de transfert :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{R_u}{\mathrm{j}\mathrm{L}\omega + R_u} = \frac{1}{\frac{\mathrm{j}\mathrm{L}\omega}{R_u} + 1}$$

Donc on a

$$H_0 = 1 \geq 0.9$$

$$\frac{H(\omega)\Delta E}{H_0 E_0} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{L\omega}{R_u}\right)^2 + 1}} \frac{\Delta E}{E_0} < \frac{1}{1000}$$

Numériquement on trouve $L > 1.6$ H. Une bobine de cette inductance est de volume, de poids et de coût importants, donc cette méthode est inutilisable.

La pulsation de coupure vérifie :

$$\frac{\mathrm{L}\omega_c}{R_u} = 1$$

Ainsi la fréquence de coupure :

$$\mathrm{f}_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{\mathrm{R}_u}{L2\pi} = 10.0 \text{ Hz}$$

4. La fonction de transfert

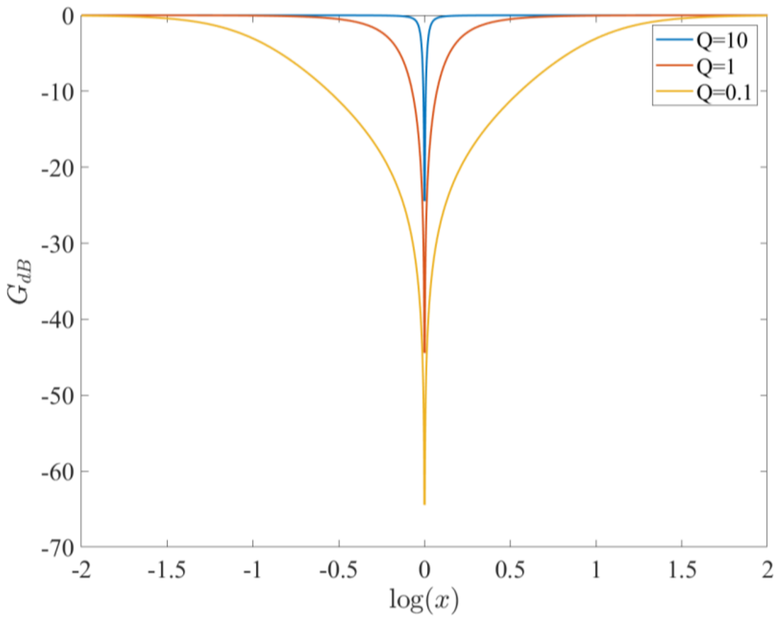
$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{R_u}{R_u + Z_L \parallel Z_c} = \frac{R_u}{R_u + \frac{jL\omega}{1 - LC\omega^2}} = \frac{1 - LC\omega^2}{1 + \frac{jL\omega}{R_u} - LC\omega^2}$$

Le gain s'annule uniquement pour $LC\omega^2 = 1$, ainsi on peut l'appeler 'coupe-bande'.
La courbe de gain :

$$H(\omega) = \frac{|1 - x^2|}{\sqrt{(1 - x^2)^2 + \left(\frac{x}{Q}\right)^2}}$$

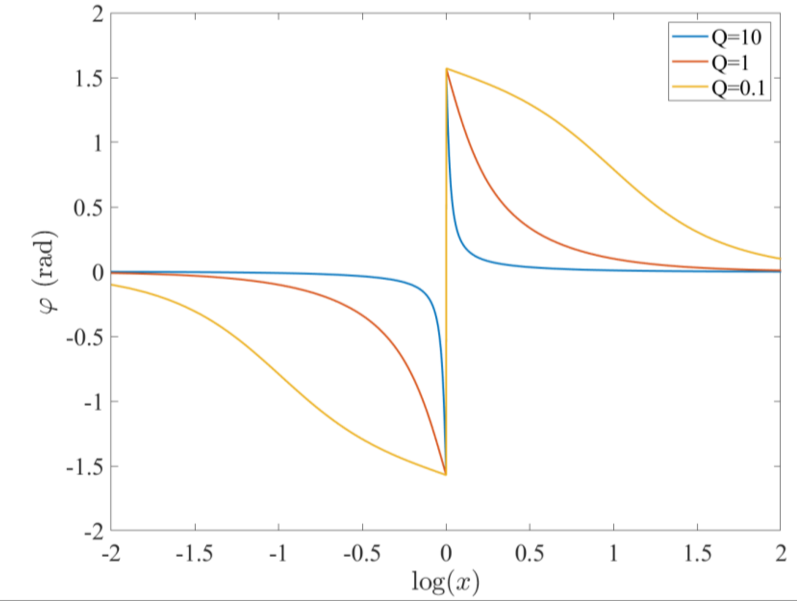
Avec $x = \frac{\omega}{\omega_0}$, $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, $Q\omega_0 = \frac{R_u}{L}$

La courbe de gain en décibel pour quelques différentes valeurs de Q est la suivante :



La courbe de phase : $\varphi = -\arctan\frac{\frac{x}{Q}}{1-x^2}$ pour $x < 1$

Et $\varphi = \arctan\frac{\frac{x}{Q}}{x^2-1} = -\arctan\frac{\frac{x}{Q}}{1-x^2}$ également pour $x > 1$, donc la courbe de phase pour quelques différentes valeurs de Q est la suivante :



5. Par la relation $LC\omega^2 = 1$, on peut déduire que $C = \frac{1}{\omega^2 L} = 2.5$ mF. Si on choisit une bobine d'inductance 10 mH, $C = \frac{1}{\omega^2 L} = 250$ µF. Toutes les deux valeurs sont alors raisonnables.
6. On ne peut éliminer entièrement l'ondulation du signal redressé, car cette ondulation n'est pas parfaitement sinusoïdale dans la réalité, et les condensateur et inductance ne sont pas idéals.