

Université Frères Mentouri-Constantine 1  
 Faculté des Sciences de la Technologie  
 Département d'électronique  
Licence 2 : électronique  
UEM : TP électronique fondamentale  
Volume horaire : 1h30

<b>Nom et Prénom :</b>	<b>Groupe :</b>
• .....	
• .....	
• .....	
<b>№ Paillasse :</b> .....	<b>Date :</b> /     / 2018

**TP04 : Transistor bipolaire (Amplification)**

**Objectifs du TP :**

L'objectif de ce TP, est l'étude d'un montage élémentaire particulier qui est le montage émetteur commun (EC) d'un transistor bipolaire en mode d'amplification.

**Rappel théorique :**

**Le transistor bipolaire :** C'est le composant électronique à base de semi-conducteur le plus utilisé à nos jours dans les rôles d'amplificateur et d'interrupteur. Il est créé en juxtaposant trois couches de semi-conducteurs dopés N, P puis N+ (pour le **NPN** : courant dû à un flux d'électrons) ou dopés P, N puis P+ (pour le **PNP** : courant dû à un flux de trous) constituant ainsi 2 jonctions (ou diodes) PN montées en sens inverse Fig.1. Pour simplifier la compréhension du fonctionnement de ce composant, on peut considérer que la troisième 3 patte (la **base**) de ce composant permet de contrôler le passage du courant entre les 2 autres pattes (Emetteur, collecteur). Autrement dit, un faible courant de base ( $I_B$ ) permet de commander un courant de collecteur ( $I_C$ ) bien plus important.

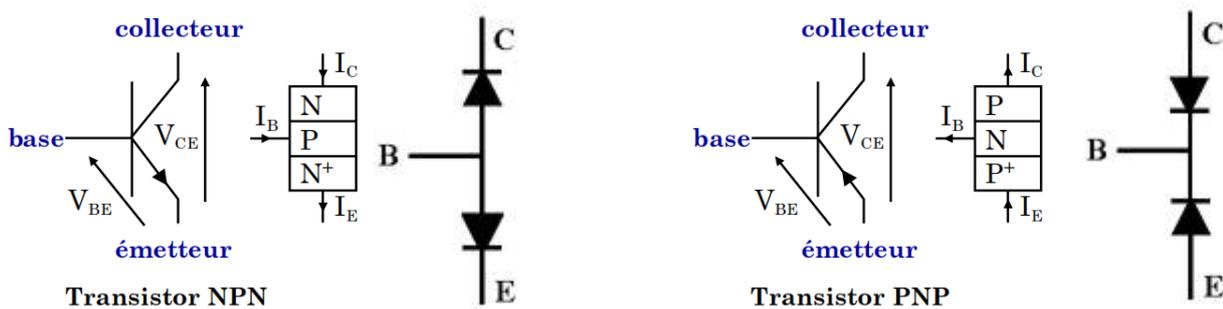


Figure 1 : Brochage et schéma électrique d'un transistor bipolaire.

Les trois pattes constituant le transistor bipolaire sont les suivants :

- La base (B) qui permet de commander le passage du courant à travers le composant
- Le collecteur (C) est la broche par laquelle le courant entre dans le transistor bipolaire
- L'émetteur (E) est la broche par laquelle le courant sort du composant, ainsi que le signal de sortie.

A noter que les NPN sont les plus utilisés et ils ont de meilleures caractéristiques.

**Régimes de fonctionnements :** Le transistor bipolaire peut fonctionner en deux régimes ou modes différents :

- Le régime linéaire (mode amplification) : dans ce mode, le transistor permet de laisser plus ou moins passer le courant.
- Le régime de saturation (mode de commutation) : dans ce cas, le transistor possède 2 états : soit bloqué, soit saturé (ou passant). A l'état bloqué le courant ne parcourt plus le composant. Quant à l'état de saturé, le transistor passe un courant du collecteur vers l'émetteur.

**Montages de base :** Pour un transistor bipolaire, il existe trois montages fondamentaux Fig.2 :

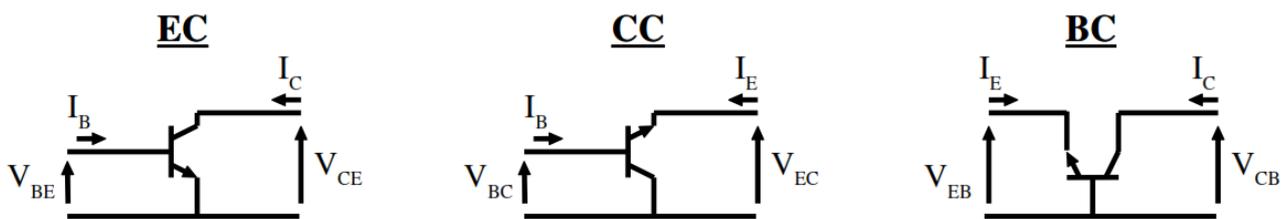


Figure 2 : Montages fondamentaux d'un transistor bipolaire.

- 1- Montage émetteur commun (EC) : C'est le montage le plus utilisé dont lequel l'entrée se fait sur la base et la sortie sur le collecteur. Utilisé généralement dans les basses fréquences BF pour amplifier un signal. Il est caractérisé par une impédance d'entrée de quelques  $k\Omega$ , et qu'elle dépend largement aux résistances du pont de la base ( $R_{b1}$  et  $R_{b2}$ ). Une impédance de sortie dépend de la résistance du collecteur  $R_c$ . Un signal de sortie avec une phase inversée par rapport à l'entrée et d'un gain élevé.
- 2- Montage collecteur commun (CC) : Le même montage que le précédent mais avec cette fois-ci l'entrée sur la base et la sortie sur l'émetteur. Caractérisé par une impédance d'entrée plus élevée que le montage émetteur commun mais une impédance de sortie basse. Le signal de sortie n'est amplifié (sans de gain) et il est en phase avec le signal d'entrée. Ce montage est utilisé souvent comme adaptateur d'impédance.
- 3- Montage base commune (BC) : Dans ce montage l'entrée se fait sur l'émetteur tandis que la sortie est sur le collecteur. L'impédance d'entrée est basse et la sortie à moyenne impédance. Le signal de sortie est en phase avec un gain élevé. Ce montage est employé surtout en haute fréquences HF.

### Caractéristiques d'un transistor bipolaire :

- Le gain en courant d'un transistor est désigné par la lettre bêta ( $\beta$ ), dans les datasheet on le trouve par  $H_{fe}$  ou bien  $h_{21}$ , il est entre 100 et 300 dans les transistors classiques et entre 20 et 100 dans les transistors de puissances.

- En statique (ne dépend pas du temps), lorsque le transistor est bloqué :  $V_{BE} \ll 0,6V$ ,  $I_B = 0$  et  $I_C = 0$ .
- Lorsque le transistor est saturé :  $V_{BE} > 0,6V$ ,  $V_{CE} \approx 0$  et  $I_C < \beta \cdot I_B$ .
- $I_C = \beta \cdot I_B$  donc  $\beta = I_C / I_B$
- $I_E = I_C + I_B$  ( $I_B$  étant négligeable par rapport à  $I_C$ ), on peut dire donc sans trop d'erreur que  $I_E = I_C$ .
- Le point de repos ou de fonctionnement  $P_0$  d'un transistor correspond aux valeurs des tensions et des courants lorsqu'on ne considère que le régime statique (ne dépend pas du temps). Il est défini par le quadruplet  $(I_{B0}, V_{BE0}, I_{C0}, V_{CE0})$ . Avec le zéro en indice, indique qu'il s'agit du courant fixé par la polarisation. Ce réseau de caractéristiques est donné à la figure 3.

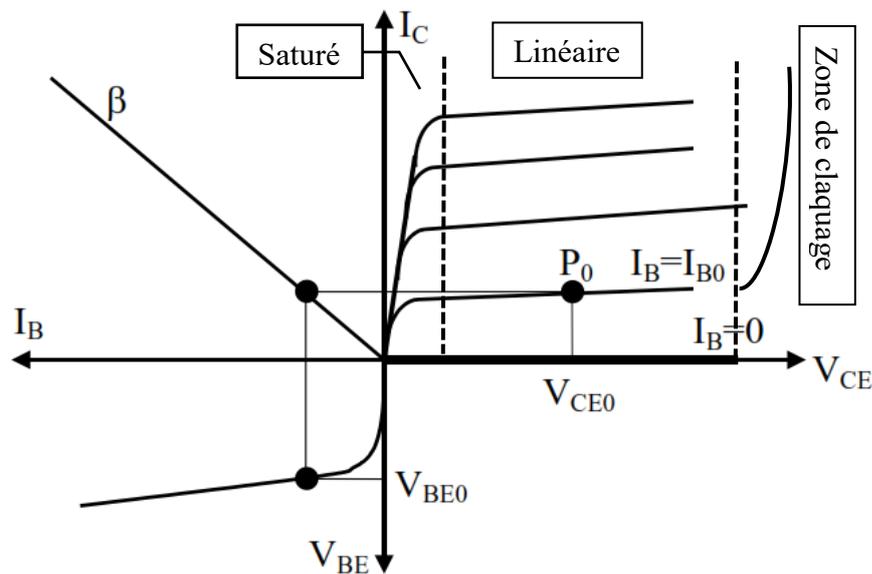


Figure 3 : Réseaux de caractéristiques d'un transistor bipolaire NPN en EC.

**Principe de fonctionnement :** Dans la suite de ce TP, on va s'intéresser au transistor bipolaire NPN monté en émetteur commun et fonctionnant en mode d'amplification (classe A) Fig.4. Donc on va travailler dans la partie linéaire du transistor qui est polarisé en statique à  $I_{B0}$  et  $I_{C0}$ . Dans ce cas, le courant  $I_B$  oscille au milieu de la caractéristique  $I_C = f(V_{CE})$ , autour de  $I_{B0}$  (entre  $I_{B0MAX}$  et  $I_{B0MIN}$ ) et par conséquent  $I_C$  oscille autour de  $I_{C0}$  (entre  $I_{C0MAX}$  et  $I_{C0MIN}$ ) avec  $I_C = \beta \cdot I_B$  Fig.5.1.

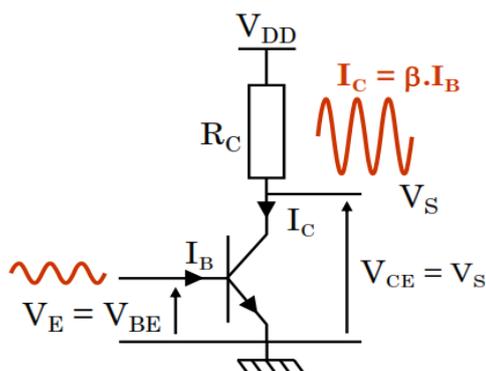


Figure 4 : Fonction d'amplification EC.

Une mauvaise polarisation entraîne une distorsion (déformation) du signal de sortie. Et par la suite un écrêtage dissymétrique et/ou symétrique du signal Fig.5.2 et 3.

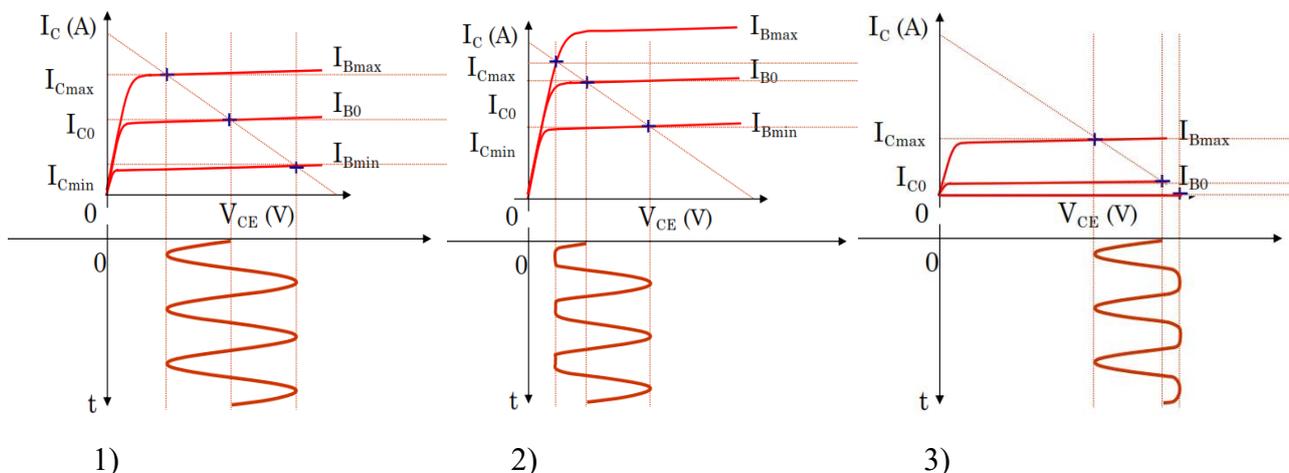


Figure 5 : 1) Bonne polarisation 2) et 3) mauvaise polarisation (écrêtage du signal).

### Manipulation :

Pour ce T.P, on utilisera un transistor NPN **2N2222A** (voir figure 7) qui a pour caractéristiques :

- Courant collecteur  $I_c$  : 800mA
- Puissance totale dissipée : 500mW
- Gain en courant  $\beta$  : 75 minimum (pour  $I_c = 10\text{mA}$ ,  $V_{ce} = 10\text{V}$ )
- Température de fonctionnement :  $-65^\circ\text{C}$  à  $+150^\circ\text{C}$

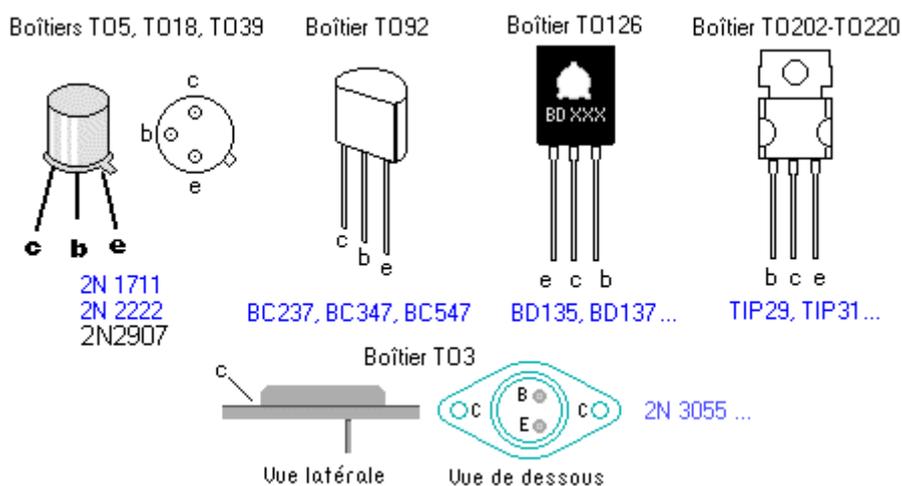
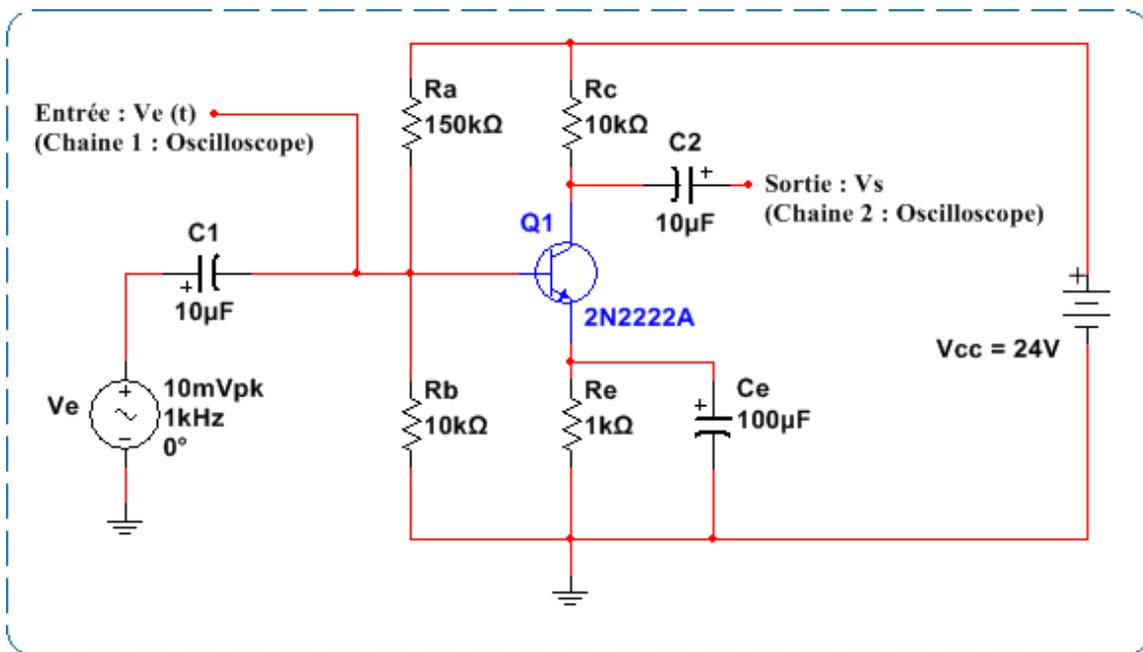


Figure 6 : Quelques types de boîtiers et brochages des transistors bipolaires.



Figure 7 : Boitier et brochages de transistor NPN utilisé dans ce TP.

1) Soit le montage suivant :



1. Quelle est le rôle des deux capacités C1 et C2 dans le circuit ?

.....

.....

.....

2. Réaliser le montage du circuit ci-dessus après avoir reconnaître tous les composants qui le constitue où :  $R_a = 150\text{ k}\Omega$ ,  $R_b = R_c = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_e = 1\text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = C_2 = 10\text{ }\mu\text{F}$  et  $C_3 = 100\text{ }\mu\text{F}$ .

**Ensuite, appeler l'enseignant pour la vérification du montage.**

3. Ajuster l'alimentation continue  $V_{CC}$  à **24 V**.

4. Régler le G.B.F ( $V_e$ ) à une fréquence de **1 KHz** et à une amplitude de **20 mV crête à crête** (10mVpk).

5. Visualiser à l'oscilloscope dans la **chaîne 1** le signal d'entrée ( $V_e(t)$ ) et dans la **chaîne 2** le signal de sortie ( $V_s$ ).

- a) Donner la forme du signal d'entrée et de sortie avec toutes leurs données (noms, amplitudes, périodes).



- b) Donner une explication du signal de sortie.  
 .....  
 .....
- c) Mesurer la tension de sortie  $V_s$  crête à crête et notez-la  $V_s =$  .....
6. Essayer d'obtenir la valeur de sortie maximale **sans déformation**, noter la tension d'entrée  $V_e =$  ..... et la tension de sortie  $V_s =$  .....
7. Essayer d'obtenir la valeur de sortie maximale **à la limite d'écrêtage**, notez la tension d'entrée  $V_e =$  ..... et la tension de sortie  $V_s =$  .....
8. Mesurer le déphasage  $\varphi$  entre le signal d'entrée et de sortie et notez-le  $\varphi =$  .....
9. Donner des conclusions.  
 .....  
 .....

**2) Courbe de linéarité :**

En gardant la fréquence à **1 kHz**, compléter le tableau ci-dessous. Les deux tensions d'entrée et de sortie sont mesurées à l'oscilloscope en valeur crête à crête. Faire varier  $V_e$  à partir du G.B.F par palier de **5 mV** en restant toujours inférieur à **25 mV**.

<b><math>V_e</math> (mV)</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
<b><math>V_s</math> (V)</b>					

1. Pourquoi la tension d'entrée est limitée à **25 mV** ? justifier votre réponse.

.....  
 .....

2. Tracer la courbe de linéarité  $V_s=f(V_e)$ .



3. La linéarité est-elle réalisée ? Si oui donner votre conclusion, sinon dites pourquoi.

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....