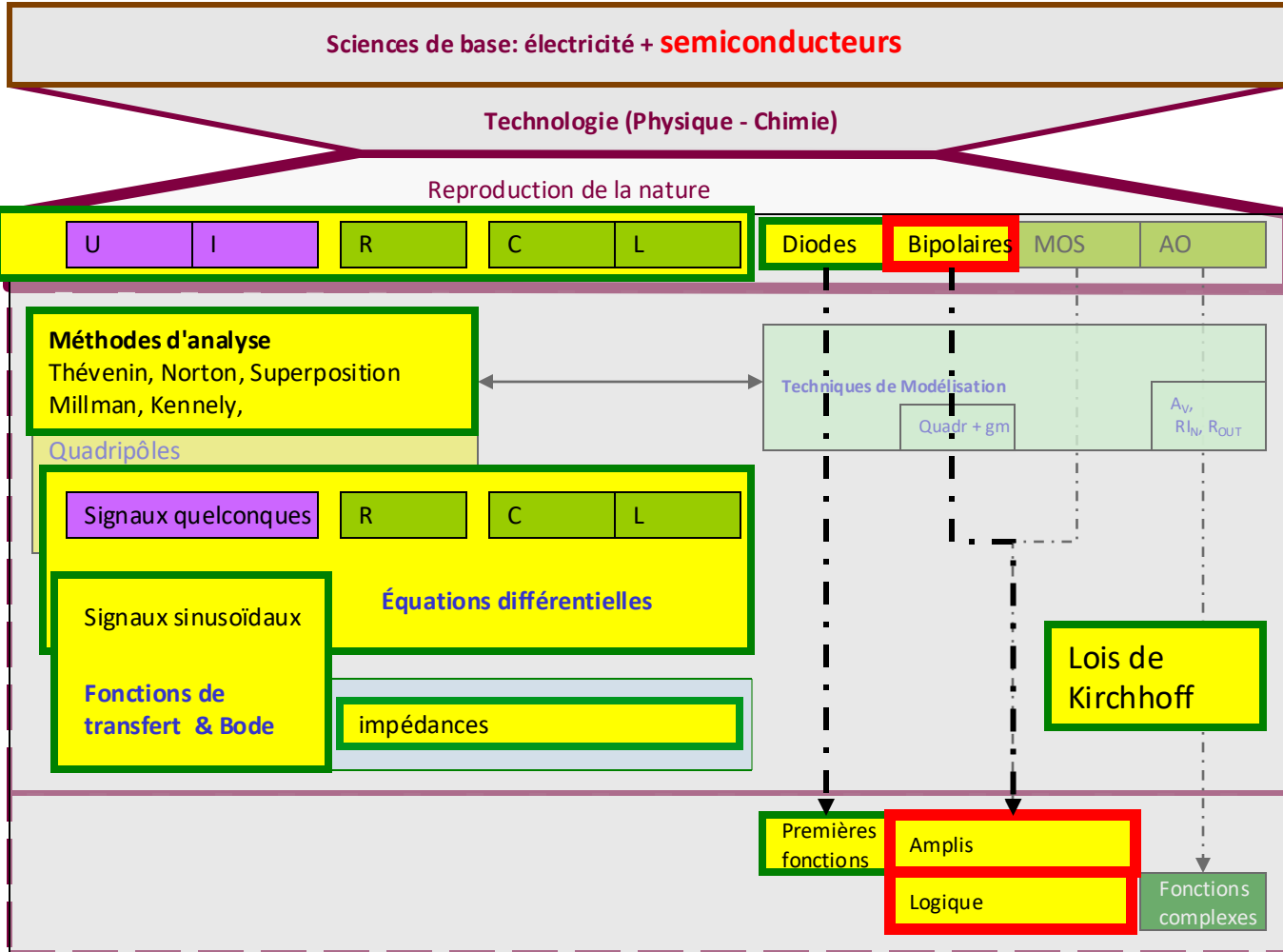
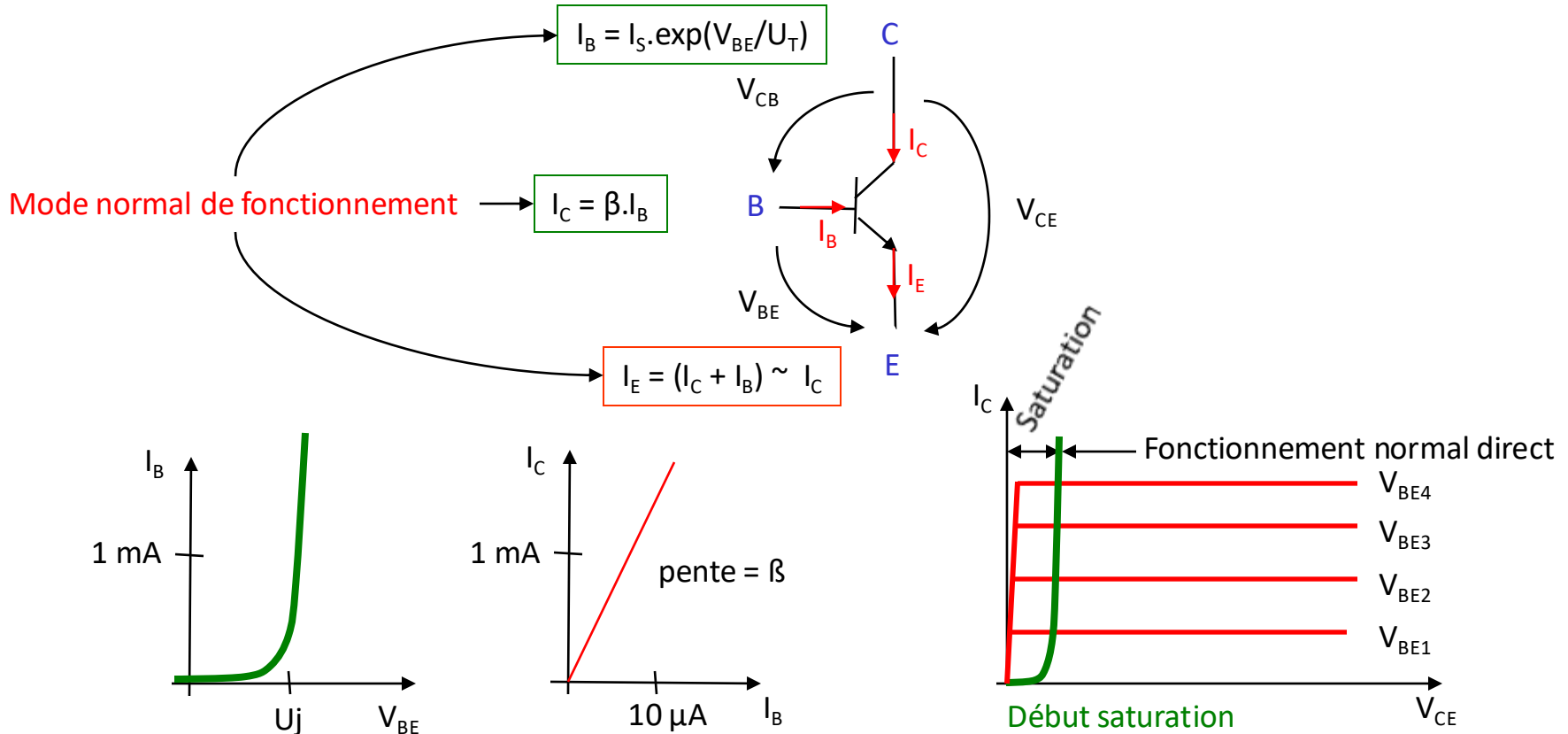


Relations entre les différentes notions

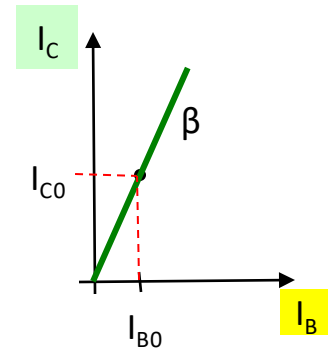
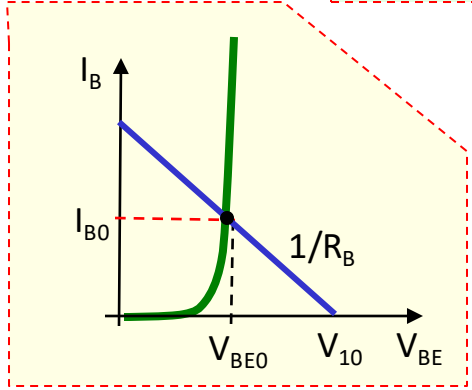
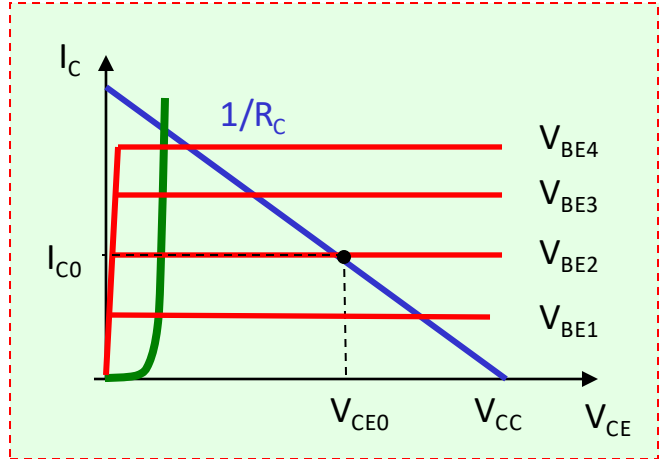
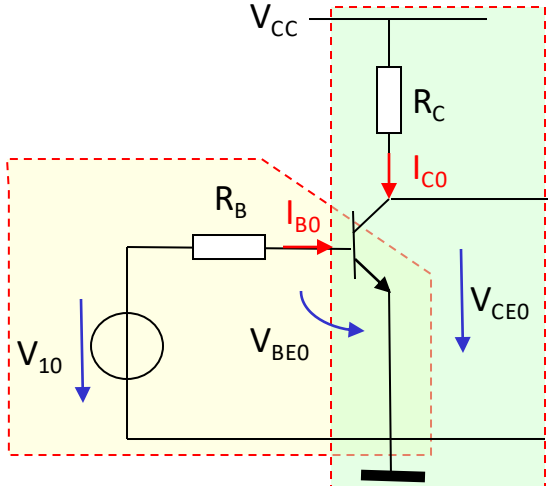


Rappel : Courbes et formulations essentielles



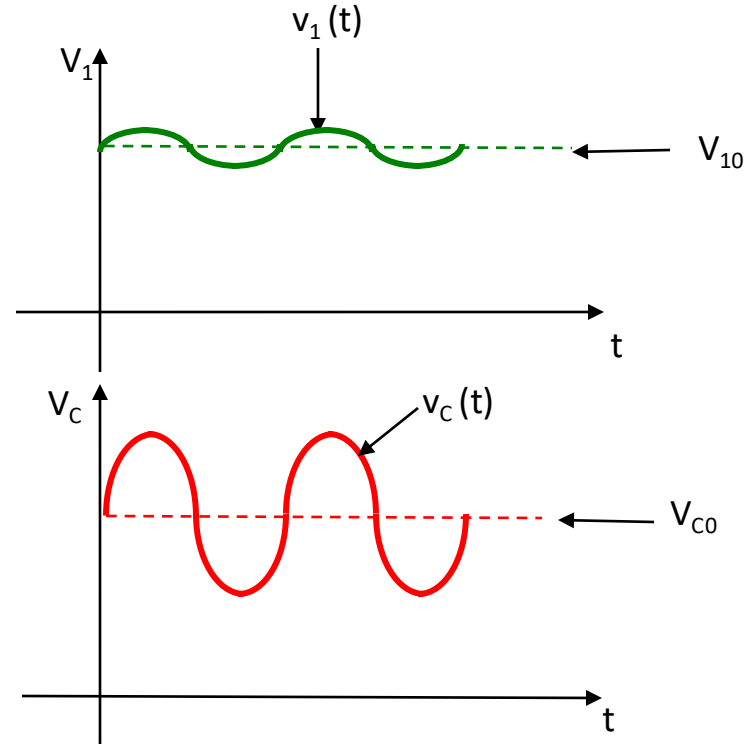
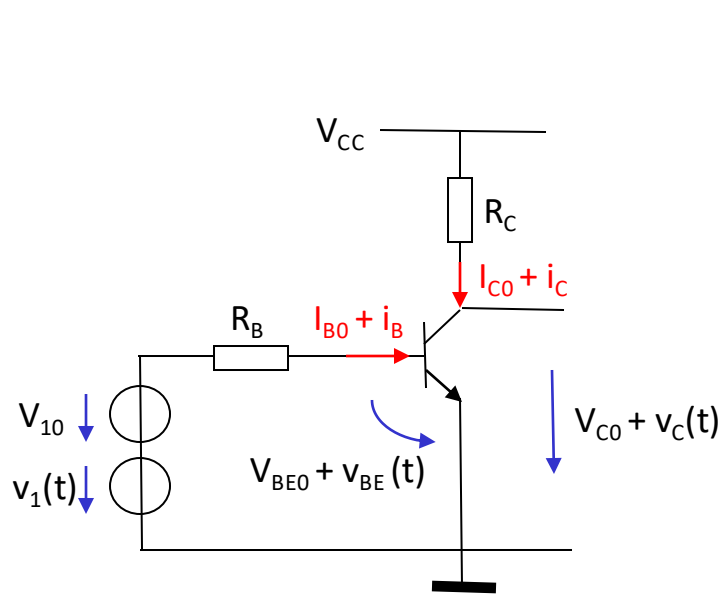
Montage de base: Interprétation graphique

Droite de charge



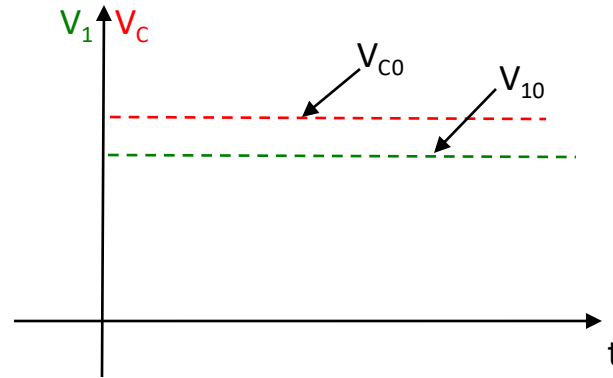
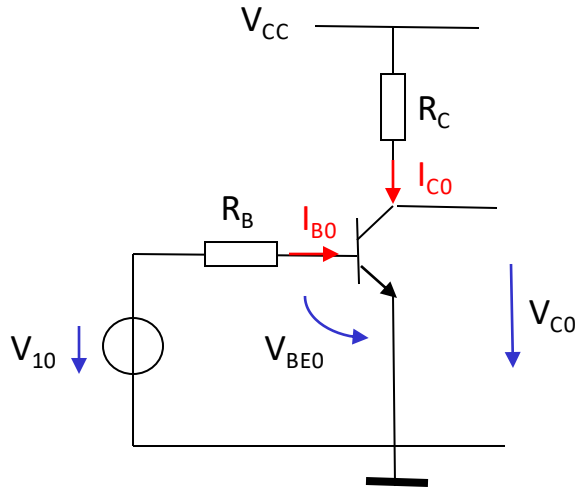
L'indice 0 pour rappeler qu'il s'agit d'une valeur particulière (obtenue ici au point de repos)

Montage de base: Observations DC + AC



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

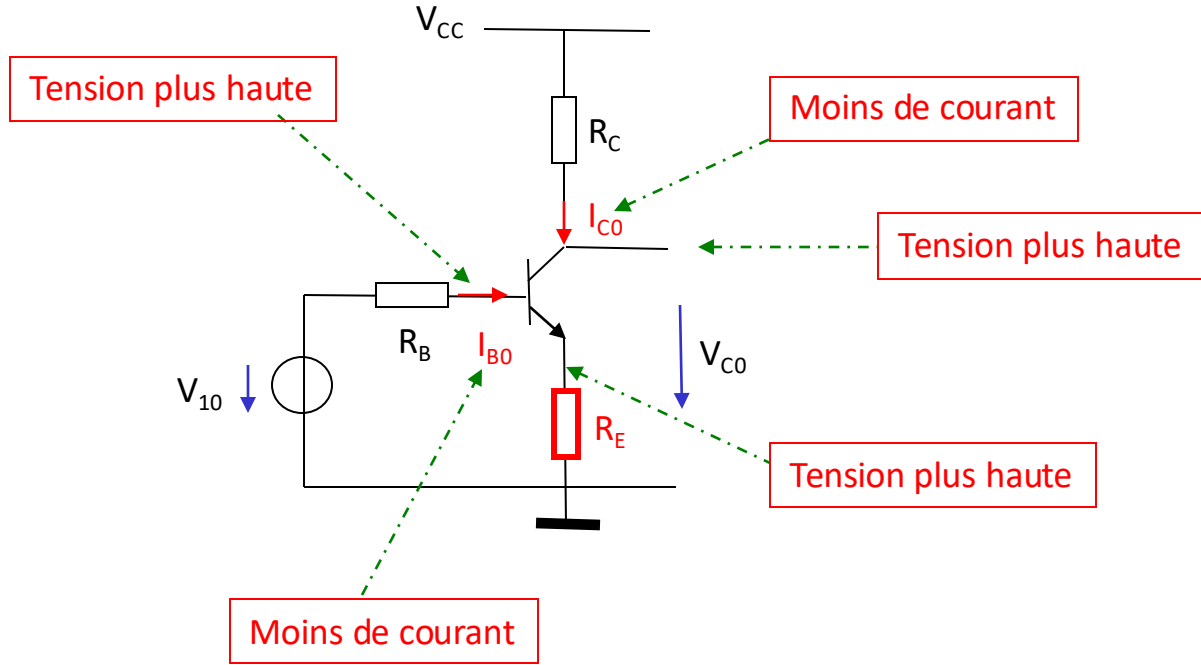
Observation sans variations



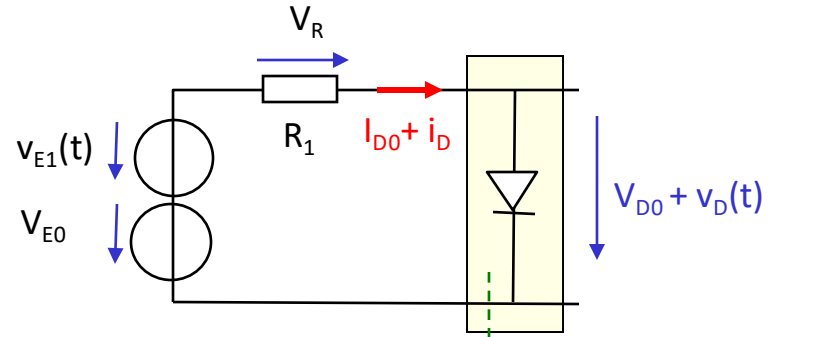
Intuitivement il y a bien superposition du DC et de l'AC

Attention à bien vérifier que $V_{C0} > V_{BE0}$, sinon mode saturé

Petite variante qualitative : Résistance à l'émetteur



Première comparaison entre montages à diode et transistor

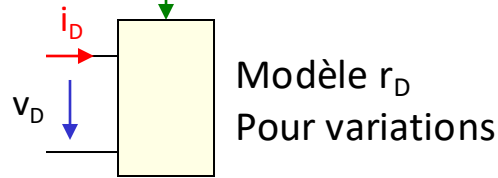


Dipôle

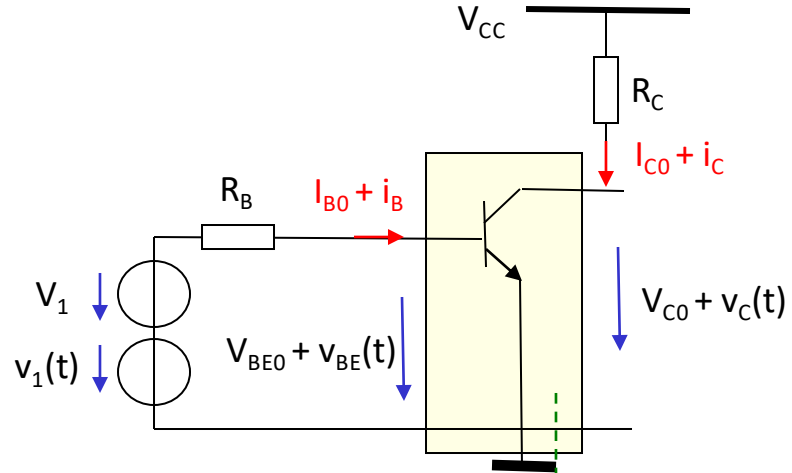
$$i_D \Rightarrow v_D$$

ou

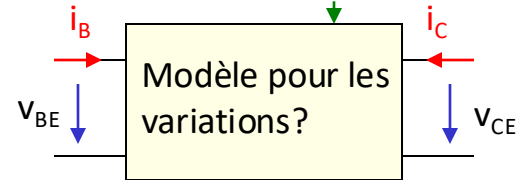
$$v_D \Rightarrow i_D$$



Une relation pour deux paramètres i_D et v_D

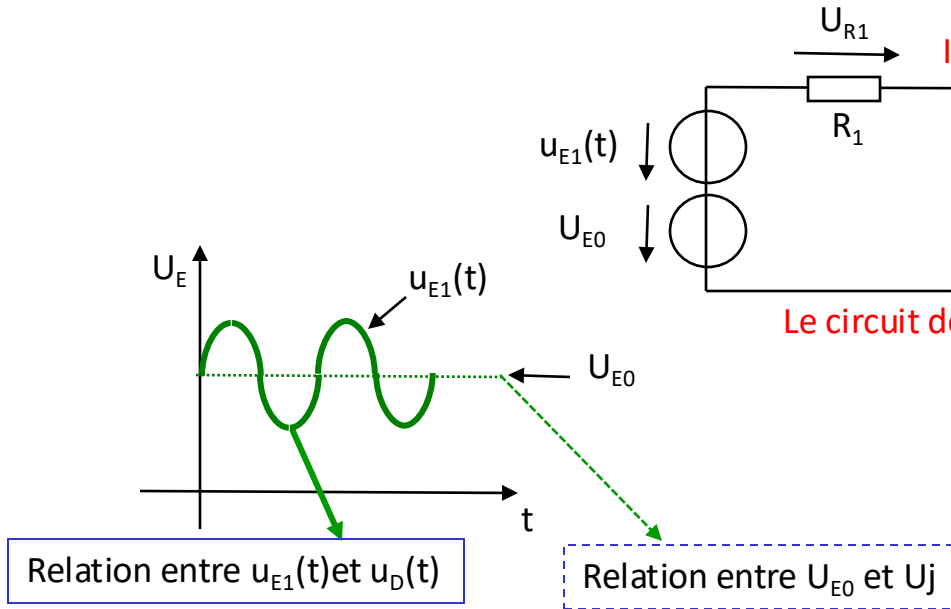


Quadripôle



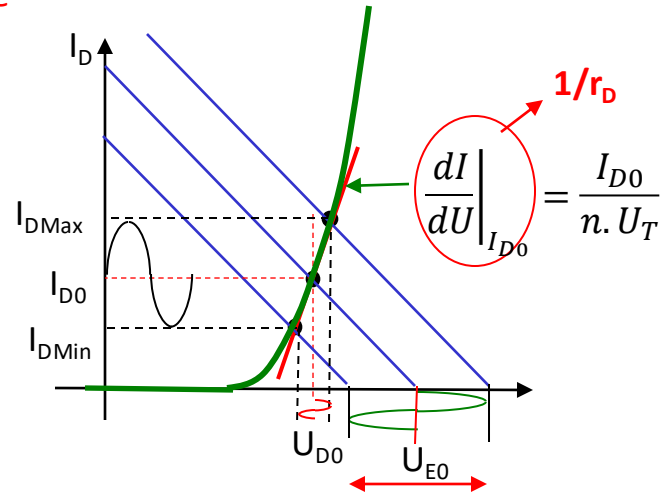
Trois relations pour quatre paramètres i_B , v_{BE} , i_C , v_{CE}

Rappel interprétation graphique pour la diode



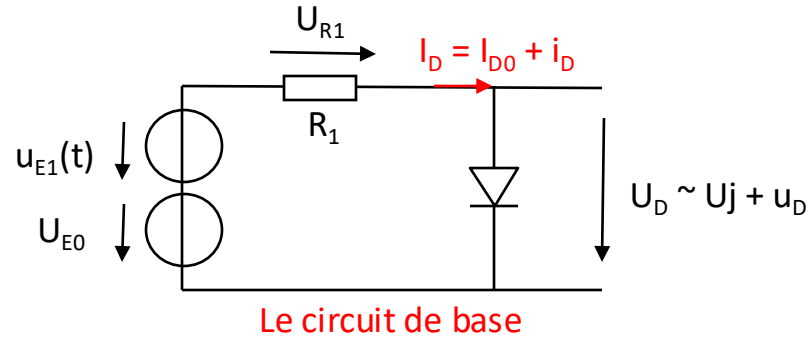
On a bien une superposition du DC et de l'AC

L'observation



L'interprétation graphique: la modélisation

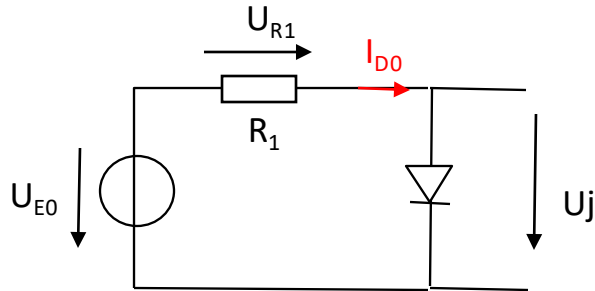
Recette de cuisine pour les variations de tension de la diode



Polarisation

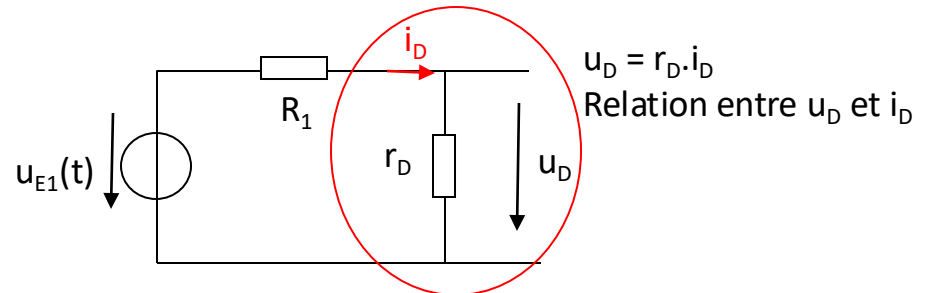
Modèle DC: U_j est suffisant

Φ_1 : calcul de I_{D0} \longrightarrow Φ_2 : calcul de r_D \longrightarrow Φ_3 : calcul des variations



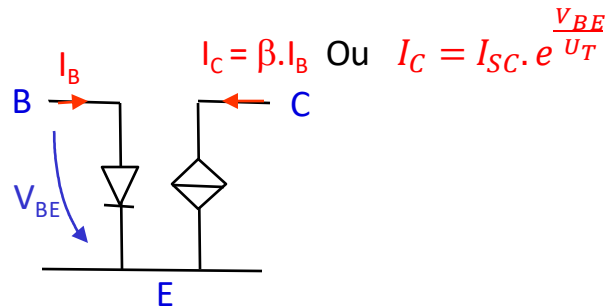
Variations

Modèle AC: Il faut connaître r_D

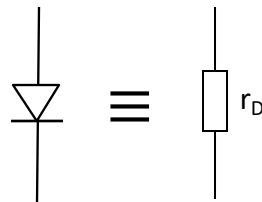


Étude des variations avec deux approches

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



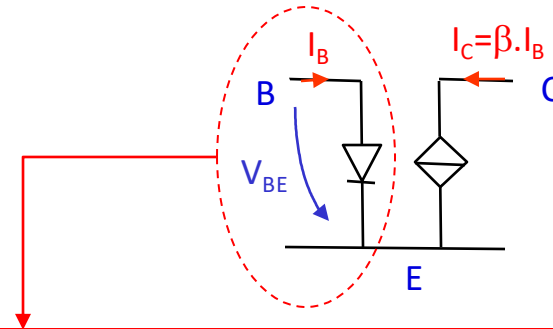
- Or, le modèle de la diode pour les variations



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

Et pour le transistor? [1]

Modèle de base pour la diode D_{BE}



Recette de cuisine identique

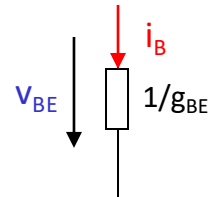
1. Polarisation :

- $V_{BE} = U_j$ comme pour la diode
- Calcul du courant de polarisation I_{B0} (parfois, pas simple à calculer)

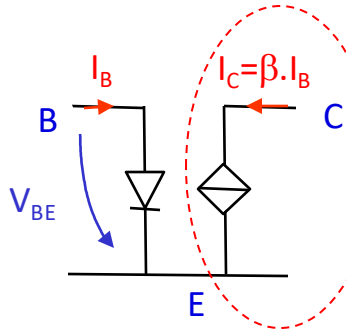
2. Calcul de la résistance différentielle :

- 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]



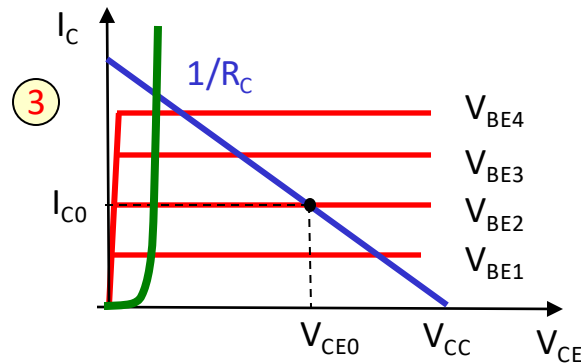
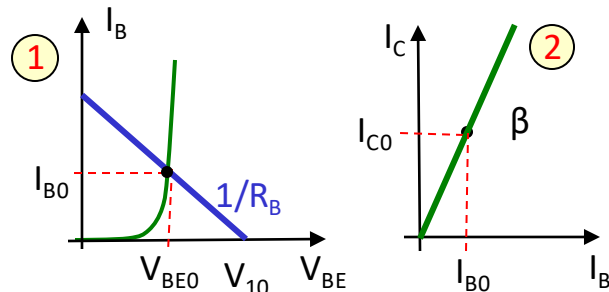
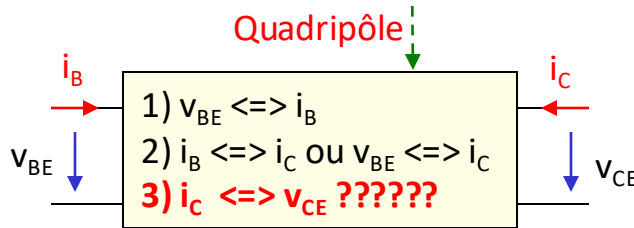
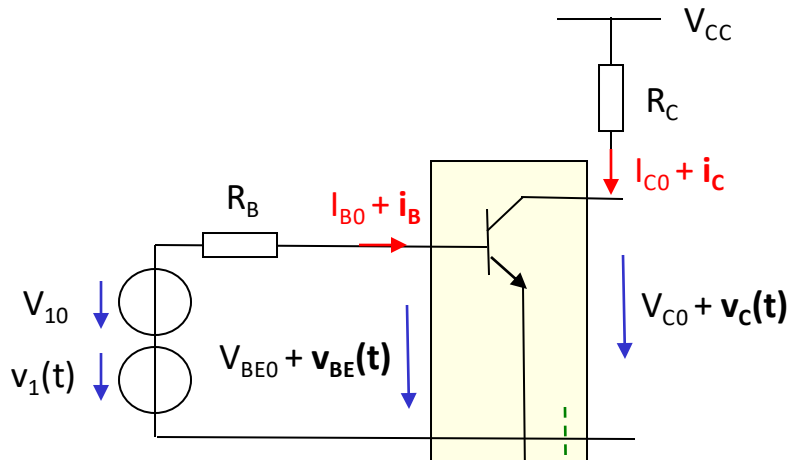
Modèle de base pour la source de courant I_{CE}

Recette de cuisine

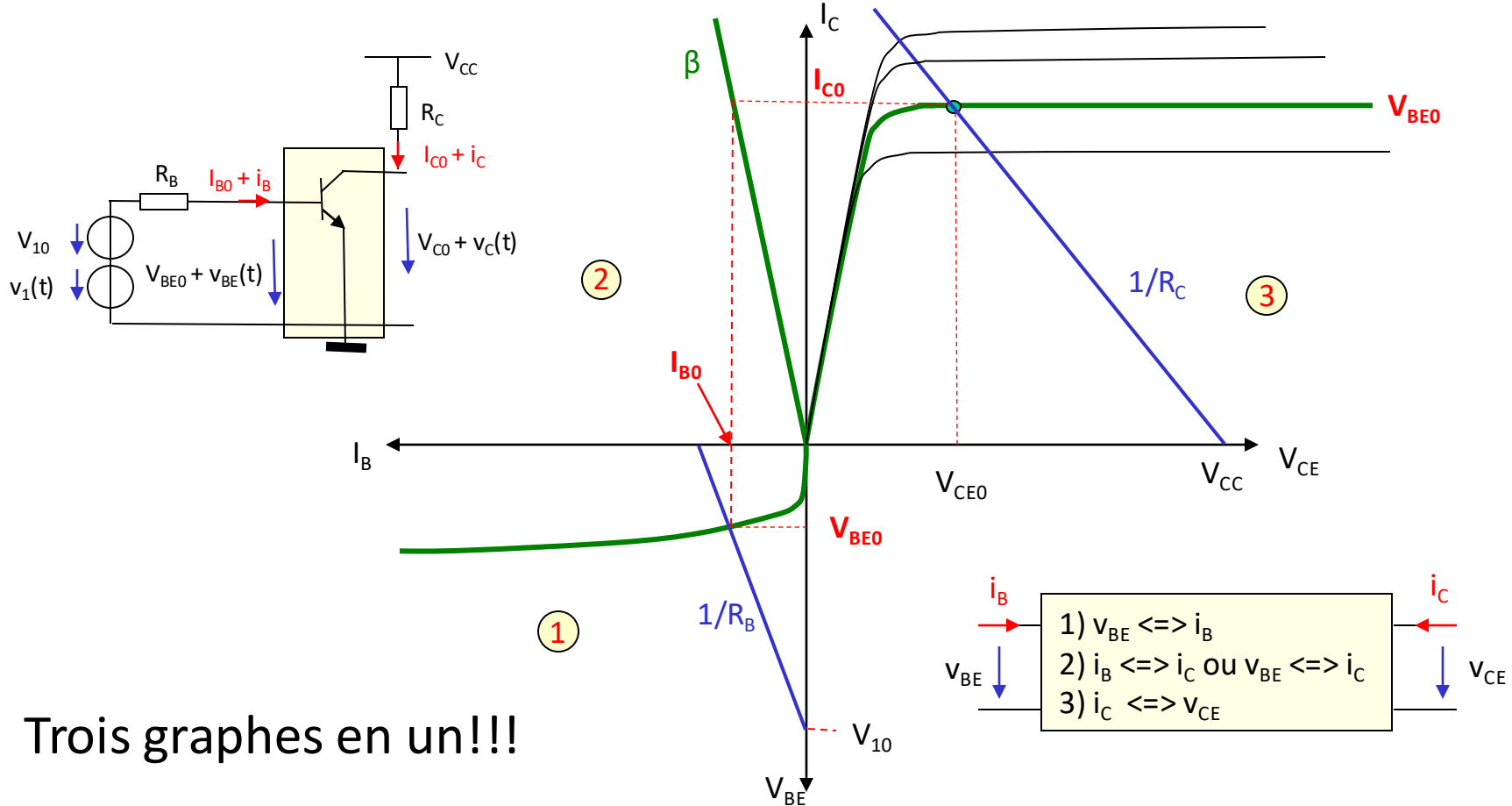
1. Première remarque : $I_C = I_{C0} + i_C = \beta(I_{B0} + i_B) = \beta \cdot I_{B0} + \beta \cdot i_B$:
 - Le modèle de la source de courant est valable pour la polarisation et pour les variations
 - La recette de cuisine n'a plus besoin de trois phases car on a directement $i_C = \beta i_B$
 - Or $i_B = g_{BE} \cdot v_{BE} \Rightarrow i_C = \beta \cdot g_{BE} \cdot v_{BE} = gm \cdot v_{BE}$ (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)

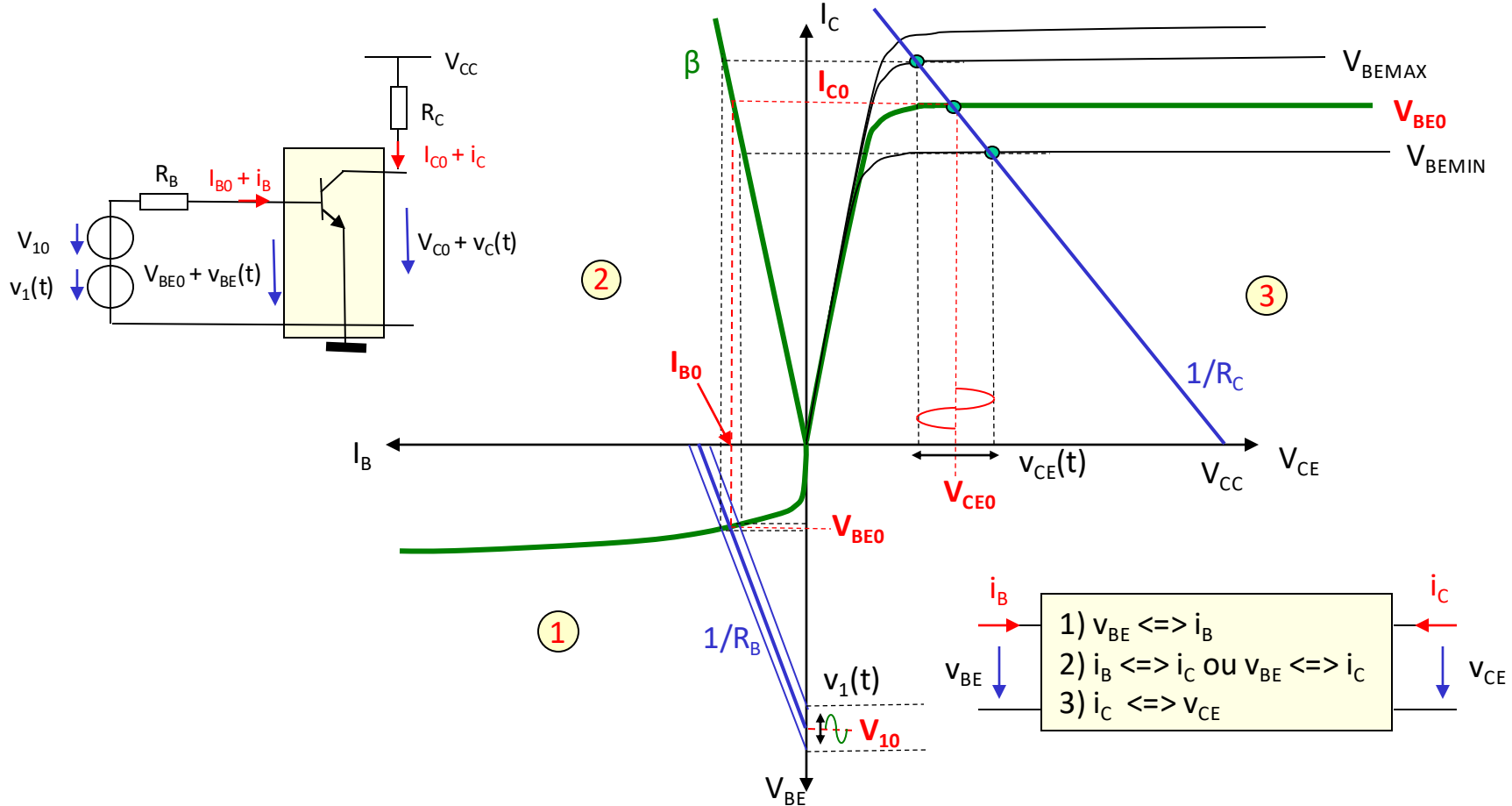


Interprétation graphique de la polarisation

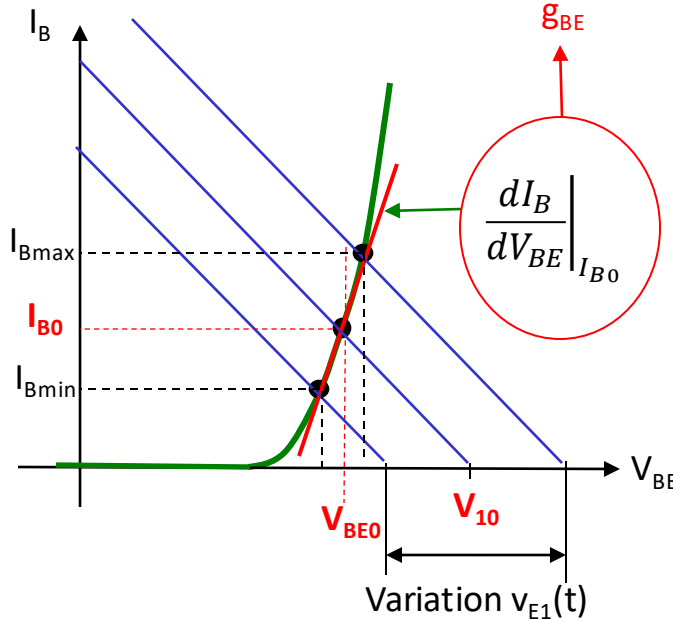


Trois graphes en un!!!

Interprétation graphique des variations



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

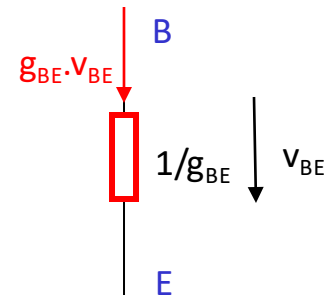


Dans cette configuration $g_{BE} = \frac{\Delta I_B}{\Delta V_{BE}} = \frac{i_B}{v_{BE}}$

g_{BE} est une conductance $g_{BE} = \frac{I_{B0}}{U_T}$

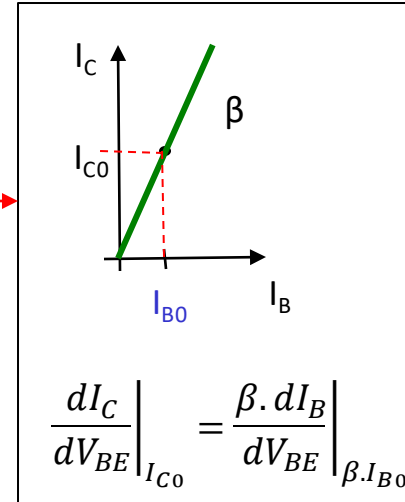
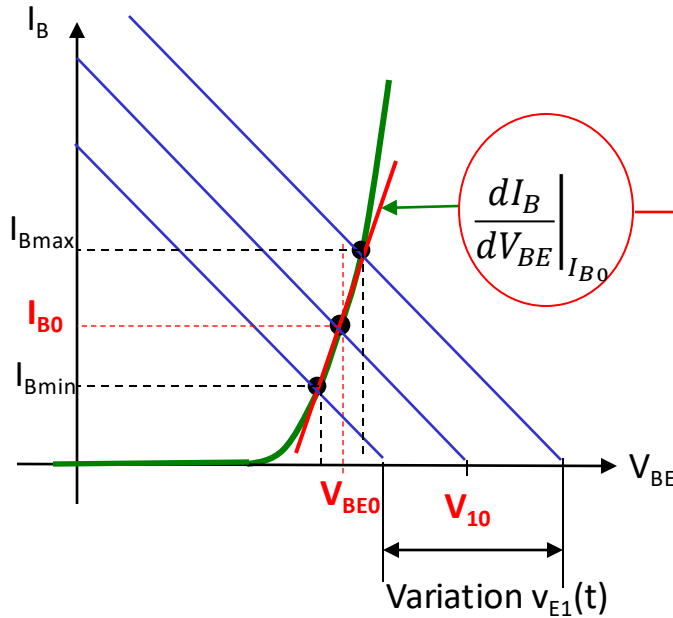
En fait $1/g_{BE}$ est une résistance

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

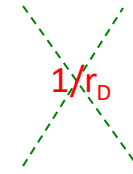


Analyse de la courbe $I_C = f(V_{BE})$

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



$$\left. \frac{dI_C}{dV_{BE}} \right|_{I_{C0}} = \beta \cdot \left. \frac{dI_B}{dV_{BE}} \right|_{\beta \cdot I_{B0}}$$



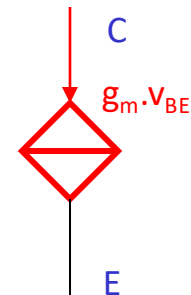
$$g_m = \frac{I_{C0}}{U_T}$$

Transconductance

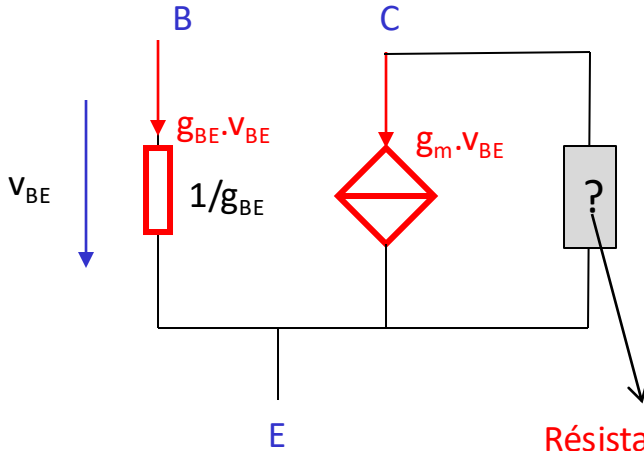
Dans cette configuration $g_m = \frac{\Delta I_C}{\Delta V_{BE}} = \frac{i_c}{v_{BE}}$

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

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

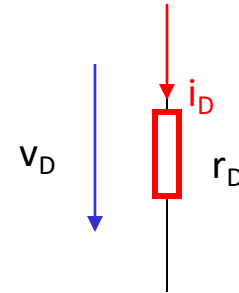


Modélisation du transistor pour les petits signaux



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

Transistor bipolaire



Diode

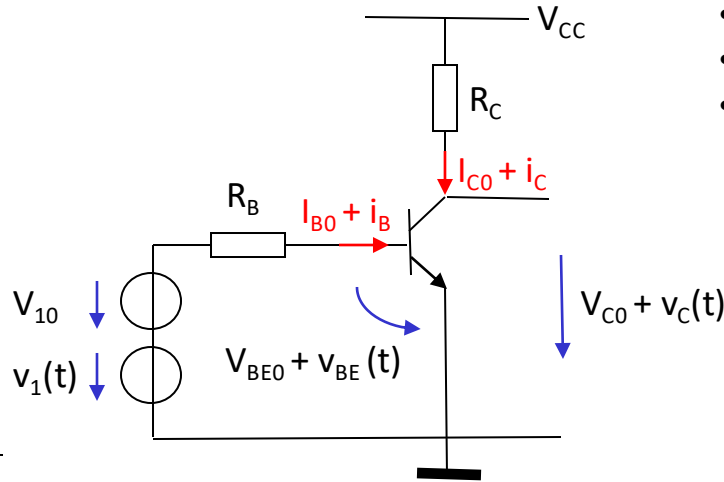
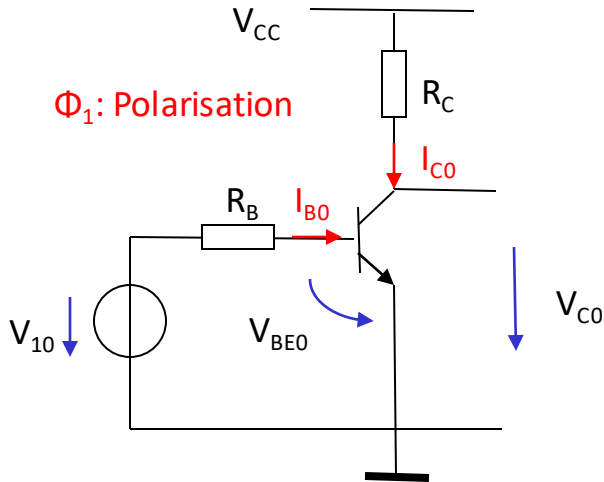
Avec

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

Application recette

Polarisation :

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



On donne :

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

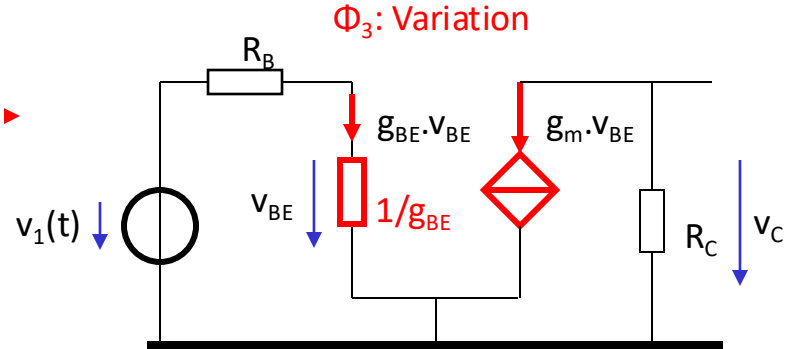
Calcul des variations :

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

Φ_2 : $1/g_{BE}, g_m$

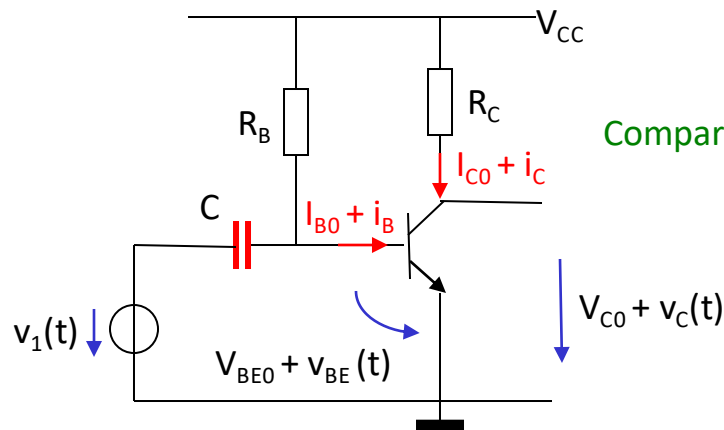
$$g_m = 0.165\text{ A/V}$$

$$\frac{1}{g_{be}} = 1209\Omega$$



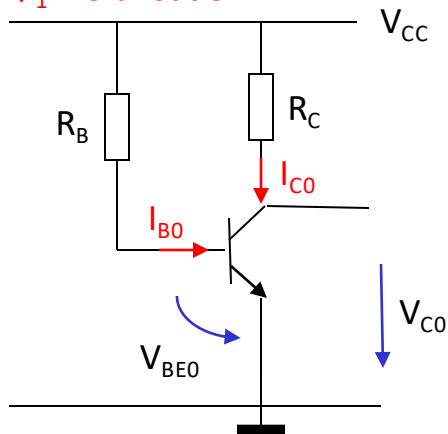
Exprimée en module, $|v_C| = |-g_m \cdot R_C \cdot v_{BE}| < |-g_m \cdot R_C \cdot v_1|$

Parenthèse couplage capacitif

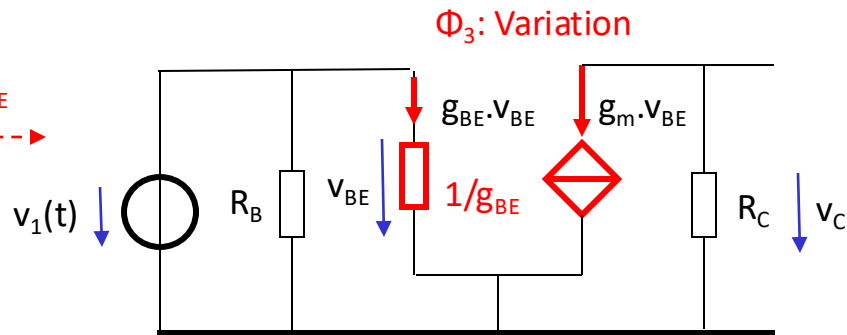


Comparable au montage précédent

Φ_1 : Polarisation



Φ_2 : $g_m, 1/g_{BE}$



$$|v_{OUT}| = |v_C| = |-R_C \cdot g_m \cdot v_{BE}| = |-g_m \cdot R_C \cdot v_1|$$