

Nom :	Prénom :	Groupe :
ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS		
	Cycle Initial Polytech Première Année Année scolaire 2016/2017 DS électronique analogique No1	Note / 20

Vendredi 28 Avril 2017

CORRECTION

Durée : 1h30

- ❑ Cours et documents non autorisés.
- ❑ Calculatrice de type collège autorisée
- ❑ Vous répondrez directement sur cette feuille.
- ❑ Tout échange entre étudiants (gomme, stylo, réponses...) est interdit
- ❑ Vous devez :
 - indiquer votre nom et votre prénom.
 - éteindre votre téléphone portable (– 1 point par sonnerie).

RAPPELS :

Modèle électrique équivalent de la diode lorsqu'elle est passante : $V_D = V_S + R_S \cdot I_D$			
Modèle électrique équivalent de la diode lorsqu'elle est bloquée : $I_D = 0$			
Transistor NPN	Schéma électrique équivalent du transistor bipolaire NPN en régime de petit signal		
Filtre passe bas : $G(\omega) = \frac{H}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$		Filtre passe haut : $G(\omega) = \frac{H}{1 - j \frac{\omega_0}{\omega}}$	
Impédance d'une capacité C : $1/(jC\omega)$ $[\Omega]$		$\omega = 2\pi F$	

EXERCICE I : Diode en régime de petit signal et de grand signal (8 pts)

Soit le circuit de la figure (I.1.). La résistance a pour valeur $R = 50 \Omega$ et $E_G = 0.8 \text{ V}$.

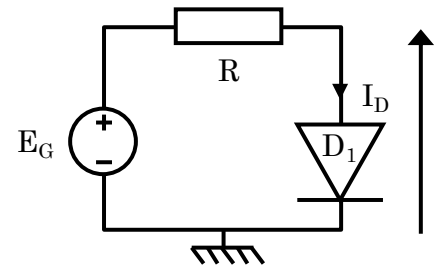


Figure I.1.

I.1. Etude en régime statique

0,5

I.1.1. Déterminer les valeurs de la tension de seuil et de la résistance série de la diode à partir de la figure (I.2.a).

$$V_S = 0,5 \text{ V}$$

$$R_S = 50 \Omega$$

0,25

I.1.2. Donner l'expression et la valeur du courant qui circule dans la diode à partir de la figure (I.1) et de la question (I.1.1).

$$I_{D0} = \frac{E_G - V_S}{R + R_S} = 3 \text{ mA}$$

0,25

I.1.3. Donner l'expression de la droite de charge.

$$I_D = f(V_D) = \frac{E_G - V_D}{R}$$

0,5

I.1.4. Tracer la droite de charge sur la figure (I.2.a) sans oublier de vérifier la cohérence avec la question (I.1.2).

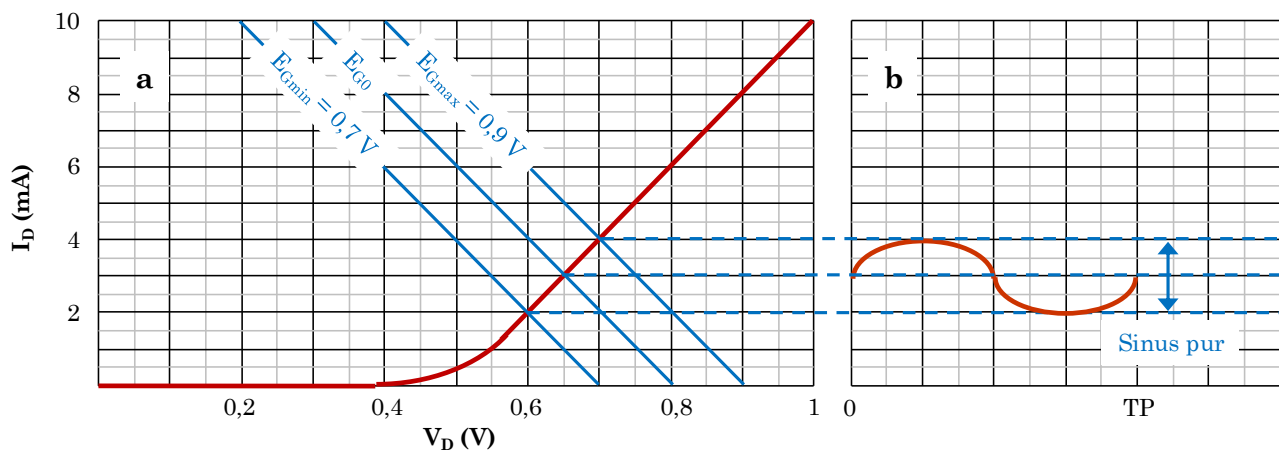


Figure I.2.

I.2. Etude en régime de petit signal

On applique une tension alternative de faible amplitude additionnée à une tension continue :

$$E_G = 0,8 + 0,1 \cdot \sin(\omega t) = E_{G0} + e_g(t) \quad (I.1)$$

La tension continue (0,8 V) correspond au point de polarisation.

1 **I.2.1.** Sur la figure (I.2.a), représenter les droites de charge qui correspondent aux valeurs min et max de E_G .

0,5 **I.2.2.** A partir de la question (I.2.1), donner les valeurs extrêmes que prennent la tension aux bornes de la diode V_D , et le courant I_D .

$$V_D \in [\text{0,6 V ; 0,7 V}]$$

$$I_D \in [\text{2 mA ; 4 mA}]$$

0,5 **I.2.3.** Tracer sur la figure (I.2.b) l'évolution temporelle du courant I_D sur une période T_P . Mettre en évidence les zones qui sont sinusoïdales pures.

0,5 **I.2.4.** Donner les valeurs min et max de $i_d(t)$ (on rappelle que $I_D(t) = I_{D0} + i_d(t)$).

$$i_{d\min} = \text{1 mA}$$

$$i_{d\max} = \text{-1 mA}$$

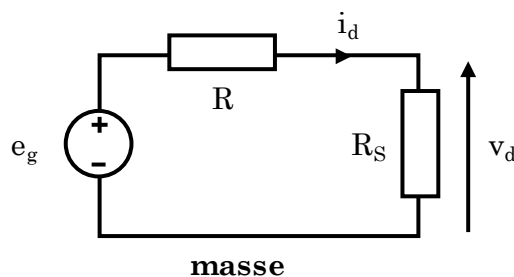
0,25 **I.2.5.** Est-ce que le courant $i_d(t)$ peut réellement devenir négatif ?

A. Oui **X** B. NON C. Seulement en examen

0,25 **I.2.6.** Est-ce que cela implique que $I_D(t)$ peut devenir négatif ?

A. Oui B. NON **X** C. Seulement en examen

0,5 **I.2.7.** Donner le schéma équivalent du montage en régime de petit signal.



0,5 **I.2.8.** A partir de la question (I.2.7), donner l'expression de i_d en fonction entre autres de e_g .

$$i_d = \frac{e_g}{R + R_S}$$

0,5 **I.2.9.** Donner alors les valeurs min et max de $i_d(t)$

$$i_{d\min} = \text{1 mA}$$

$$i_{d\max} = \text{-1 mA}$$

I.3. Etude en régime de grand signal

On applique une tension alternative de faible amplitude additionnée à une tension continue :

$$E_G = 0,8 + 0,5 \cdot \sin(\omega t) = E_{G0} + e_g(t) \quad (I.2)$$

La tension continue (0,8 V) correspond au point de polarisation.

- 1 I.3.1. Sur la figure (I.3.a), représenter les droites de charge qui correspondent aux valeurs min et max de E_G . Représenter aussi la droite de charge en régime statique

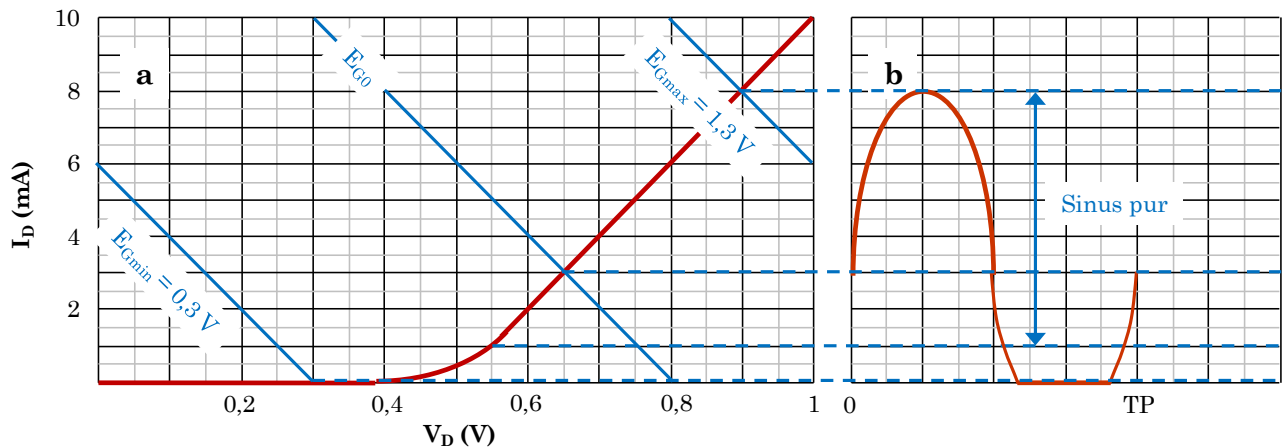
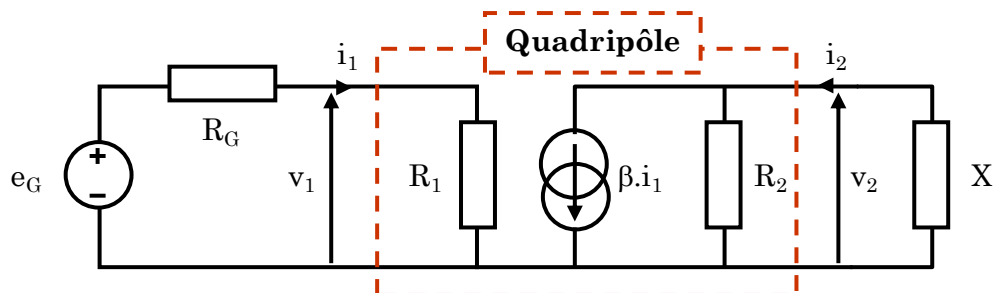


Figure I.3.

- 1 I.3.2. Tracer sur la figure (I.3.b) l'évolution temporelle du courant I_D sur une période T_P . Mettre en évidence les zones qui sont sinusoïdales pures.

EXERCICE II : Gain d'amplificateurs (3 pts)

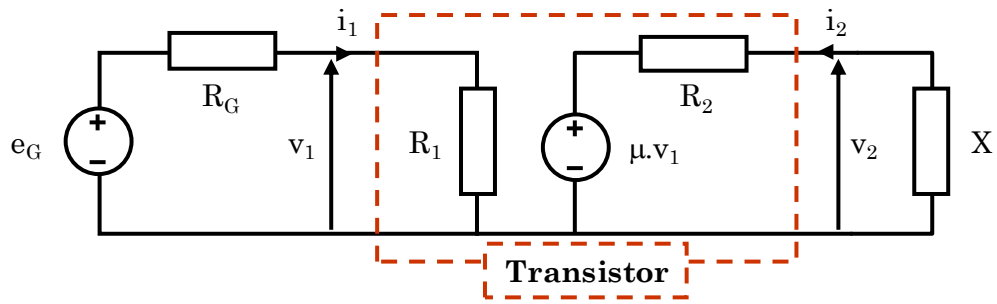
II.1. Soit le schéma petit signal ci-dessous



- 1 Donner l'expression du gain :

$$A_v = \frac{v_2}{v_1} = -\beta \frac{R_2 // X}{R_1} =$$

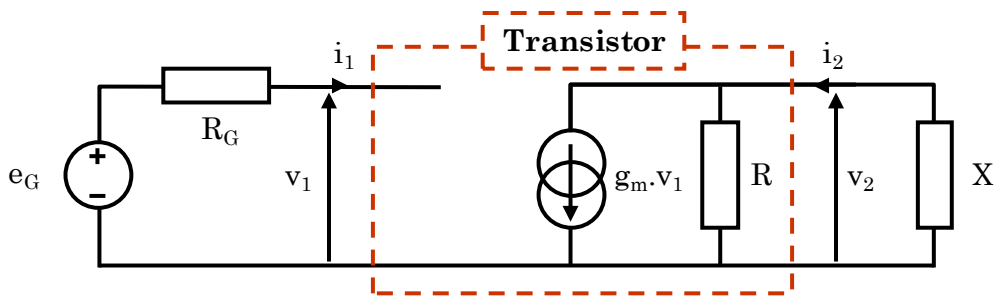
II.2. Soit le schéma petit signal ci-dessous



1 Donner l'expression du gain :

$$A_v = \frac{v_2}{v_1} = -\mu \frac{X}{R_2 + X}$$

II.3. Soit le schéma petit signal ci-dessous



1 Donner l'expression du gain :

$$A_v = \frac{v_2}{v_1} = -\frac{i_2 X}{v_1} = -\frac{X}{v_1} \frac{g_m \cdot v_1 \cdot R}{R + X} = -g_m \frac{X \cdot R}{R + X}$$

EXERCICE III : Amplificateur en émetteur commun (6 pts)

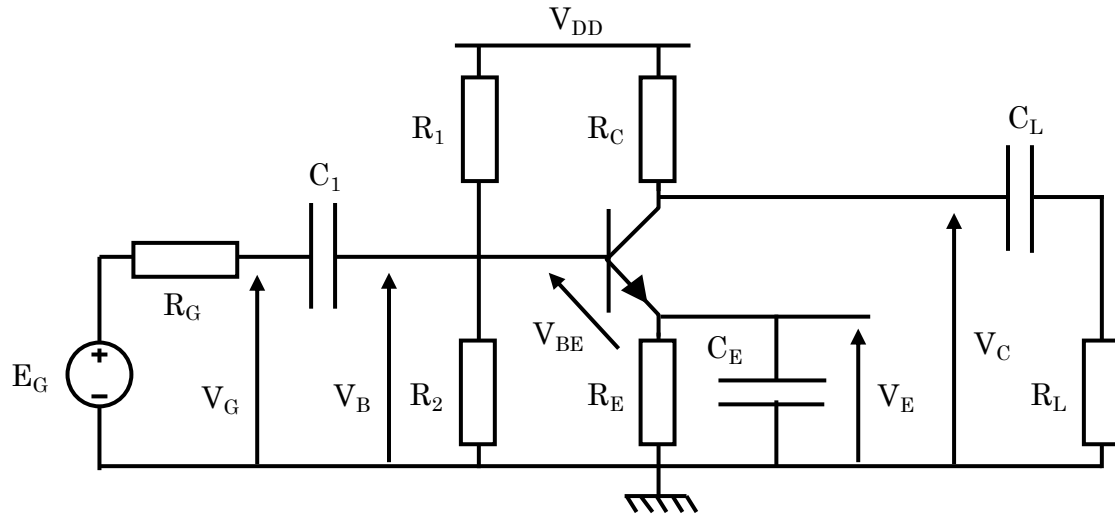


Figure III.1

Soit le circuit de la figure (III.1). Le transistor a un gain en courant β , une tension de saturation V_{CEsat} ainsi qu'une résistance R_S et une tension V_S pour sa diode base-émetteur. **1 ne sera pas négligé devant β**

III.1. Etude en régime statique

0.25 **III.1.1.** Dans quel régime se trouve le transistor pour pouvoir amplifier le signal $E_G(t)$?

- A. Bloqué B. Linéaire **X** C. Saturé

0.25 **III.1.2.** Comment doit-on considérer les capacités en régime statique ?

- A. Comme des courts-circuits B. Comme des circuits ouverts **X**
C. Comme des fils D. Comme des résistances

0.5 **III.1.3.** Donner l'expression du courant I_{B0} en fonction de V_{DD} , R_1 , R_2 , R_S , V_S , R_E et β . Vous pourrez vous aider d'un générateur de Thévenin équivalent si vous voulez.

$$I_{B0} = \frac{E_{th} - V_S}{R_{th} + R_S + (1 + \beta)R_E} \quad \text{avec} \quad E_{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD} \quad \text{et} \quad R_{th} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

0.25 **III.1.4.** Donner l'expression du courant I_{C0} .

$$I_{C0} = \beta \cdot I_{B0}$$

0.5 **III.1.5.** Donner l'expression de la tension V_{CE0} en fonction de V_{DD} , R_C , R_E , I_B et β .

$$V_{CE0} = V_{DD} - \beta \cdot R_C \cdot I_{B0} - (1 + \beta) R_E \cdot I_{B0}$$

0.25 **III.1.6.** Comment doit être V_{CE} par rapport à V_{CEsat} ?

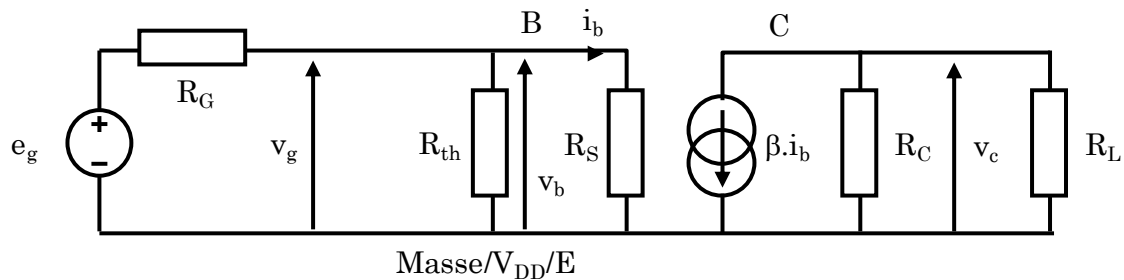
- A. $V_{CE} < V_{CEsat}$ B. $V_{CE} > V_{CEsat}$ **X** C. $V_{CE} = V_{CEsat}$ D. $V_{CE} > V_{DD}$

III.2. Gain dans la bande passante

0,25 **III.2.1.** Quelle est la signification d' « émetteur commun » ?

- A. L'émetteur de ce montage est commun à tous les élèves
- B. L'émetteur du transistor est relié à la masse en régime de petit signal **X**
- C. L'émetteur du transistor est tout ce qu'il y a de plus commun
- D. L'émetteur de la base est relié à la masse en régime de grand signal

1 **III.2.2.** Donner le schéma en petit signal du montage. Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur, i_b , et $\beta \cdot i_b$.



0,5 **III.2.3.** Donner l'expression du gain en tension

$$A_v = \frac{v_c}{e_g} = \frac{v_c}{v_b} \frac{v_b}{e_g} = -\beta \frac{R_C // R_L}{R_S} \frac{R_e}{R_G + R_e} \quad \text{avec } R_e = R_{th} // R_S \quad \text{et } R_{th} = R_1 // R_2$$

III.3. Les 3 filtres

0.25 **III.3.1.** Quel est le rôle de la capacité C_1 ?

- A Augmenter le gain en alternatif en court-circuitant la résistance R_2
- B **X** Empêcher que la partie statique de E_G modifie le point de polarisation du transistor.
- C Eviter l'échauffement du transistor
- D Court-circuiter la base pour laisser passer la partie alternative de E_G
- E Empêcher que la partie statique de V_{DD} modifie le point de polarisation du transistor.

0.25 **III.3.2.** Pour le circuit, la capacité C_1 représente un filtre :

- A. Passe Bas
- B. Passe Haut **X**
- C. PasseRa PasseRaPa en PEIP2

0.25 **III.3.3.** Quel est le rôle de la capacité C_E ?

- A Augmenter la valeur de la résistance R_E .
- B **X** Empêcher la tension V_E de varier et ainsi augmenter la valeur du gain $A_{V1} = v_c/v_b$.
- C Stabiliser thermiquement le transistor.
- D Augmenter l'effet de la capacité C_1

0.25 **III.3.4.** Pour V_E et E_G , la capacité C_E forme un filtre ?

- A. Passe Haut B. Passe Bas **X** C. Passe Alaccueil prendre tes affaires

0.25 **III.3.5.** Quel est le rôle de la capacité C_L ?

- A Augmenter le gain en alternatif en court-circuitant la résistance R_C
 B **X** Empêcher que la partie statique de V_C de perturber le fonctionnement du circuit représenté par R_L .
 C Eviter l'échauffement de R_E
 D Court-circuiter la base pour laisser passer la partie alternative de V_{DD}
 E Empêcher que la partie statique de V_{DD} modifie la valeur de R_L .

0.25 **III.3.6.** Pour le circuit, la capacité C_L représente un filtre :

- A. Passe Bas B. Passe Haut **X** C. Passe Sifacile ce DS

0.75 **III.3.7.** On souhaite amplifier un signal audio dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz. Représenter l'allure des filtres liés à C_1 , C_E et C_L sur la figure (III.2).

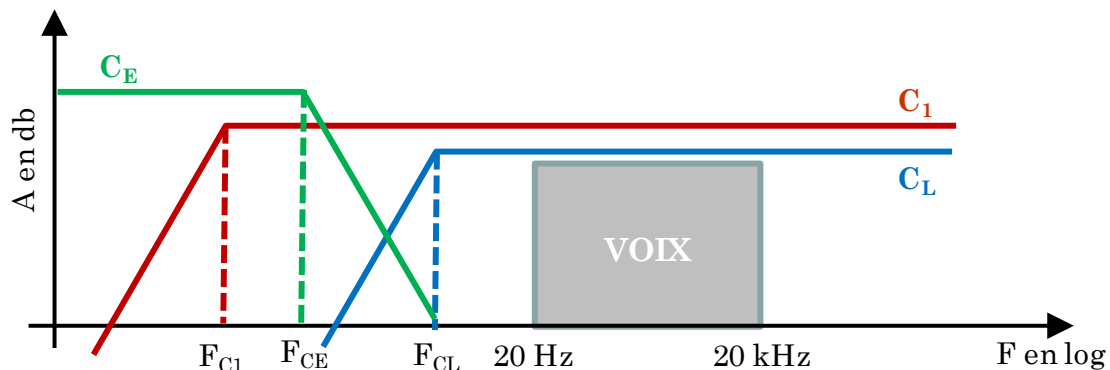
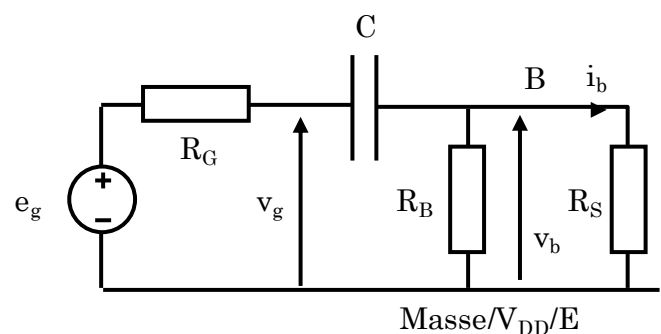


Figure III.2

EXERCICE IV : Petits exercices pour compléter le barème (3 + 0.5 pts)

IV.1. Filtre 1

Soit le circuit ci-contre.



1

IV.1.1. Donner l'expression du gain et faire clairement apparaître un passe haut ou un passe bas.

$$A_{v1} = \frac{v_b}{v_g} = \frac{R_B // R_S}{(R_B // R_S) + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 - j \frac{1}{\omega C(R_B // R_S)}} = \frac{H}{1 - j \frac{\omega_0}{\omega}}$$

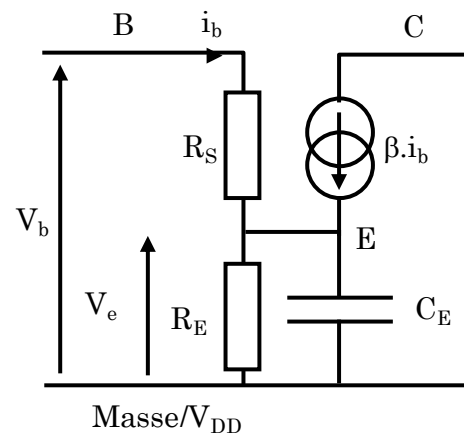
0.5

IV.1.2. Donner l'expression de la fréquence de coupure

$$F_{C1} = \frac{1}{2\pi C(R_B // R_S)}$$

IV.2. Filtre 2

Soit le circuit ci-contre pour lequel on peut négliger 1 devant β .



1

IV.2.1. Donner l'expression du gain et faire clairement apparaître un passe haut ou un passe bas.

$$A_{v1} = \frac{v_e}{v_b} = \frac{(1 + \beta)Z_{eq}}{(1 + \beta)Z_{eq} + R_S} = \frac{\beta}{\beta + \frac{R_S}{Z_{eq}}} = \frac{\beta}{\beta + R_S \left(\frac{1}{R_E} + j\omega C_E \right)} \text{ avec } \frac{1}{Z_{eq}} = \frac{1}{R_E} + j\omega C_E$$

$$A_{v1} = \frac{v_e}{v_b} = \frac{\beta}{\beta + R_S \left(\frac{1}{R_E} + j\omega C_E \right)} = \frac{\beta R_E}{\beta R_E + R_S + j\omega R_S R_E C_E}$$

$$A_{v1} = \frac{v_e}{v_b} = \frac{\beta R_E}{\beta R_E + R_S} \frac{1}{1 + j\omega \frac{R_S R_E C_E}{\beta R_E + R_S}} = \frac{H}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$$

0.5

IV.2.2. Donner l'expression de la fréquence de coupure

$$F_{CE} = \frac{\beta R_E + R_S}{2\pi R_S R_E C_E}$$

Bonus 0,5

IV.3. Soit le circuit ci-contre, donner l'expression de la droite de charge.

$$I_D = f(V_D) = \frac{0,5 \cdot E_G - V_D}{0,5 \cdot R}$$

