

## Calcul des courants dans les transistors en Technologie CMOS

### NMOS

Tension de seuil :

$$V_{Tn} = V_{Tn0} + \gamma_n (\sqrt{2\phi_f + V_{SB}} - \sqrt{2\phi_f}) \approx 1V$$

▪ Régime bloqué : Si  $V_{GS} \leq V_{Tn}$

$$I_{Dn} = 0$$

▪ Régime ohmique : Si  $V_{GS} > V_{Tn}$  et  $V_{DS} \leq V_{GS} - V_{Tn}$

$$I_{Dn} = \left(\frac{W_n}{L_n}\right) \mu_n \cdot C_{ox} \left[ V_{GS} - V_{Tn} - \frac{V_{DS}}{2} \right] V_{DS}$$

▪ Régime saturé : Si  $V_{GS} > V_{Tn}$  et  $V_{DS} \geq V_{GS} - V_{Tn}$

$$I_{Dn} = \frac{1}{2} \left(\frac{W_n}{L_n}\right) \mu_n \cdot C_{ox} [V_{GS} - V_{Tn}]^2 (1 + \lambda_n V_{DS})$$

### PMOS

Tension de seuil :

$$V_{Tp} = V_{Tp0} - \gamma_p (\sqrt{2\phi_f + V_{BS}} - \sqrt{2\phi_f}) \approx -1V$$

▪ Régime bloqué : Si  $V_{GS} \geq V_{Tp}$

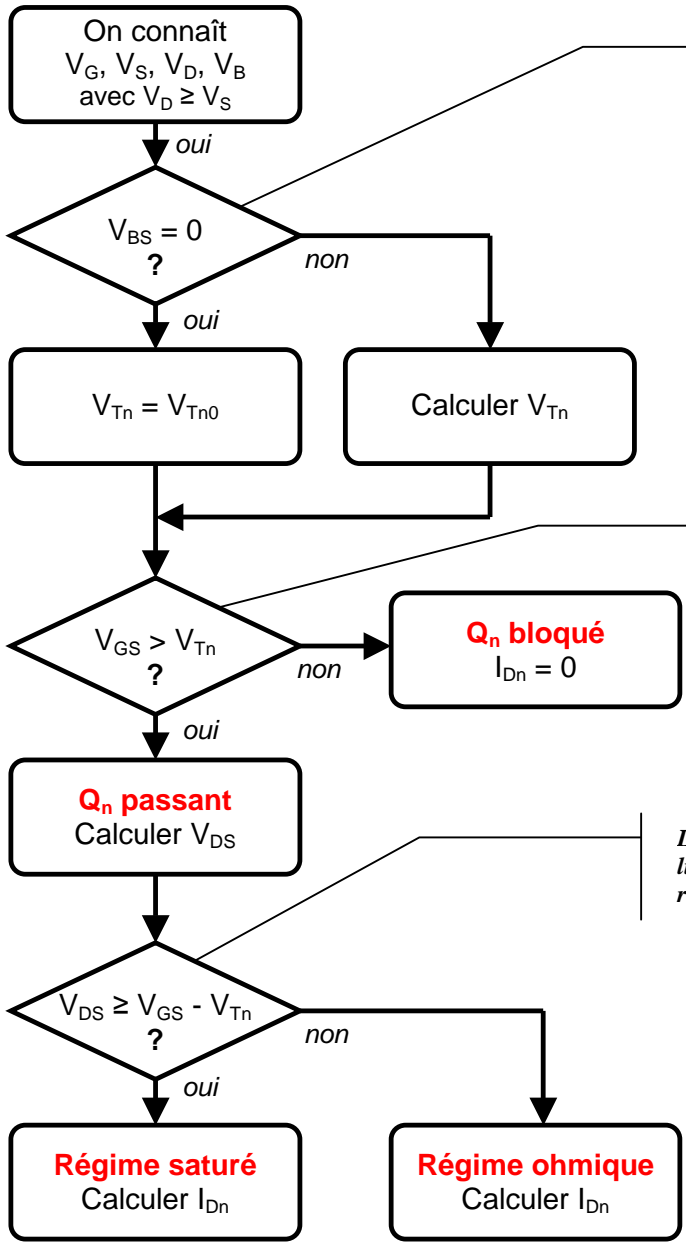
$$I_{Dp} = 0$$

▪ Régime ohmique : Si  $V_{GS} < V_{Tp}$  et  $V_{SD} \leq V_{SG} - |V_{Tp}|$

$$I_{Dp} = \left(\frac{W_p}{L_p}\right) \mu_p \cdot C_{ox} \left[ V_{SG} - |V_{Tp}| - \frac{V_{SD}}{2} \right] V_{SD}$$

▪ Régime saturé : Si  $V_{GS} > V_{Tp}$  et  $V_{SD} \geq V_{SG} - |V_{Tp}|$

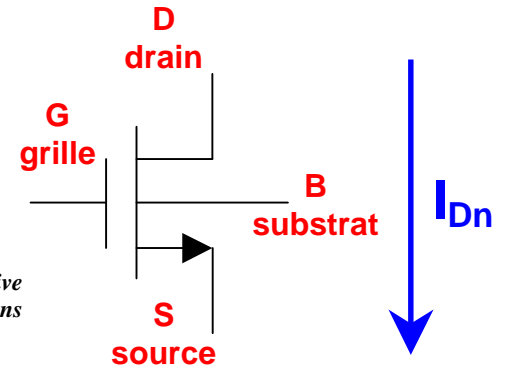
$$I_{Dp} = \frac{1}{2} \left(\frac{W_p}{L_p}\right) \mu_p \cdot C_{ox} [V_{SG} - |V_{Tp}|]^2 (1 + \lambda_p V_{SD})$$



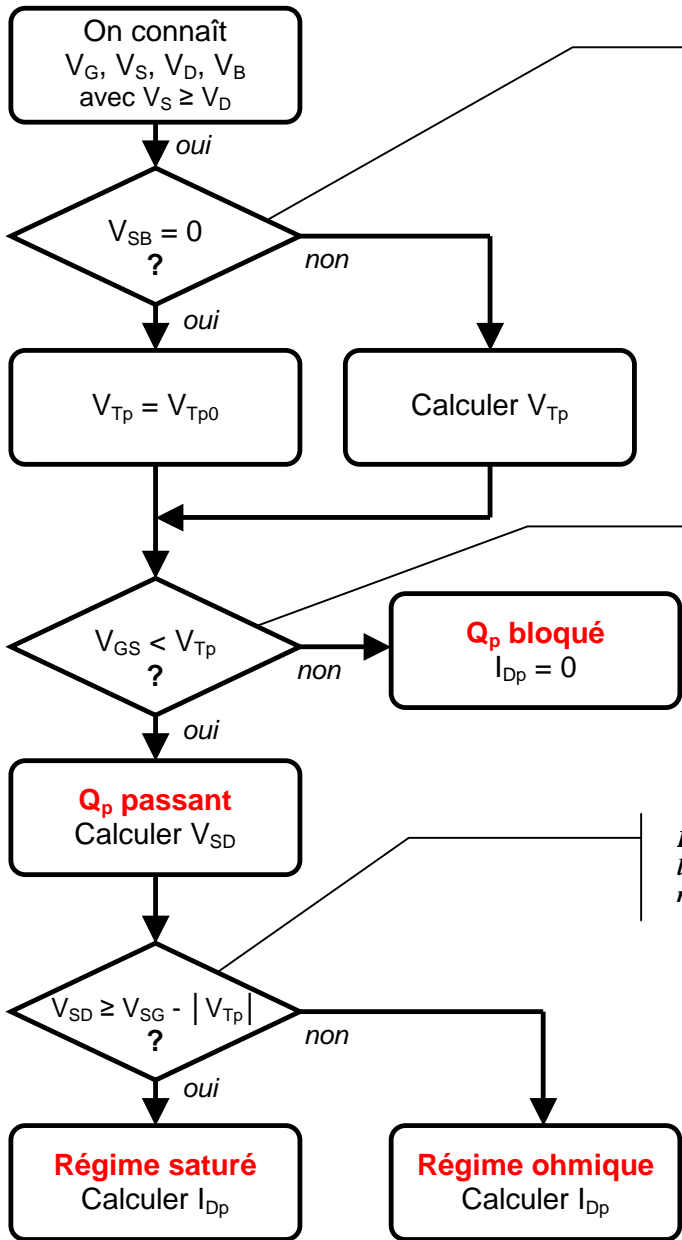
La tension de seuil  $V_{Tn}$  d'un NMOS varie si la tension source  $V_S$  et la tension substrat  $V_B$  sont différentes.  
 Dans le cas d'un NMOS la tension substrat  $V_B$  est la tension d'alimentation basse  $V_{SS}$  (souvent la masse 0V) et si  $V_{SB} > 0$  alors  $V_{Tn} > V_{Tn0}$

La tension  $V_{GS}$  d'un NMOS doit être positive et  $> V_{Tn}$  pour qu'un courant  $I_{Dn}$  circule dans le transistor (toujours de D vers S)

La tension  $V_{DSsat} = V_{GS} - V_{Tn}$  est la limite entre régime saturé (linéaire) et régime ohmique



**NMOS**



La tension de seuil  $V_{Tp}$  d'un PMOS varie si la tension source  $V_S$  et la tension substrat  $V_B$  sont différentes.  
 Dans le cas d'un PMOS la tension substrat  $V_B$  est la tension d'alimentation haute  $V_{DD}$  (souvent 5V ou 3,3V) et si  $V_{BS} > 0$  alors  $V_{Tp} < V_{Tp0}$

La tension  $V_{GS}$  d'un PMOS doit être négative et  $< V_{Tp}$  pour qu'un courant  $I_{Dp}$  circule dans le transistor (toujours de S vers D)

La tension  $V_{SDsat} = V_{SG} - |V_{Tp}|$  est la limite entre régime saturé (linéaire) et régime ohmique

