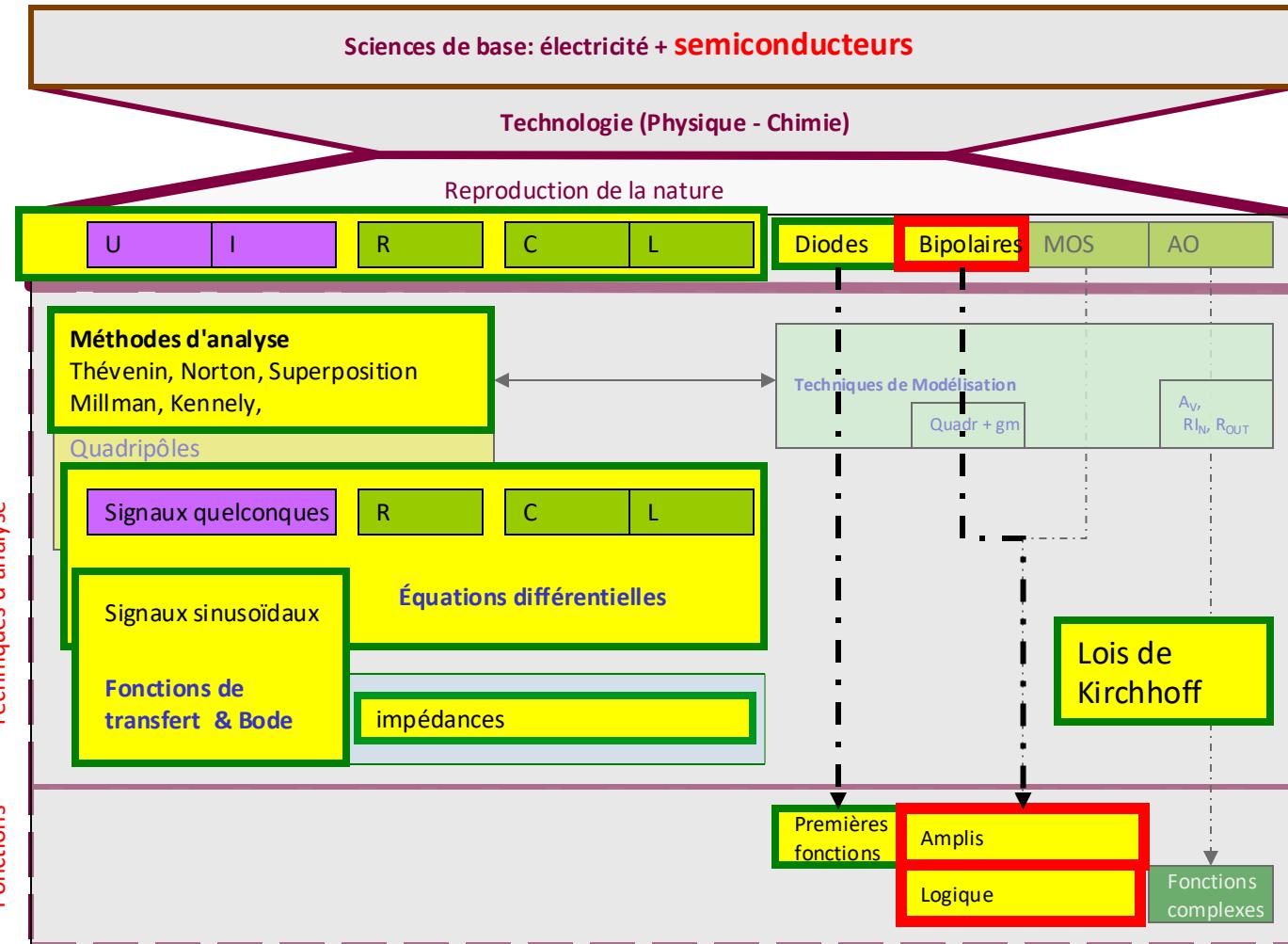
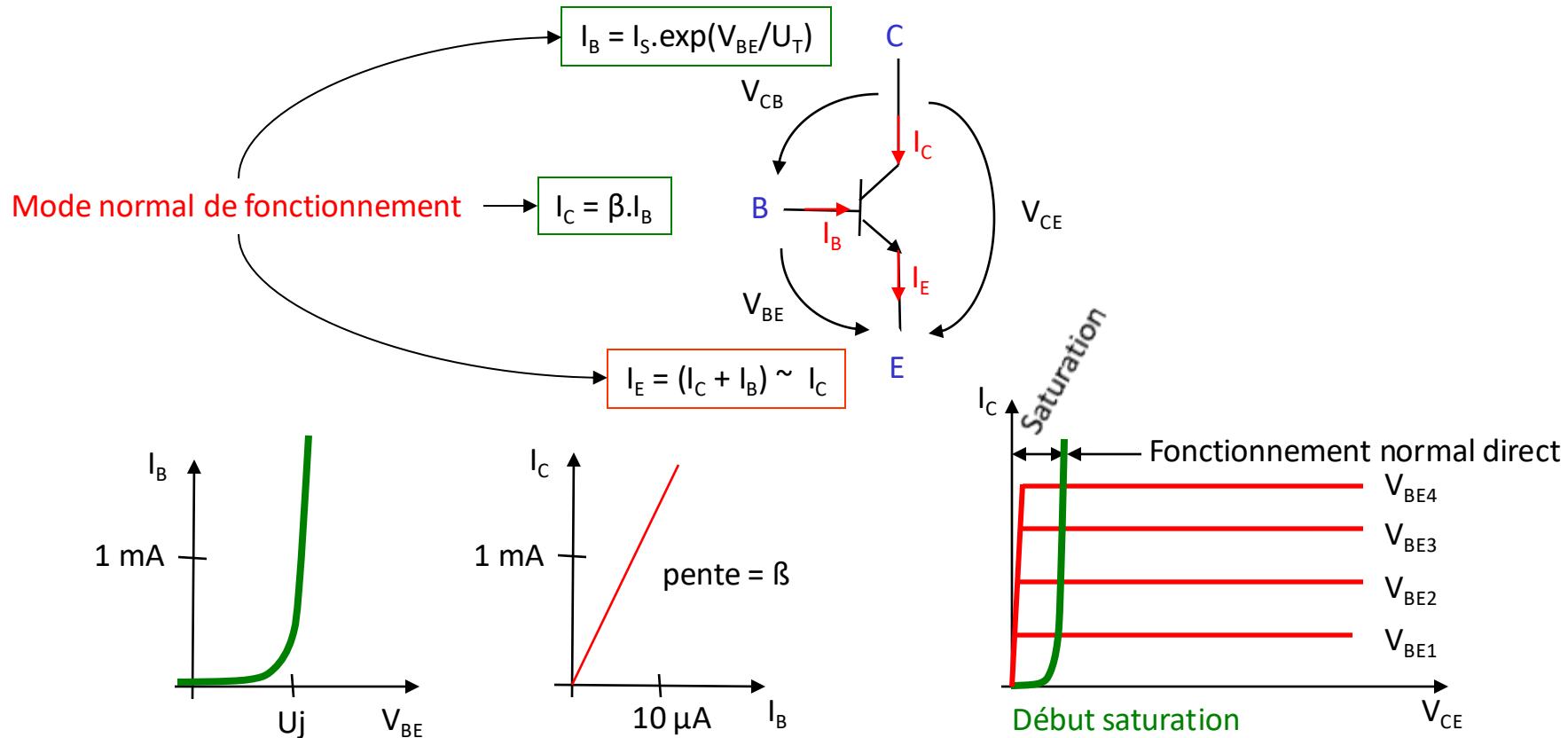


# Relations entre les différentes notions

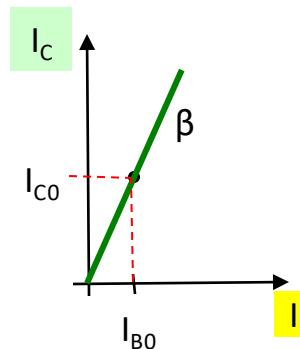
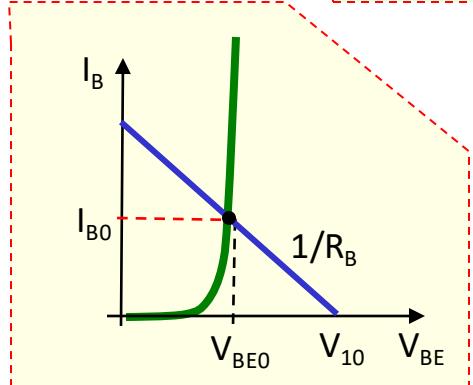
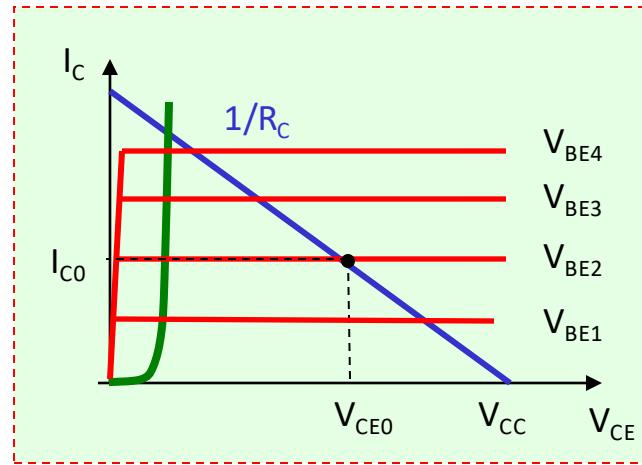
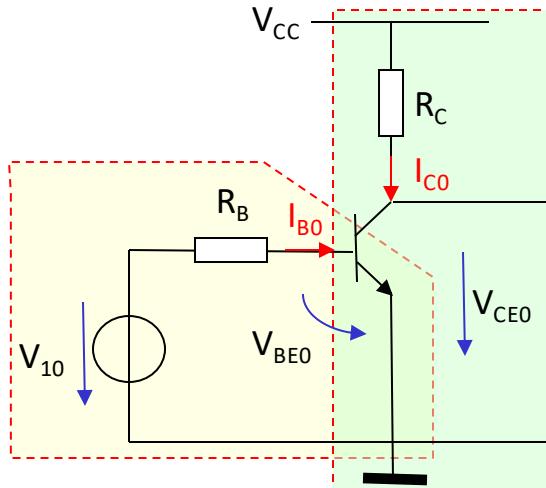


# Rappel : Courbes et formulations essentielles



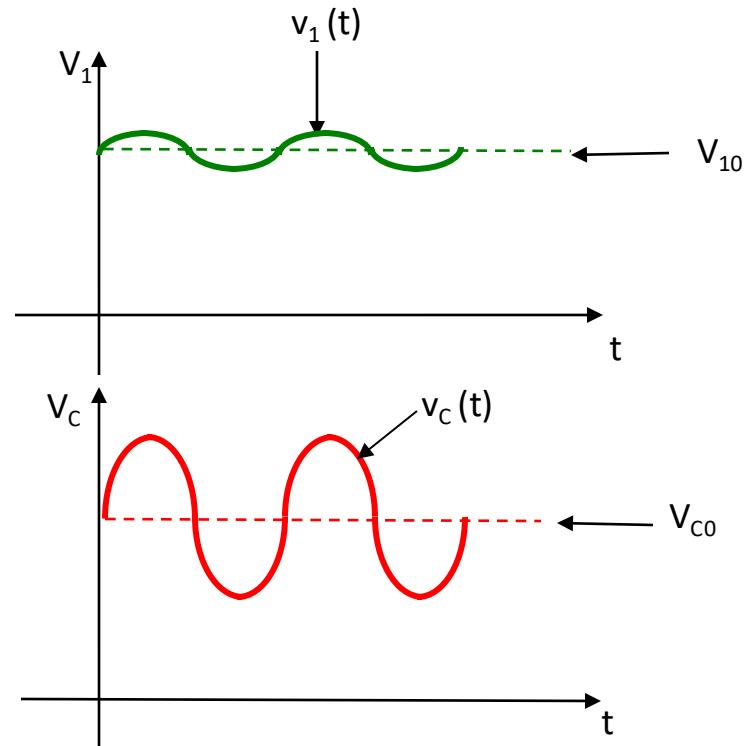
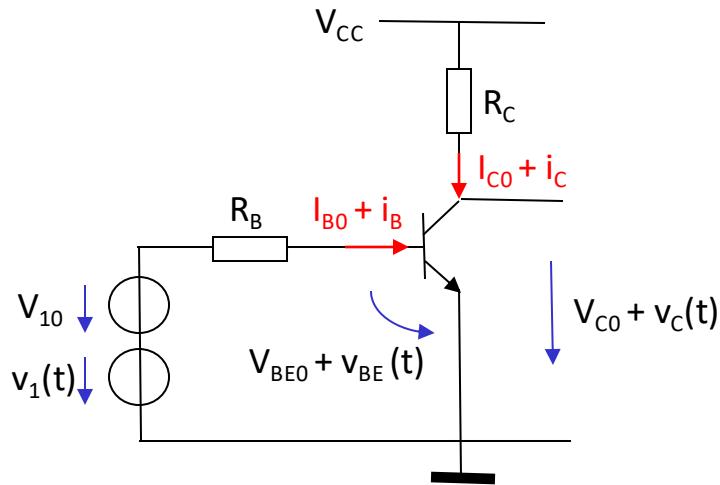
# Montage de base: Interprétation graphique

Droite de charge



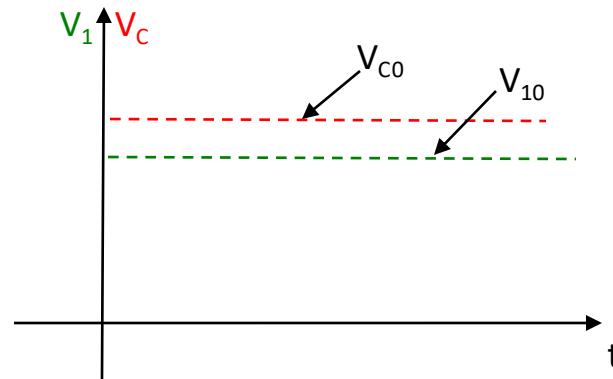
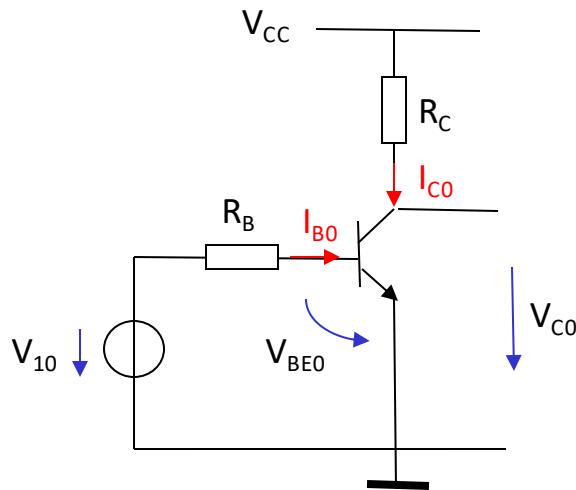
L'indice 0 pour rappeler qu'il s'agit d'une valeur particulière (obtenue ici au point de repos)

# Montage de base: Observations DC + AC



A-t-on une superposition du DC et de l'AC???

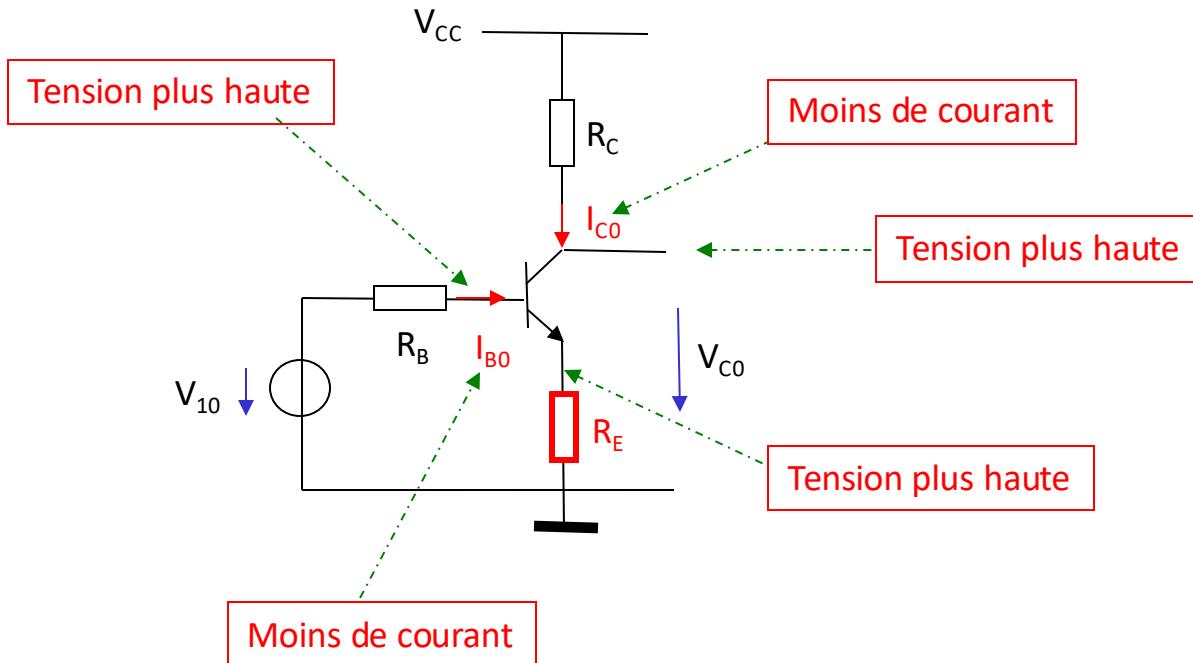
# Observation sans variations



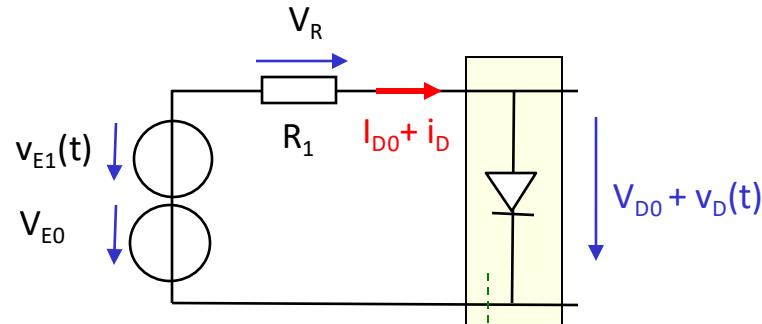
Intuitivement il y a bien superposition du DC et de l'AC

Attention à bien vérifier que  $V_{CO} > V_{BO}$ , sinon mode saturé

# Petite variante qualitative : Résistance à l'émetteur

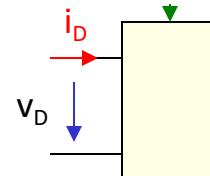


# Première comparaison entre montages à diode et transistor

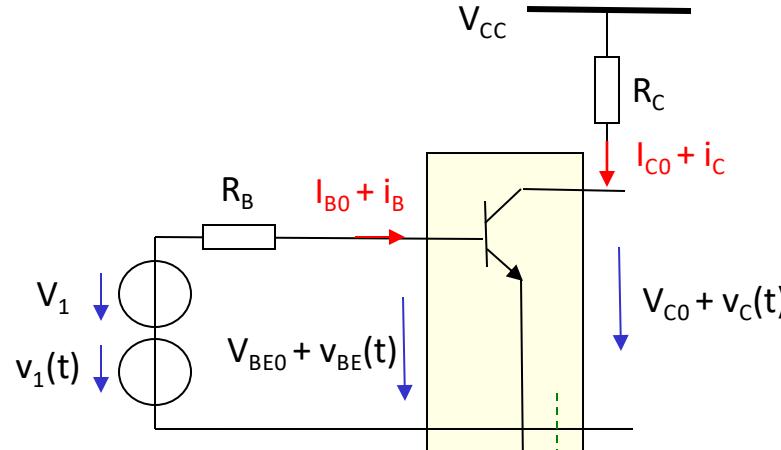


$i_D \Rightarrow v_D$   
ou  
 $v_D \Rightarrow i_D$

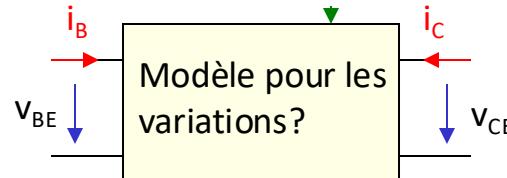
Dipôle



Une relation pour deux paramètres  $i_D$  et  $v_D$

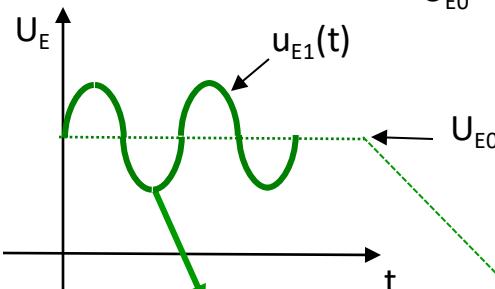
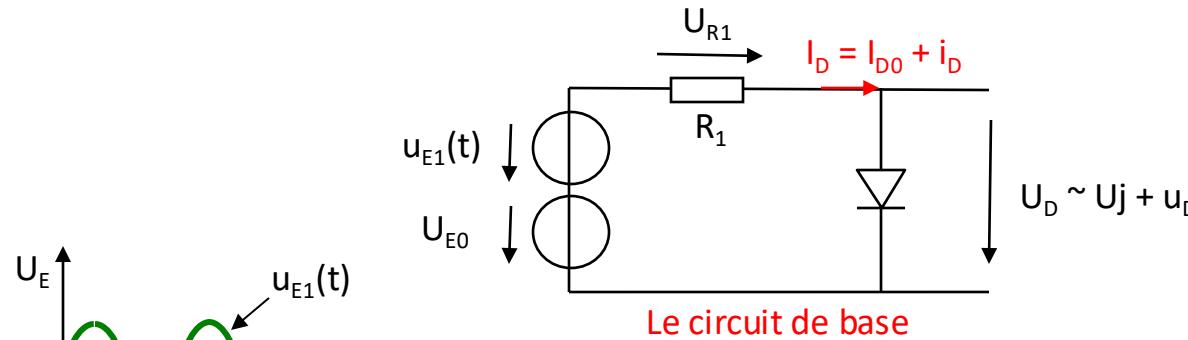


Quadripôle

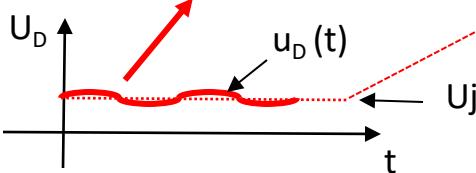


Trois relations pour quatre paramètres  $i_B, v_{BE}, i_C, v_{CE}$

# Rappel interprétation graphique pour la diode

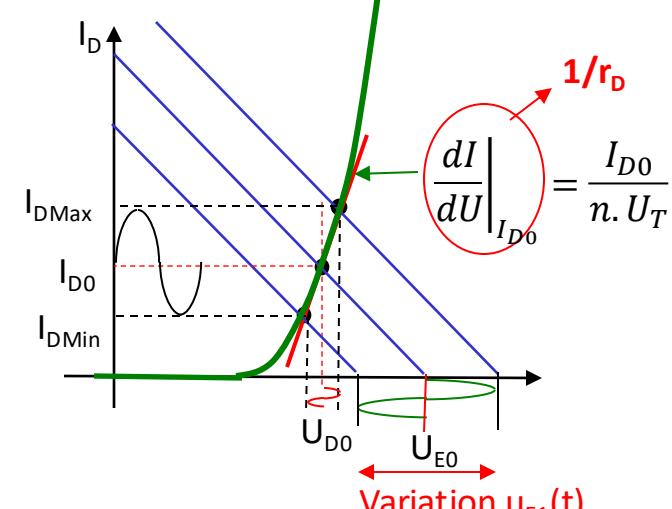


Relation entre  $u_{E1}(t)$  et  $u_D(t)$



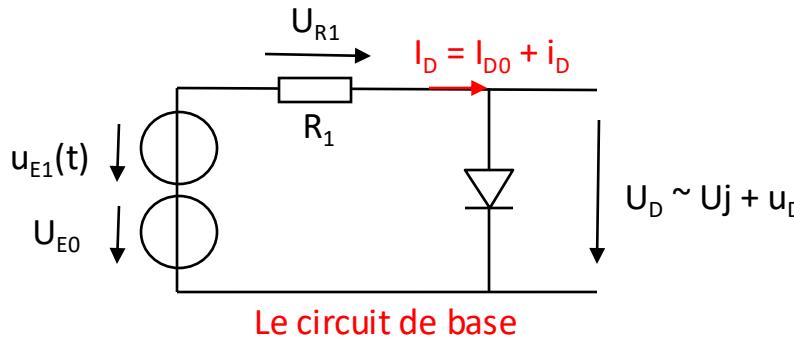
On a bien une superposition du DC et de l'AC

L'observation



L'interprétation graphique: la modélisation

# Recette de cuisine pour les variations de tension de la diode



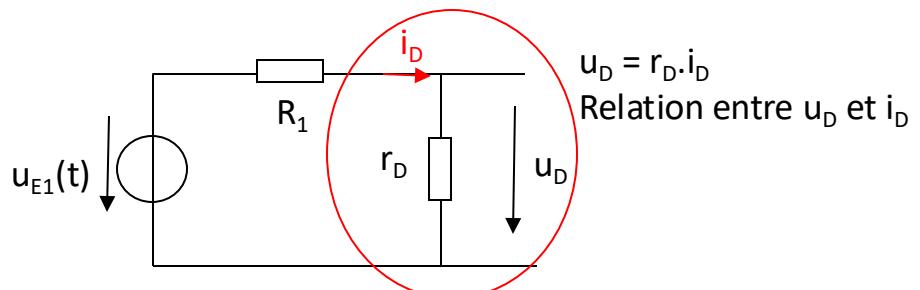
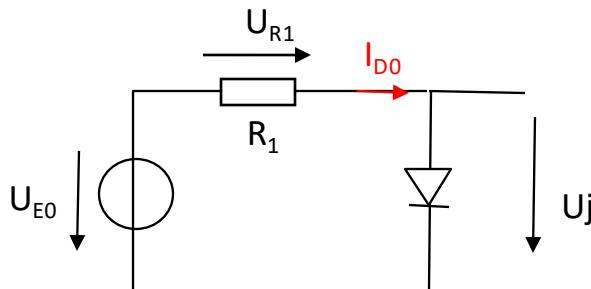
## Polarisation

Modèle DC:  $U_j$  est suffisant

## Variations

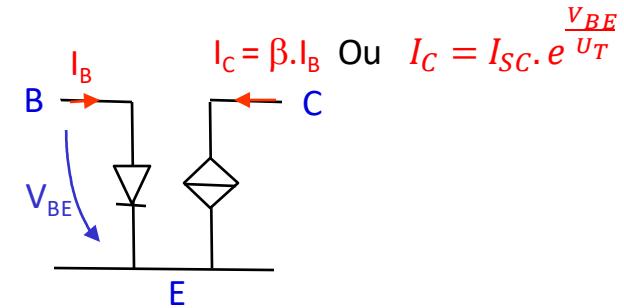
Modèle AC: Il faut connaître  $r_D$

$\Phi_1$ : calcul de  $I_{D0}$   $\longrightarrow$   $\Phi_2$ : calcul de  $r_D$   $\longrightarrow$   $\Phi_3$ : calcul des variations

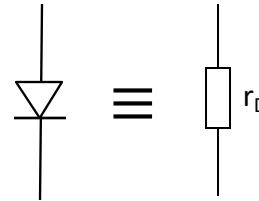


# Étude des variations avec deux approches

- **Approche intuitive** basée sur une combinaison:
  - Le premier modèle du bipolaire vu la semaine dernière



- Or, le modèle de la diode pour les variations

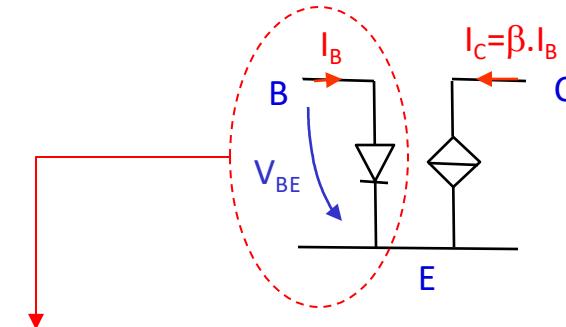


- **Approche basée sur l'interprétation graphique**

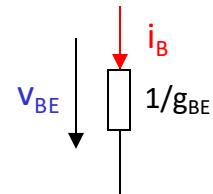
# Et pour le transistor? [1]

Modèle de base pour la diode  $D_{BE}$

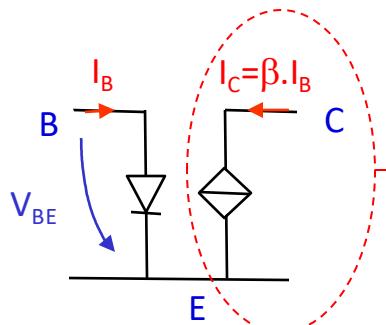
Recette de cuisine identique



1. Polarisation :
  - $V_{BE} = U_j$  comme pour la diode
  - Calcul du courant de polarisation  $I_{B0}$  (parfois, pas simple à calculer)
2. Calcul de la résistance différentielle :
  - $r_D$  pour la diode appelée  $\frac{1}{g_{BE}}$  pour le transistor bipolaire)
  - $r_D = \frac{n \cdot U_T}{I_{D0}}$  pour la diode et  $\frac{1}{g_{BE}} = \frac{U_T}{I_{B0}}$  ( $n$  vaut 1 pour le bipolaire)
  - Remarque :  $i_B = g_{BE} \cdot V_{BE}$
3. On exploite  $\frac{1}{g_{BE}}$  pour évaluer l'amplitude des variations (généralement via un diviseur résistif)



# Et pour le transistor? [2]



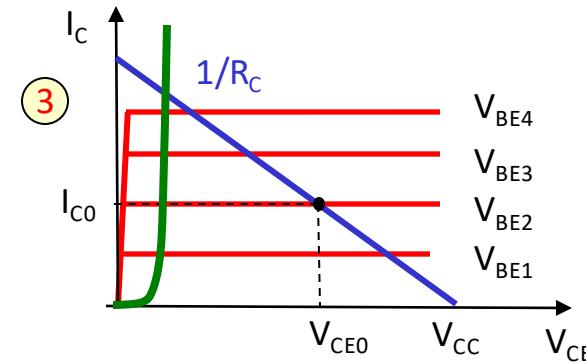
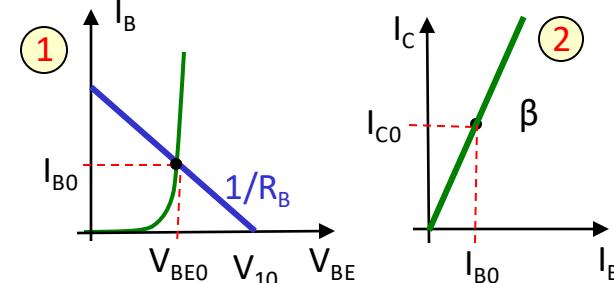
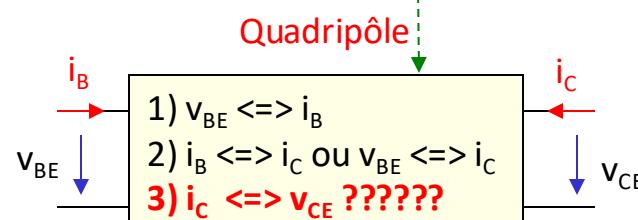
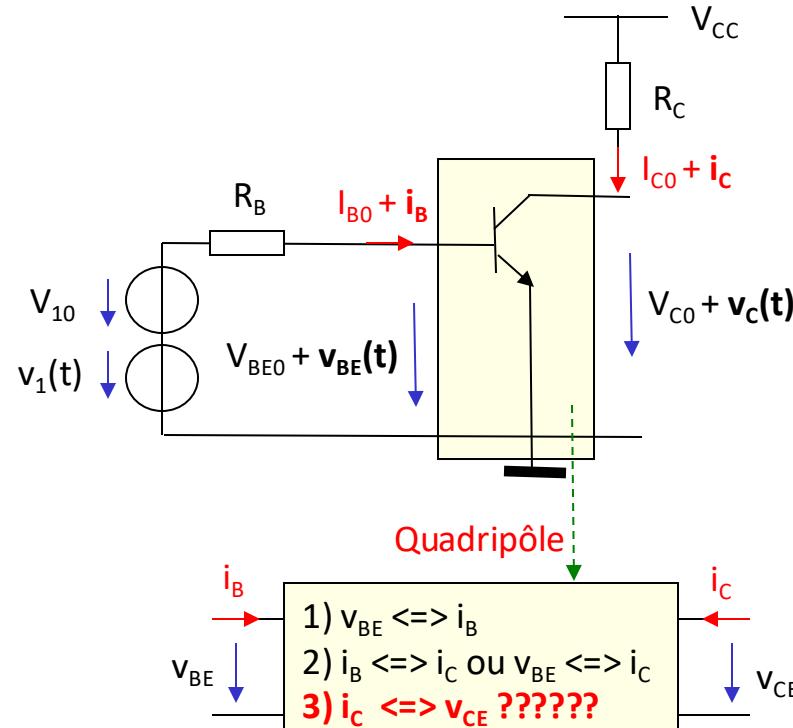
*Modèle de base pour la source de courant  $I_{CE}$*

*Recette de cuisine*

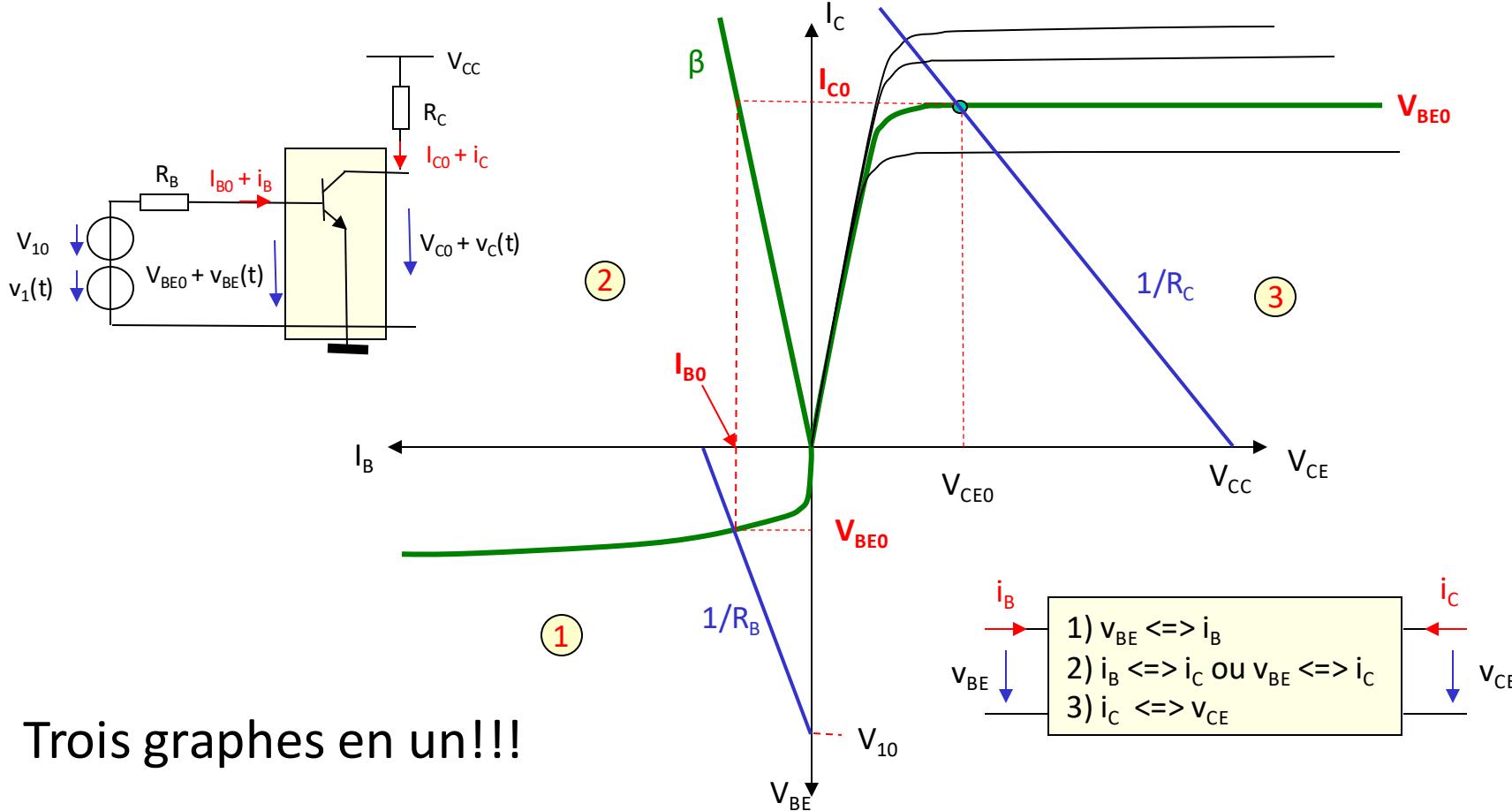
1. Première remarque :  $I_C = I_{C0} + i_C = \beta(I_{B0} + i_B) = \beta \cdot I_{B0} + \beta \cdot i_B$ :
  - Le modèle de la source de courant est valable pour la polarisation et pour les variations
  - La recette de cuisine n'a plus besoin de trois phases car on a directement  $i_C = \beta i_B$
  - Or  $i_B = g_{BE} \cdot v_{BE} \Rightarrow i_C = \beta \cdot g_{BE} \cdot v_{BE} = gm \cdot v_{BE}$  (c'est une source dépendante de la tension  $v_{BE}$ )
  - $gm$  appelée transconductance du transistor
2. On exploite  $i_C = \beta i_B$ 
  - On imagine que cette variation appliquée sur une résistance va donner des variations de tensions importantes et donc une amplification

# Seconde approche : Dépendance entre les paramètres

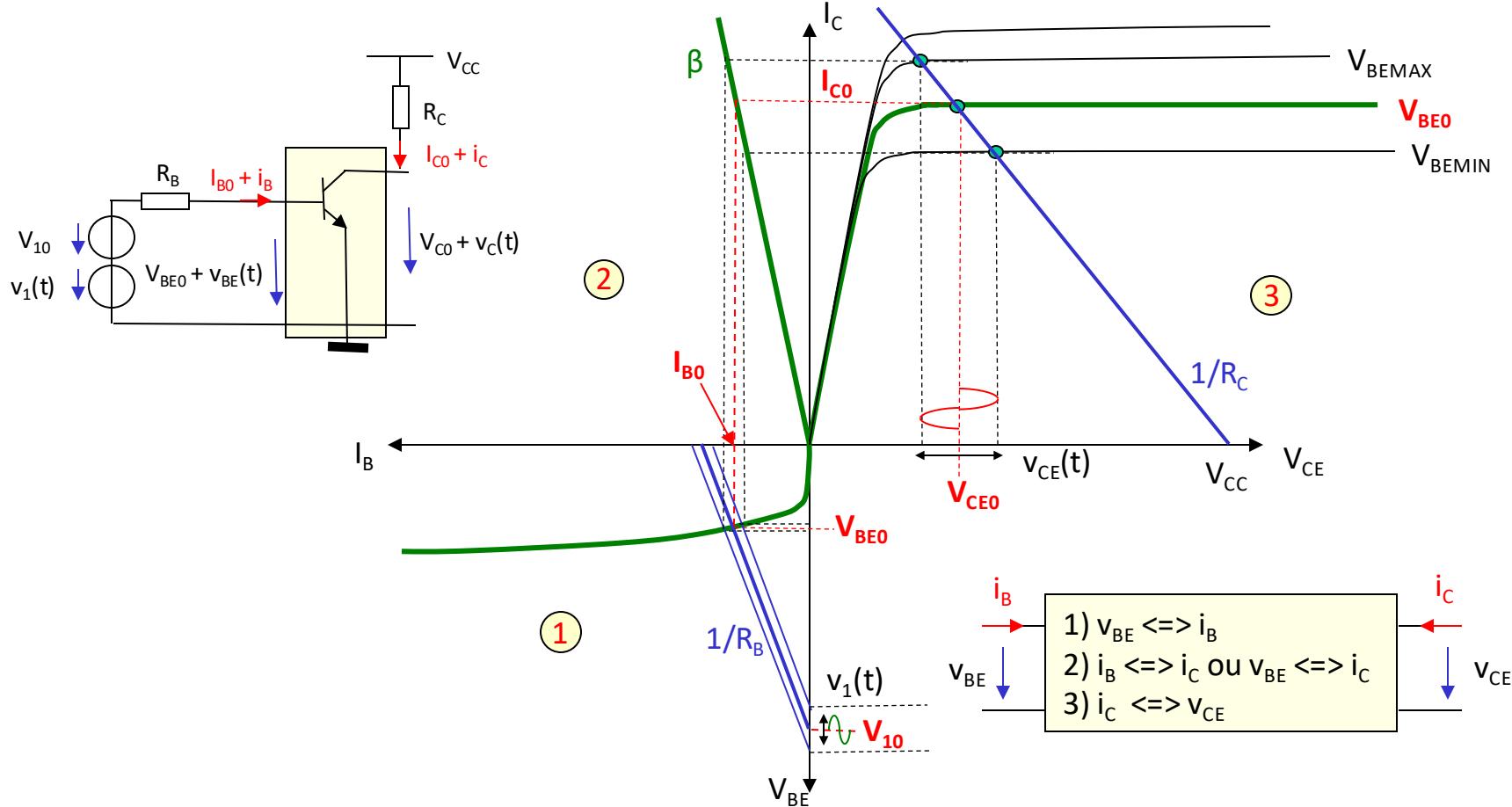
Rappel : on doit trouver trois relations (et donc trois éléments de modélisation)



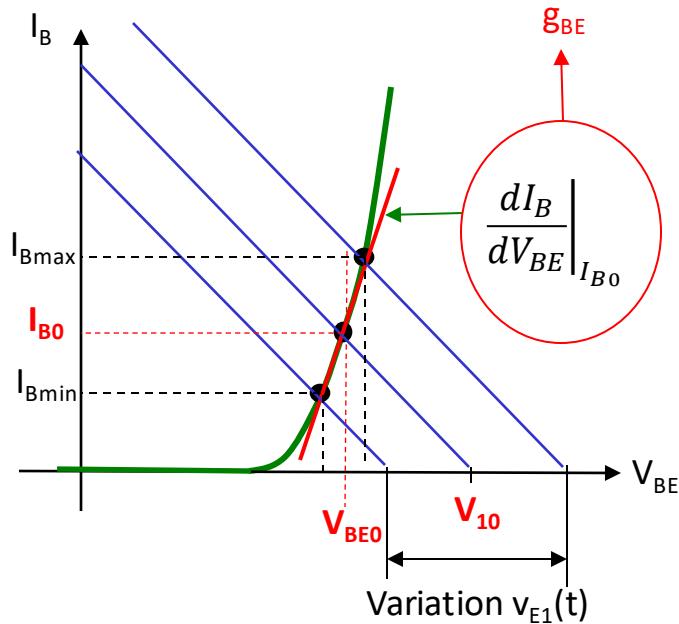
# Interprétation graphique de la polarisation



# Interprétation graphique des variations



# Analogie pour la courbe $I_B = f(V_{BE})$



Dans cette configuration

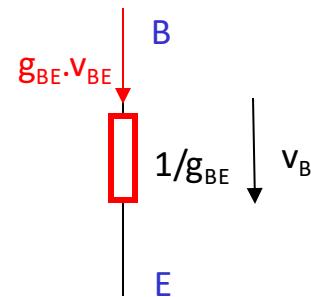
$$g_{BE} = \frac{\Delta I_B}{\Delta V_{BE}} = \frac{i_B}{v_{BE}}$$

$g_{BE}$  est une conductance

$$g_{BE} = \frac{I_{B0}}{U_T}$$

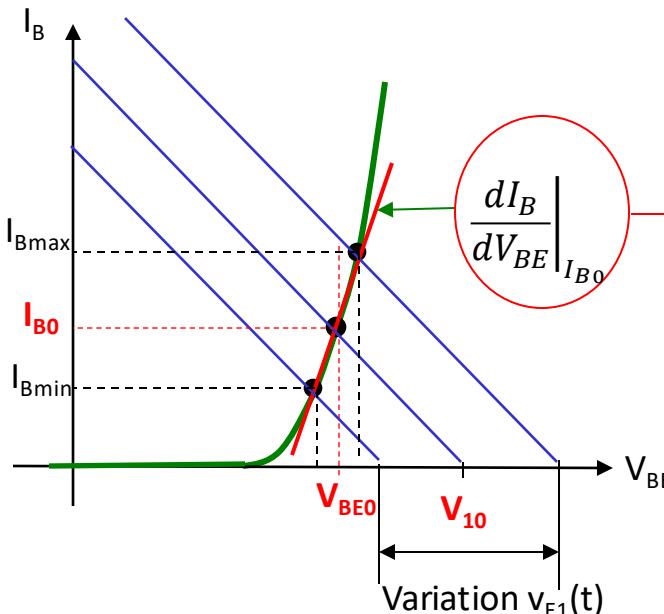
En fait  $1/g_{BE}$  est une résistance

Ou encore  $i_B = g_{BE} \cdot v_{BE}$

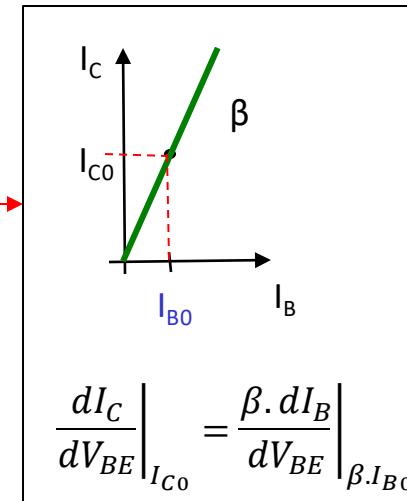


# Analyse de la courbe $I_C = f(V_{BE})$

$I_C = f(V_{BE})$  avec droite de charge impossible à représenter



Dans cette configuration  $g_m = \frac{\Delta I_C}{\Delta V_{BE}} = \frac{i_C}{v_{BE}}$



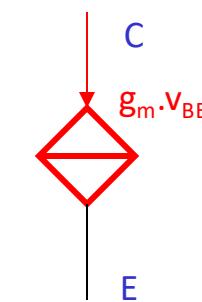
Ou encore  $i_C = g_m \cdot v_{BE}$

Remarque:  $\beta \cdot g_{BE} = g_m$

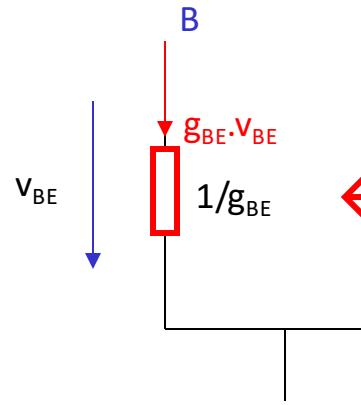
$$1/r_D$$

$$g_m = \frac{I_{C0}}{U_T}$$

Transconductance

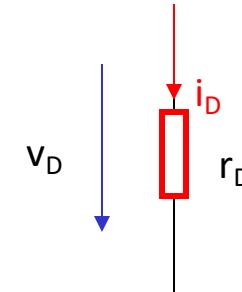


# Modélisation du transistor pour les petits signaux



Transistor bipolaire

Résistance infinie à ce stade  
de la formation mais ...



Diode

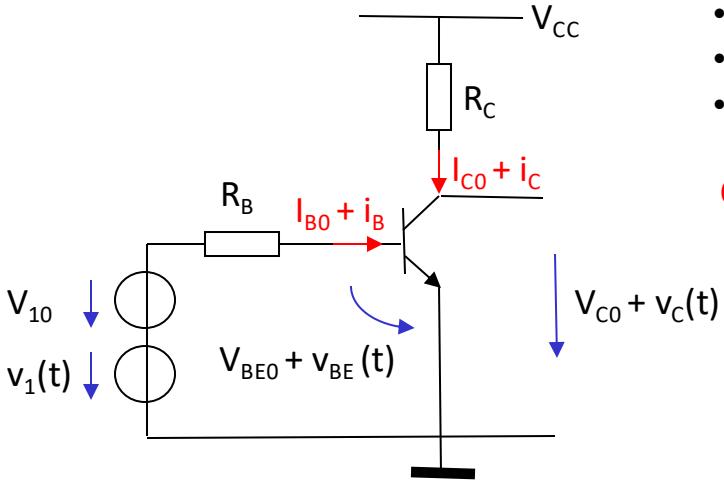
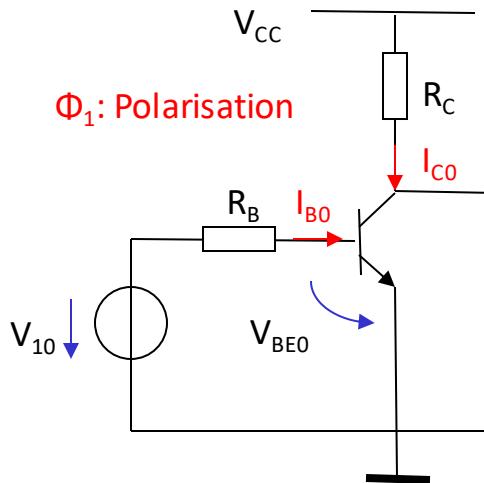
Avec

$$\beta \cdot g_{BE} = \frac{\beta \cdot I_{B0}}{U_T} = g_m = \frac{I_{C0}}{U_T}$$

# Application recette

Polarisation :

- $V_B = V_E + U_j = 0.7V$
- $I_B = 21.5\mu A$
- $I_C = 4.3 \text{ mA}$
- $V_C = 10.7 \text{ V}$



$$\begin{aligned} &\Phi_2: 1/g_{BE}, g_m \\ &gm = 0.165 \text{ A/V} \\ &\frac{1}{gbe} = 1209\Omega \end{aligned}$$

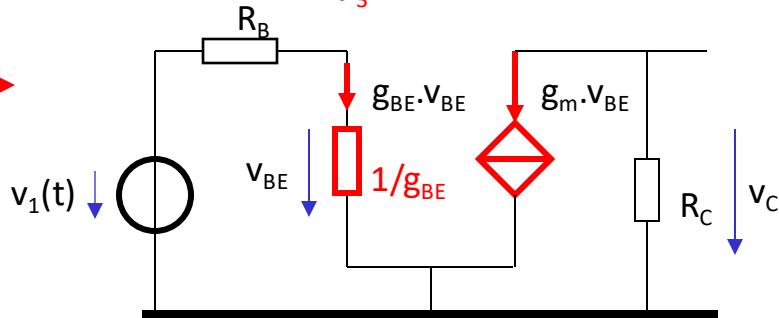
On donne :

- $V_{CC} = 15V, V_{10} = 5V,$
- $R_C = 1k\Omega, R_B = 200 k\Omega,$
- $\beta = 200$

Calcul des variations :

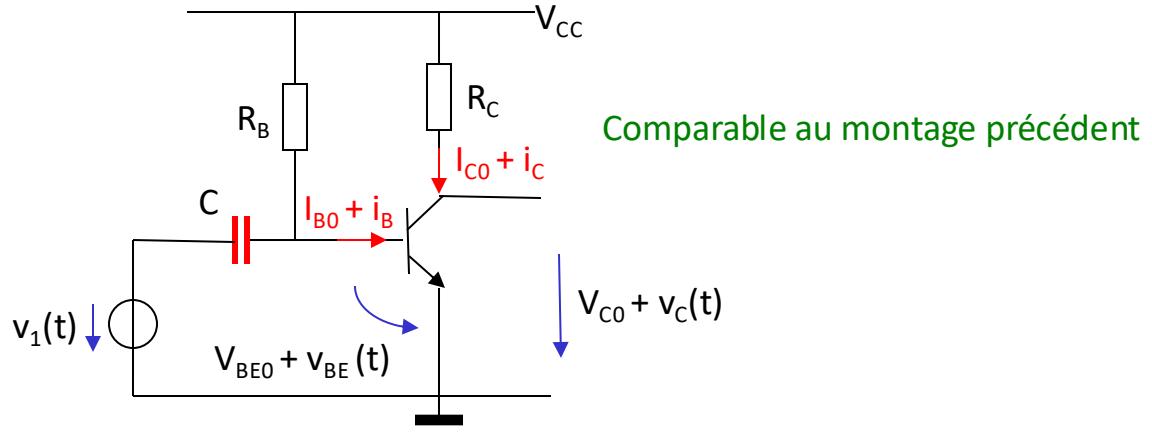
- $v_{OUT} = v_C = -R_C \cdot gm \cdot v_{BE}$
- $A_V = \frac{v_{OUT}}{v_{IN}} = \frac{v_{OUT}}{v_{BE}} \Rightarrow A_V = -gm \cdot R_C = -165$
- Mais :  $v_{BE} = v_1 \cdot \frac{1}{gbe} + R_B$

$\Phi_3$ : Variation

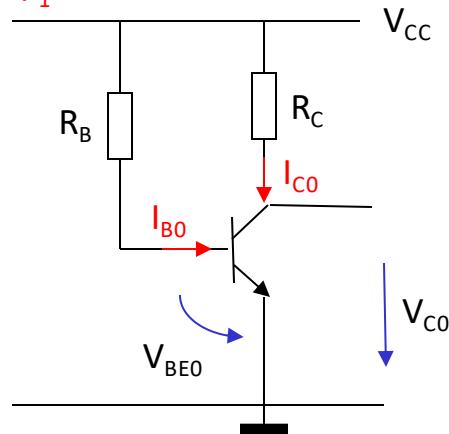


$$V_C = -gm \cdot R_C \cdot v_{BE} < -gm \cdot R_C \cdot v_1$$

# Parenthèse couplage capacitif



$\Phi_1$ : Polarisation



$\Phi_2$ :  $g_m$ ,  $1/g_{BE}$

