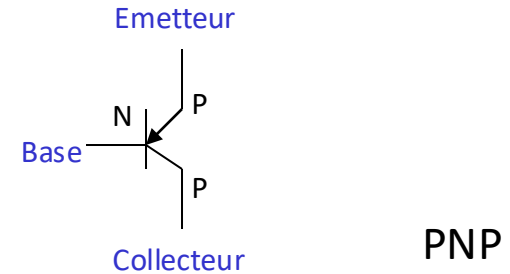
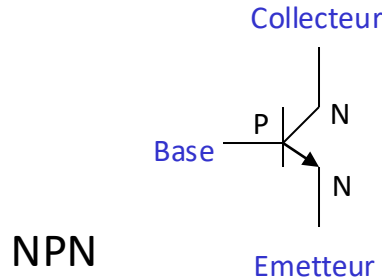


# Les Transistors : rappels essentiels



Quatre modes de fonctionnement (dont un inutile)

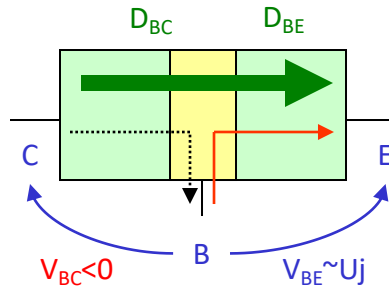
Modèles analytiques pour le mode actif direct (utile pour l'amplification)

Trois courbes intéressantes et les modèles mathématiques

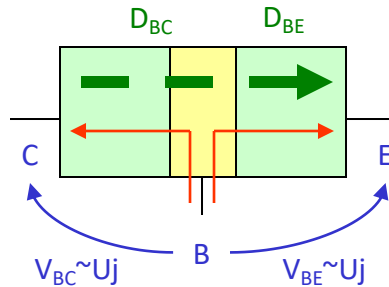
Application numérique avec l'exemple le plus basique

Rappel notion de droite de charge et exploitation avec le transistor

# Observation de quatre modes de fonctionnement



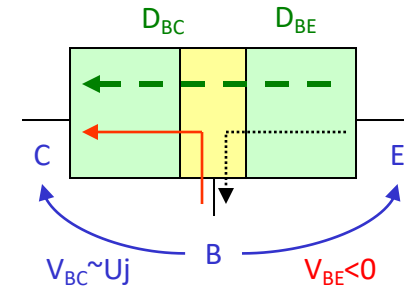
Cas 1



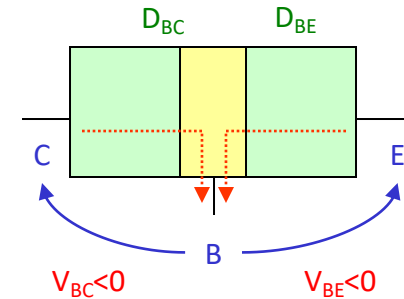
Cas 3

**Il faut admettre!**

Cas	$D_{BE}$	$D_{BC}$
1	Conduit $V_{BE} \sim U_j$	Bloquée $V_{BC} < 0$
2	Bloquée $V_{BE} < 0$	Conduit $V_{BC} \sim U_j$
3	Conduit $V_{BE} \sim U_j$	Conduit $V_{BC} \sim U_j$
4	Bloquée $V_{BE} < 0$	Bloquée $V_{BC} < 0$



Cas 2



Cas 4

# Classification des modes de fonctionnement

Rappel cours diode :

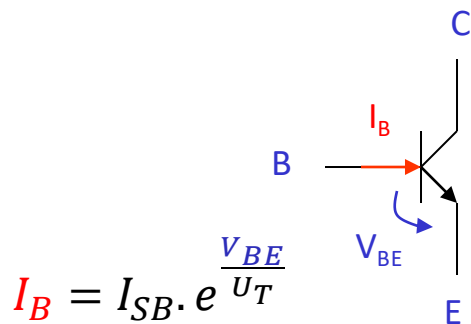
- Mode **inverse** = bloqué  
(tension de diode généralement négative)
- Mode **direct** = passant  
(tension de diode vaut  $U_j$ )

MODE	JONCTION EB	JONCTION BC	UTILISATION
ACTIF DIRECT MODE NORMAL	DIRECT	INVERSE	CIRCUITS LINEAIRES
ACTIF INVERSE	INVERSE	DIRECT	PERFORMANCES DEGRADEES
SATURE	DIRECT	DIRECT	LOGIQUE
BLOQUE	INVERSE	INVERSE	LOGIQUE

# Modèle élémentaire du bipolaire pour le **mode actif direct**

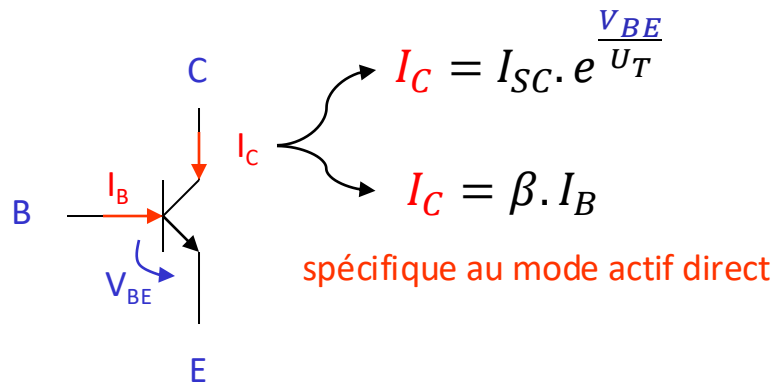
## Source de courant commandée

Comportement de la diode  $D_{BE}$



pas spécifique au mode actif direct

Observation du courant  $I_C$



Conséquences: Bipolaire assimilé à une **source de courant** (courant de collecteur)



- commandée par un faible **courant** (courant de base).
- commandée par une **tension** (tension base - émetteur)

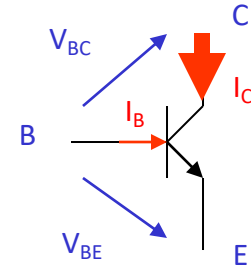
# Remarques sur la source de courant $I_C$

Source de courant => mode normal d'utilisation

- $V_{BC} < 0$  et  $V_{BE} > 0$
- Courant de base de valeur  $\ll$  courant de collecteur

Relation entre  $I_C$  et  $I_B$  : le gain en courant  $\beta$  du transistor.

$$I_C = \beta \cdot I_B \text{ ou } I_B = \frac{I_C}{\beta} \text{ avec } \beta = \text{quelques dizaines à quelques centaines}$$



Gain du Bipolaire: Bip. idéal: gain en courant infini, ou courant de base nul.

Les gains en courant des PNP  $\ll$  à ceux des NPN.

Sens des courants: Celui de la flèche identifiant l'émetteur. Indique si  $I_B$  est entrant ou sortant

Relation entre les 3 courants  $I_E = I_C + I_B$  or  $I_B$  négligeable  $\Rightarrow I_E \approx I_C$

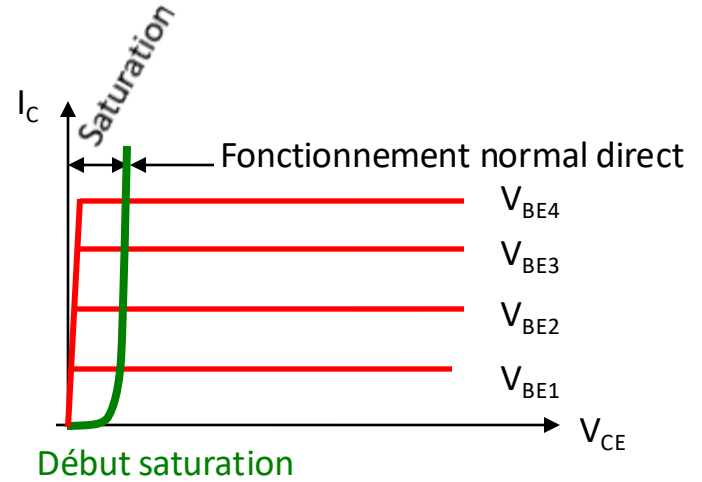
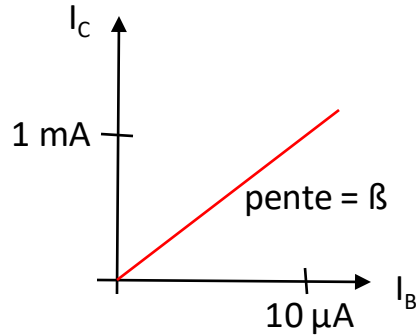
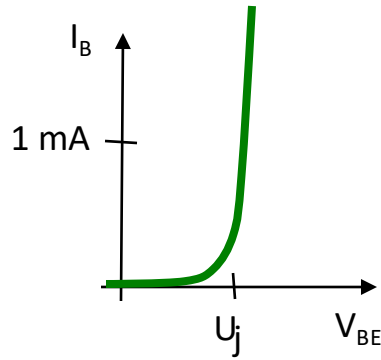
Relation entre  $I_C$  et  $V_{BE}$

$$I_C = I_{SC} \cdot e^{\frac{V_{BE}}{U_T}}$$

$I_S$  courant inverse de saturation. fA à pA.

Quand NPN conduit,  $V_{BE}$  est positive;  $U_j = 0.7V$ .

# Les courbes à exploiter



$$I_B = I_{SB} \cdot e^{\frac{V_{BE}}{U_T}} \quad I_C = \beta \cdot I_B$$

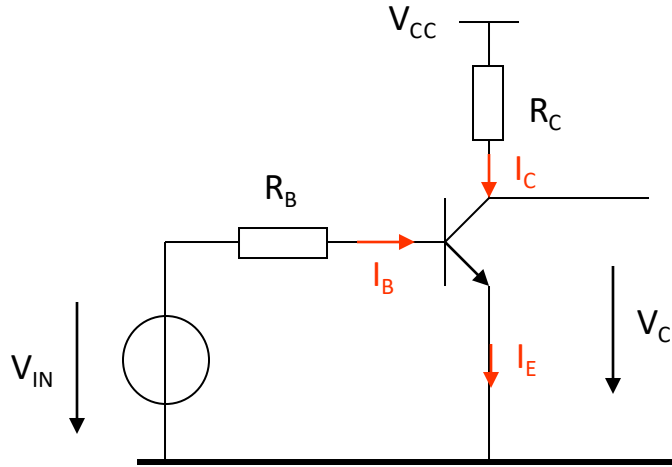
$$I_C = I_{SC} \cdot e^{\frac{V_{BE}}{U_T}}$$

$$I_C = I_{SC} \cdot e^{\frac{V_{BE}}{U_T}}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$I_C$  ne dépend pas de  $V_{CE}$ ... apparemment

# Exercice Basique



On donne :

- $V_{CC} = 15V$ ,  $R_B = 200\text{ k}\Omega$ ,  $R_C = 2\text{ k}\Omega$ ,  $\beta = 200$
- $V_{IN}$  variable de 0 à 15V

Calculer toutes les grandeurs (V et I) du circuit pour

- $V_{IN} = 0V$
- $V_{IN} = 2V$
- $V_{IN} = 15V$

Dessiner de manière intuitive  $V_{OUT} = V_C = f(V_{IN})$

Interpréter les résultats

**A faire en exercices avec simulation (mode DC sweep)**