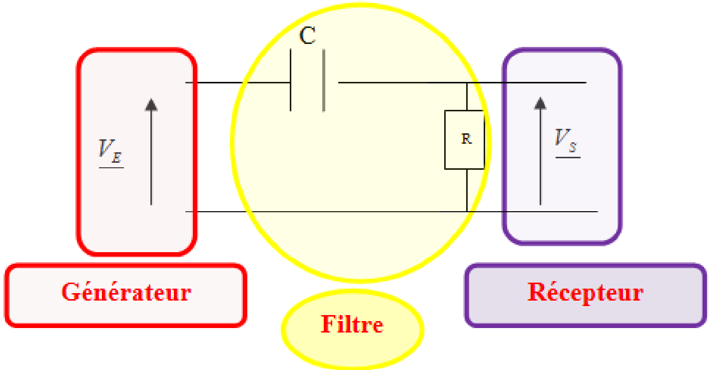
NOM : .... PRENOM : 2025-2026

PCPI – 1 TS CIRA BTS CIRA Vizille Contrôle Industriel et Régulation Automatique	Chapitre 5 Les filtres	Electricité
	TP14 : Le filtre passe haut	

CORRECTION

ETUDE THEORIQUE

CIRCUIT



FONCTION TRANSFERT

➢ **Donner** : l'expression de l'impédance complexe d'une résistance $\underline{Z}_R$ et d'un condensateur $\underline{Z}_C$:

$\underline{Z}_R = R$

$\underline{Z}_C = \frac{-j}{C\omega}$

➢ **Exprimer** $\underline{V}_S$ en fonction de $\underline{V}_E$ $\underline{Z}_R$ et $\underline{Z}_C$ en utilisant un pont diviseur de tension :

$\underline{V}_S = \underline{V}_E \times \frac{\underline{Z}_R}{\underline{Z}_R + \underline{Z}_C}$

➢ **Exprimer** la fonction transfert de ce quadripôle en fonction de $\underline{Z}_R$ et $\underline{Z}_C$

$\underline{T} = \frac{\underline{V}_S}{\underline{V}_E} = \frac{\underline{Z}_R}{\underline{Z}_R + \underline{Z}_C}$

➢ **Démontrer** que la fonction transfert de ce quadripôle en fonction s'exprime : $\underline{T} = \dfrac{R}{R - \dfrac{j}{C \times \omega}}$

$\underline{T} = \frac{\underline{V}_S}{\underline{V}_E} = \frac{\underline{Z}_R}{\underline{Z}_R + \underline{Z}_C} = \frac{R}{R - \frac{j}{C\omega}}$

Dans l'expression précédente :

$\underline{Z}_1 =$ R avec a = R et b = 0

$\underline{Z}_2 = R - \frac{j}{C.\omega}$ avec a = R et b = $\frac{-1}{C.\omega}$

AMPLITUDE

Exprimer l'amplification notée A de ce filtre qui correspond au module de la fonction de transfert en fonction de R C et ω

$A = |\underline{T}| = \frac{\sqrt{R^2+0^2}}{\sqrt{R^2+\left(\frac{-1}{C.\omega}\right)^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2+\frac{1}{C^2\omega^2}}}$

PHASE

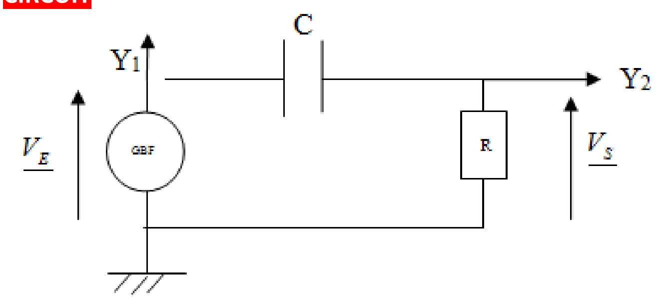
Exprimer la phase qui correspond à l'argument de la fonction de transfert noté φ en fonction de R C et ω

$\varphi = \arctan\left(\frac{0}{R}\right) - \arctan\left(\frac{-\frac{1}{C\omega}}{R}\right)$

$= -\arctan\left(\frac{-1}{RC\omega}\right) = +\arctan\frac{1}{RC\omega}$

ETUDE EXPERIMENTALE

CIRCUIT



REGLAGES

☐ **Brancher** en série un GBF, un condensateur C puis une résistance R

C = 50nF
R = 1 kΩ
GBF : forme sinusoïdale + Amplitude max
Fréquences : 100 Hz → 100 kHz

☐ **Brancher** les 2 voies de l'oscilloscope

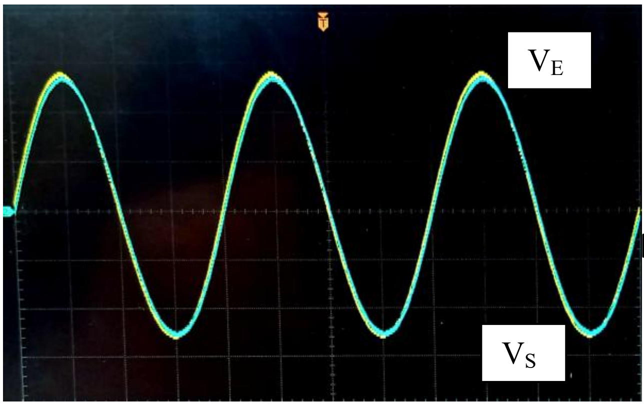
→ V_E visualisée sur voie 1 de l'oscilloscope
→ V_S visualisée sur voie 2 de l'oscilloscope

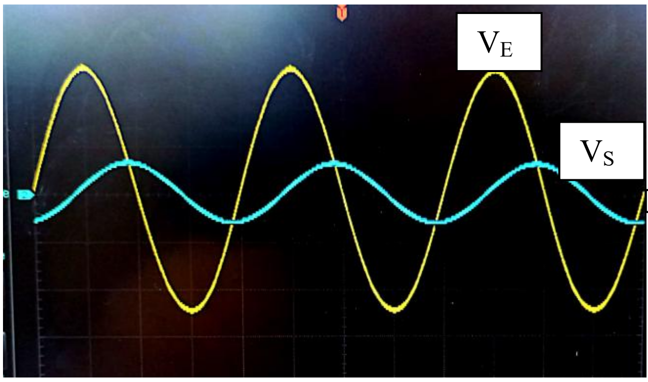
☐ **Faire** les réglages afin de visualiser les deux courbes en même temps sur l'écran de l'oscilloscope

☐ **Appeler** le professeur

OSCILLOGRAMMES

☐ **Faire** varier la fréquence du GBF entre 100Hz et 100kHz





ANALYSE

→ L'amplitude du signal de sortie V_S est ***égale*** / ***plus grande*** / ***plus petite*** que celle du signal d'entrée V_E

→ Le signal de sortie Vs ***a été filtré*** / ***n'a pas été filtré***

→ Cet oscillogramme a été obtenu pour des ***basses / hautes*** fréquence

→Les 2 signaux V_S et V_E sont ***en phase*** / ***déphasés***

→ L'amplitude du signal de sortie V_S est ***égale*** / ***plus grande*** / ***plus petite*** que celle du signal d'entrée V_E

→ Le signal de sortie Vs ***a été filtré*** / ***n'a pas été filtré***

→ Cet oscillogramme a été obtenu pour des ***basses / hautes*** fréquence

→Les 2 signaux V_S et V_E sont ***en phase*** / ***déphasés***

INTERPRETATION

→ **A basses fréquences** le condensateur n'a pas le temps de se charger et de se décharger donc il se comporte comme un interrupteur ***ouvert*** / ***fermé***
→ La tension de sortie V_S est donc égale à ***V_E*** / ***nulle***

→ **A hautes fréquences** le condensateur reste tout le temps chargé et il se comporte comme un interrupteur ***ouvert*** / ***fermé***
→ La tension de sortie V_S est donc égale à ***V_E*** / ***nulle***

TYPE DE FILTRE

Ce montage électrique est :

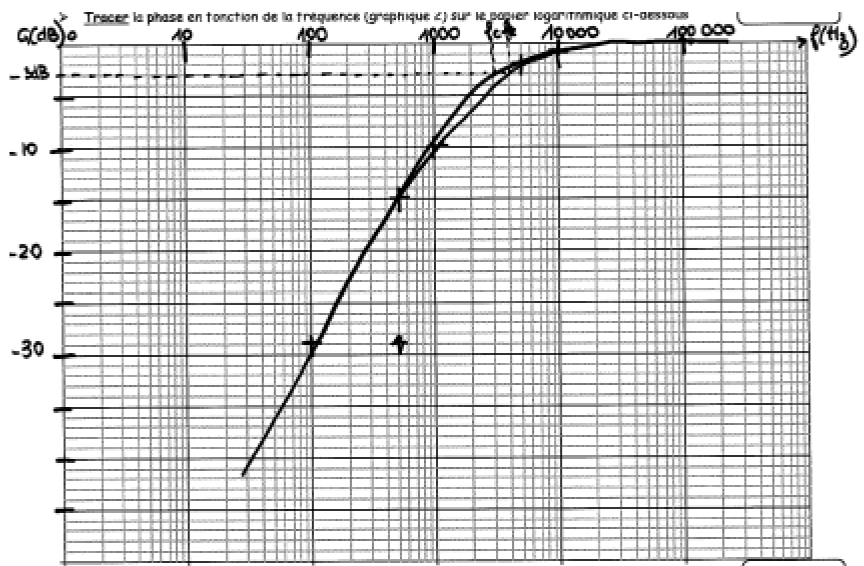
un filtre passe bas
/
un filtre passe haut

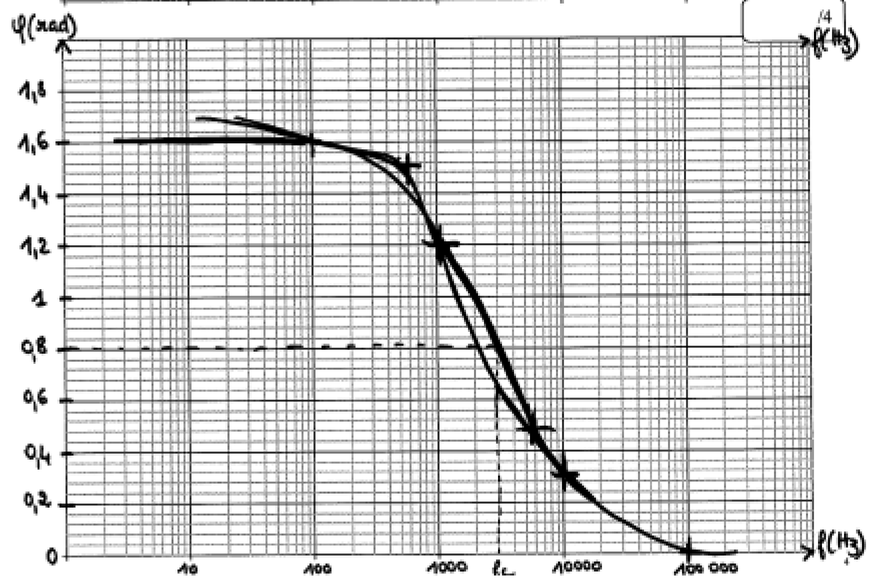
RELEVE DES VALEURS

- Faire **varier** la fréquence entre 100 et 100kHz afin de **compléter** le tableau ci-dessous.

Fréquence f (Hz)	100	500	1000	5000	10 000	100 000
Période T en secondes	$972 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$980 \cdot 10^{-6}$	$204 \cdot 10^{-6}$	$95 \cdot 10^{-6}$	$9{,}6 \cdot 10^{-6}$
Signal d'entrée V_E (V)	7	7	7	7	7	7
Signal de sortie V_S (V)	$240 \cdot 10^{-3}$	1,20	2,24	5,76	6,32	7
Amplitude $A = \frac{V_S}{V_E}$	$3{,}4 \cdot 10^{-2}$	0,17	0,32	0,82	0,90	1
Gain $G = 20 \text{ Log } \frac{V_S}{V_E}$ (dB)	-29,4	-15,4	-9,90	-1,72	-0,92	0
Temps écoulé entre les 2 signaux ∂t en secondes *Attention V_S est en retard par rapport à V_E*	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	$500 \cdot 10^{-6}$	$188 \cdot 10^{-6}$	$18 \cdot 10^{-6}$	$4{,}5 \cdot 10^{-6}$	0
Déphasage ou phase φ (rad)	1,62	1,57	1,20	0,55	0,3	0

DIAGRAMMES DE BODE

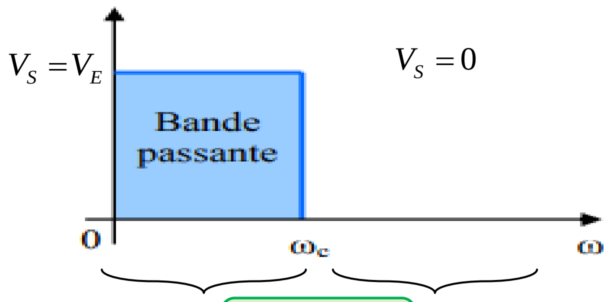




FREQUENCE DE COUPURE

C'EST QUOI ?

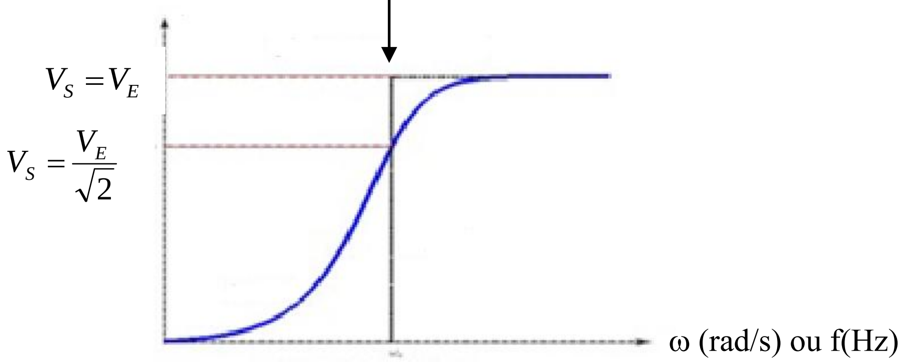
<u>Idéalement</u> un filtre passe bas devraient avoir sa fonction de transfert représentée comme ceci



Basses fréquences que le filtre laisse passer donc fonction de transfert est égale à 1 $V_S = V_E$	$\omega_c = 2\pi.f_c$	**Hautes** fréquences que le filtre ne laisse pas passer donc fonction de transfert est égale à 0 $V_S = 0$

La fréquence qui sépare les deux bandes est appelée la **FREQUENCE DE COUPURE**

<u>En réalité</u> la fonction de transfert a cette allure



Basses fréquences que le filtre laisse passer donc fonction de transfert est égale à 1 $V_S = V_E$	$\omega_c = 2\pi.f_c$	**Hautes** fréquences que le filtre ne laisse pas passer donc fonction de transfert est égale à 0 $V_S = 0$

Je retiens que :
La fréquence appelée fréquence de coupure sera notée f_c

C'est la fréquence pour laquelle l'amplitude du signal en sortie est égale à celui d'entrée divisé par $\sqrt{2}$

La tension en sortie est donc $V_S = \frac{V_E}{\sqrt{2}}$

LE GAIN A LA FREQUENCE DE COUPURE

- **<u>Calculer</u>** le gain à la fréquence de coupure.

$$G = 20 \log \frac{V_S}{V_E} = 20 \log \frac{V_E}{\sqrt{2}.V_E} = 20 \log \frac{1}{\sqrt{2}} = -3dB$$

FREQUENCE DE COUPURE ET EXPERIENCE

3 méthodes pour déterminer la fréquence de coupure de ce filtre

méthode 1

a) **Afficher** V_E en voie 1

b) **Régler** le calibre sur l'oscilloscope et l'amplitude sur le GBF afin d'avoir V_E pic à pic (= U_{max} jusqu'à U_{min}) à 7 carreaux (7 divisions)

c) Ne plus **toucher** le calibre V/div

d) **Noter** ce calibre : 2v /div

e) **Afficher** V_S en voie 2

f) **Régler** la fréquence sur le GBF afin d'obtenir V_S pic à pic à 5 carreaux (5 divisions)

g) **Relever** la valeur de la fréquence notée f_c : 3183 Hz

méthode 2

a) Valeur trouvée précédemment pour V_E et V_S: $V_E = 7V$; $V_S = 5V$

b) **Calculer** la valeur du gain G : $G = 20 \log V_S / V_E = 20 \log (5/7) = -3$ dB

c) Sur le graphique représentant le gain G en fonction de la fréquence, **tracer** la droite G = -3dB.

d) **Relever** la valeur de la fréquence correspondant à l'intersection de cette droite et celle de la courbe : Environ 3000Hz

méthode 3

a) **Donner** l'expression du module de la fonction de transfert $|\underline{T}|$ en fonction de R C et ω

b) A la fréquence de coupure **donner** la valeur de $\frac{V_S}{V_E}$

c) En égalisant les 2 expressions **retrouver** la valeur théorique de f_c en fonction de R C et ω afin de **démontrer** que

$$f_C = \frac{1}{2\pi.R.C}$$

d) **Calculer** la valeur théorique de f_c R = 1 k Ω C = 50 nF

$$|\underline{T}| = \frac{V_S}{V_E}$$

$$|\underline{T}| = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}}$$

$$V_S = \frac{V_E}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega_c^2}}}$$

donc $R\sqrt{2} = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega_c^2}}$

$2R^2 = R^2 + \frac{1}{C^2\omega_c^2}$

$R^2 = \frac{1}{C^2\omega_c^2}$

$R = \frac{1}{C.\omega_c}$

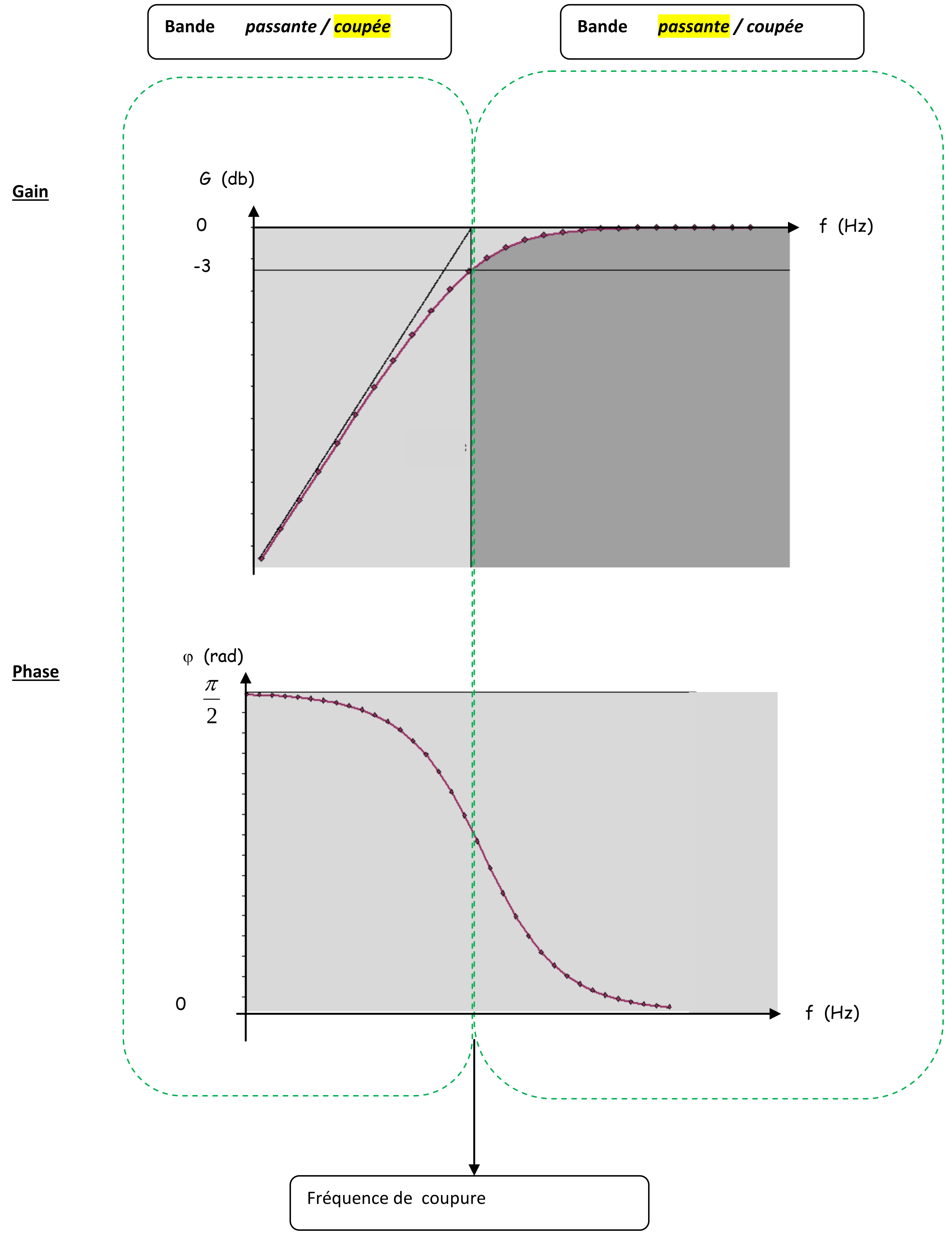
$\omega_c = \frac{1}{RC}$

$2\pi f_c = \frac{1}{RC}$

$f = \frac{1}{2\pi RC}$

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi . 1000 . 50.10^{-9}} = 3183 \text{ Hz}$$

BILAN


Bande passante / coupée
Bande passante / coupée
Gain
G (db)
0
-3
f (Hz)
Phase
φ (rad)
π/2
0
f (Hz)
Fréquence de coupure