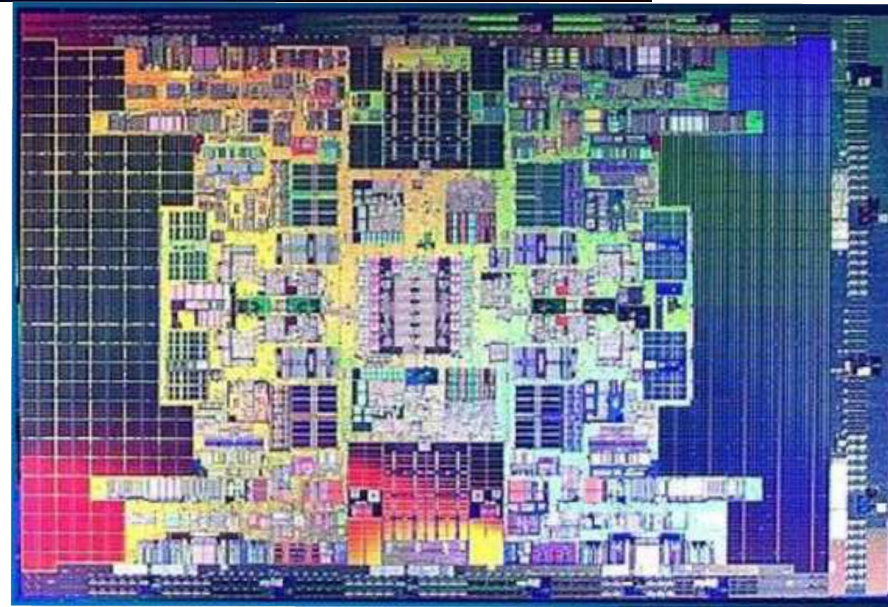
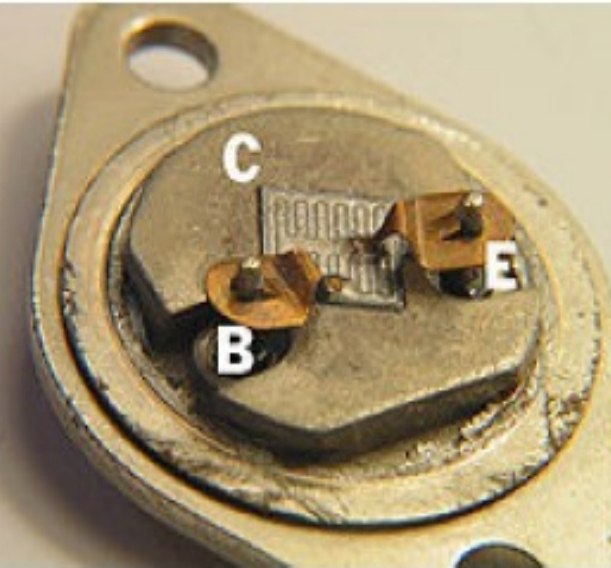
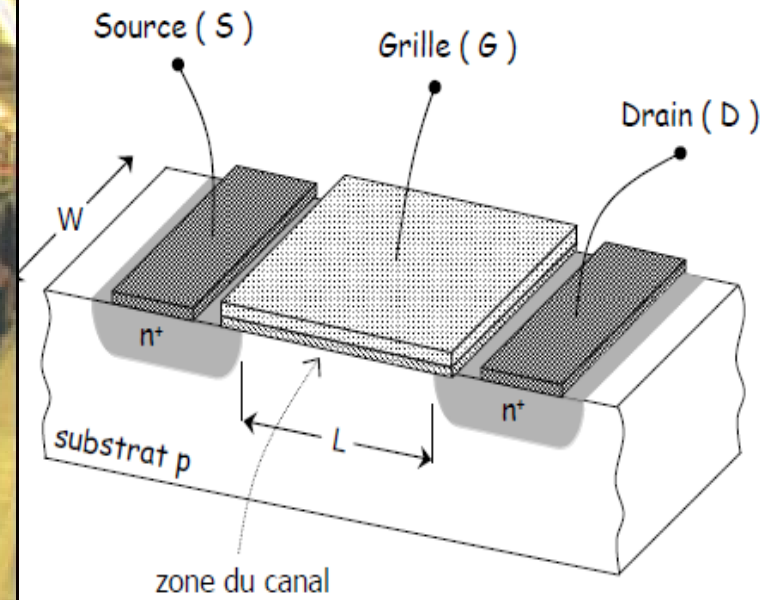


Électronique – microélectronique – logique (en très très bref...)

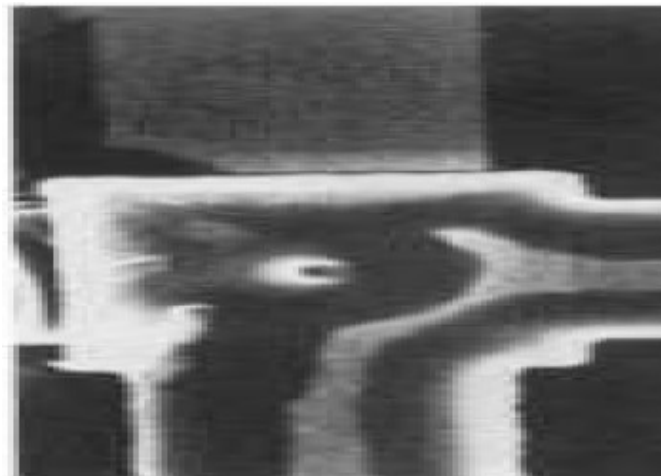
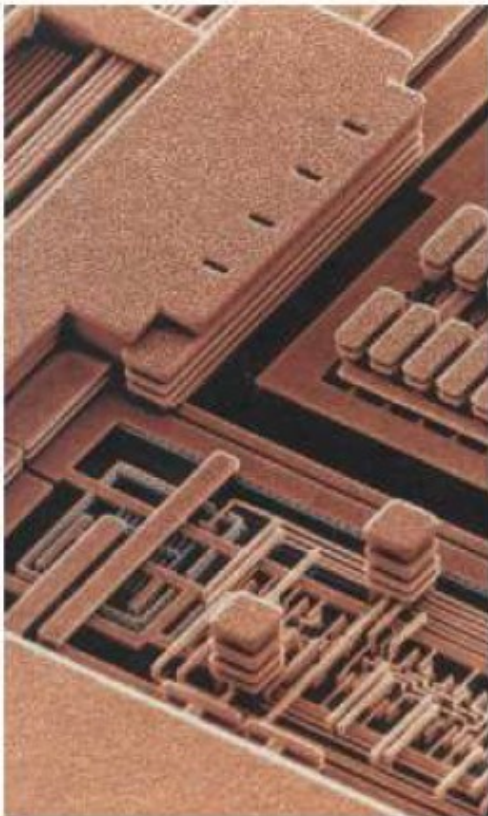


Au début l'électricité...

Les matériaux conducteurs : faible résistivité (résistance par unité de longueur) à température ambiante.

La **résistivité** augmente quand la température augmente.

Ex : or, argent, cuivre, aluminium, le carbone (graphite) ...



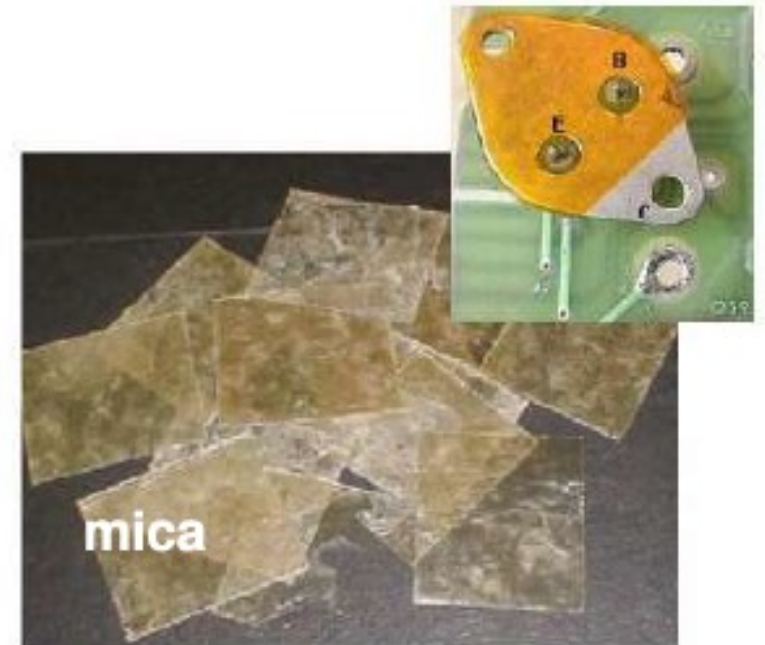
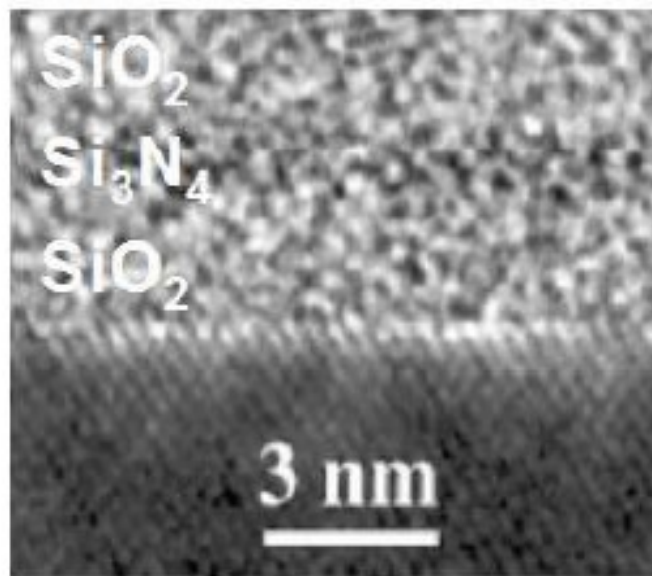
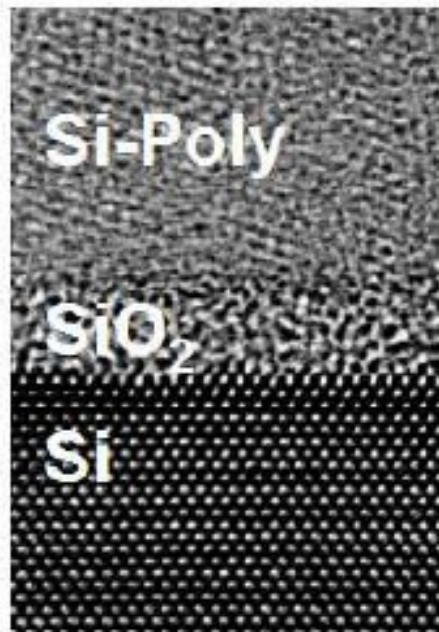
Au début l'électricité...

Les matériaux isolants : très forte résistivité à température ambiante.

La résistivité diminue quand la température augmente.

Libération d'électrons \Rightarrow fuite ou claquage de l'isolant

Ex : Verre, mica, silice (SiO_2), le carbone (diamant) ...



Exemple 1 :

Imaginons un circuit électrique avec :

1 générateur, une lampe, des fils conducteurs et deux interrupteurs (I1 et I2)

- Comment réaliser un circuit où la lampe est allumée si

I1 et I2 sont fermés.

Exemple 2 :

Imaginons un circuit électrique avec :

1 générateur, une lampe, des fils conducteurs et deux interrupteurs (I1 et I2)

- Comment réaliser un circuit ou la lampe est allumée si

I1 ou I2 sont fermés.

Vous venez de réaliser les
portes logiques ET et OU
les ordinateurs ne
fonctionnent qu'avec des
portes logiques...

Les ordinateurs 'comptent'
en binaire (0 ou 1)

la lampe est éteinte \Rightarrow 0

la lampe est allumée \Rightarrow 1

Les ordinateurs 'comptent'
en binaire (0 ou 1)

la lampe est éteinte \Rightarrow 0

la lampe est allumée \Rightarrow 1

Par quoi remplacer les
interrupteurs pour réaliser
les opérations ?

Au début l'électricité...

Les matériaux Semi-conducteur : très forte résistivité à température ambiante.

La résistivité diminue quand la température augmente.

Libération d'électrons \Rightarrow fuite ou claquage de l'isolant

Ex : Verre, mica, silice (SiO_2), le carbone (diamant) ...

Un semi conducteur peut être 'dopé' pour devenir :

N = excès de charges négatives (électrons)

P = manque de charge négative (trous)

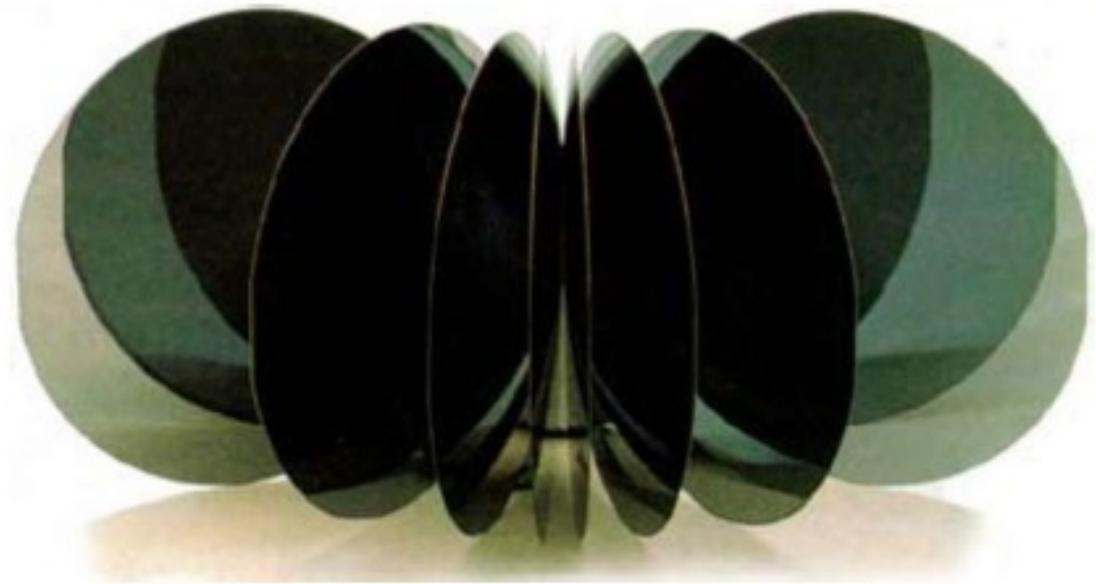
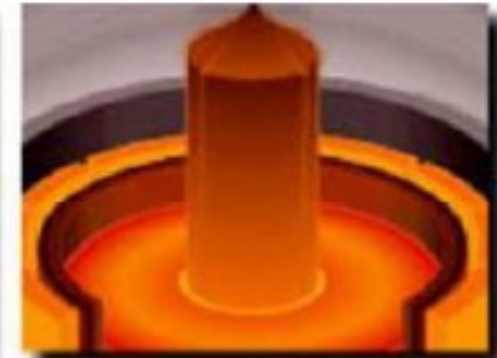
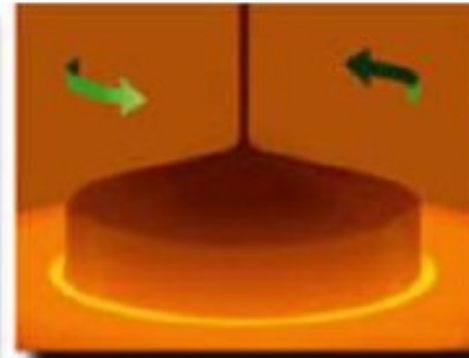
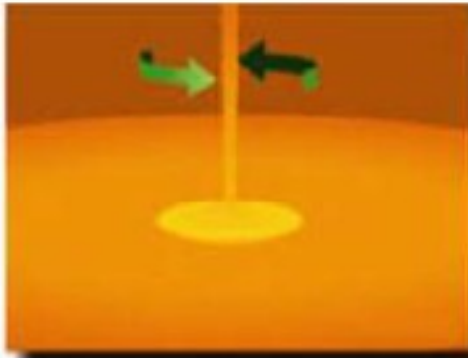
□ Semi-conducteurs

- $10^{-3} \Omega\text{cm} < \rho < 10^4 \Omega\text{cm}$
- La conduction électrique se fait par les électrons et/ou les trous
- Semi-conducteur $\left\{ \begin{array}{l} \text{pur} \Rightarrow \text{intrinsèque} \\ \text{dopé} \Rightarrow \text{extrinsèque} \end{array} \right.$
- Silicium assez pur + un atome de Bore ou de Phosphore pour 10^5 atomes de Silicium $\Rightarrow \rho$ passe de 10^3 à environ $10^{-2} \Omega\text{cm}$

Colonne		Semi-conducteur
IV		Ge, Si
III-V	binaire	GaAs, GaP, GaSb, InAs, InP, InSb
	ternaire	$\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, $\text{GaAs}_y\text{P}_{1-y}$
	quaternaire	$\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$
II-VI	binaire	CdS, HgTe, CdTe, ZnTe, ZnS
	ternaire	$\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$

□ Semi-conducteurs

- Matériau étudié depuis les années 1830



□ Semi- conducteurs



Silicium



GaAS

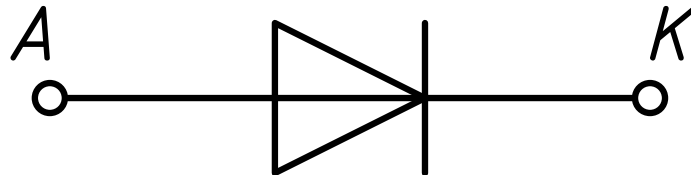
Des semi-conducteurs
et alors ???

Des semi-conducteurs et alors ???

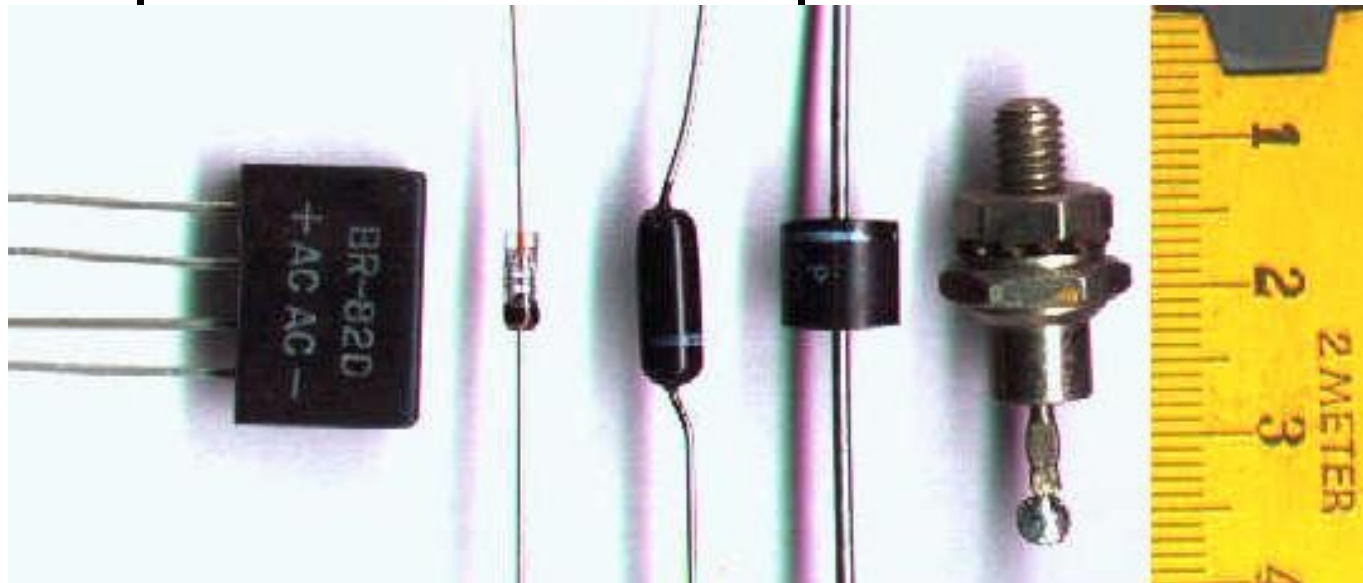
Un semi-conducteur utile pour la 'modulation de fréquence' d'un signal électrique...

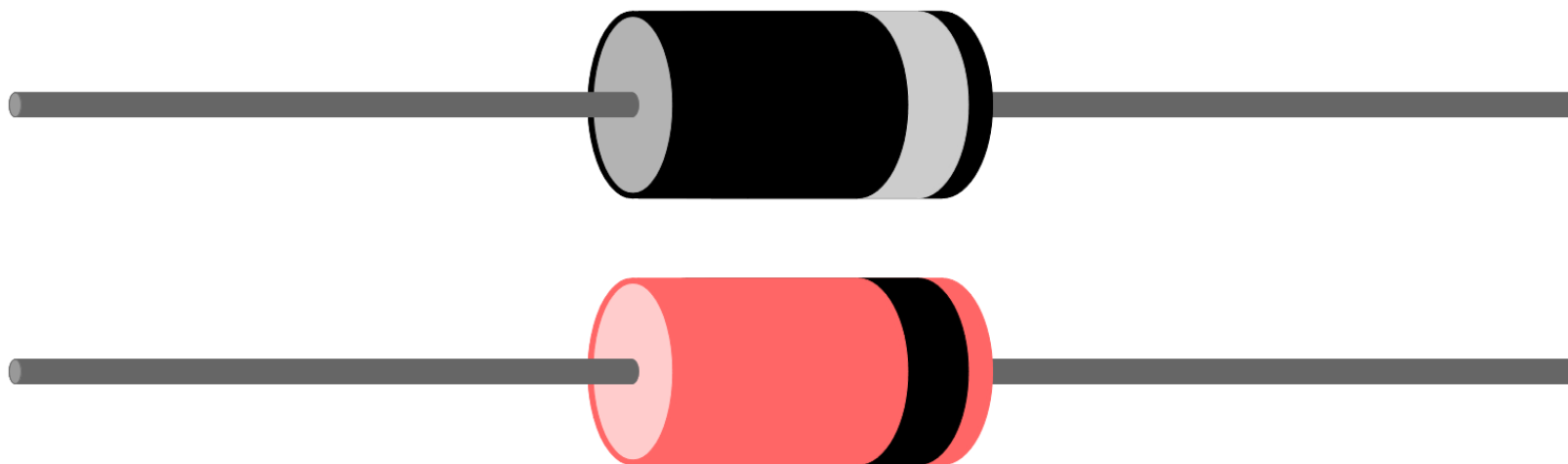
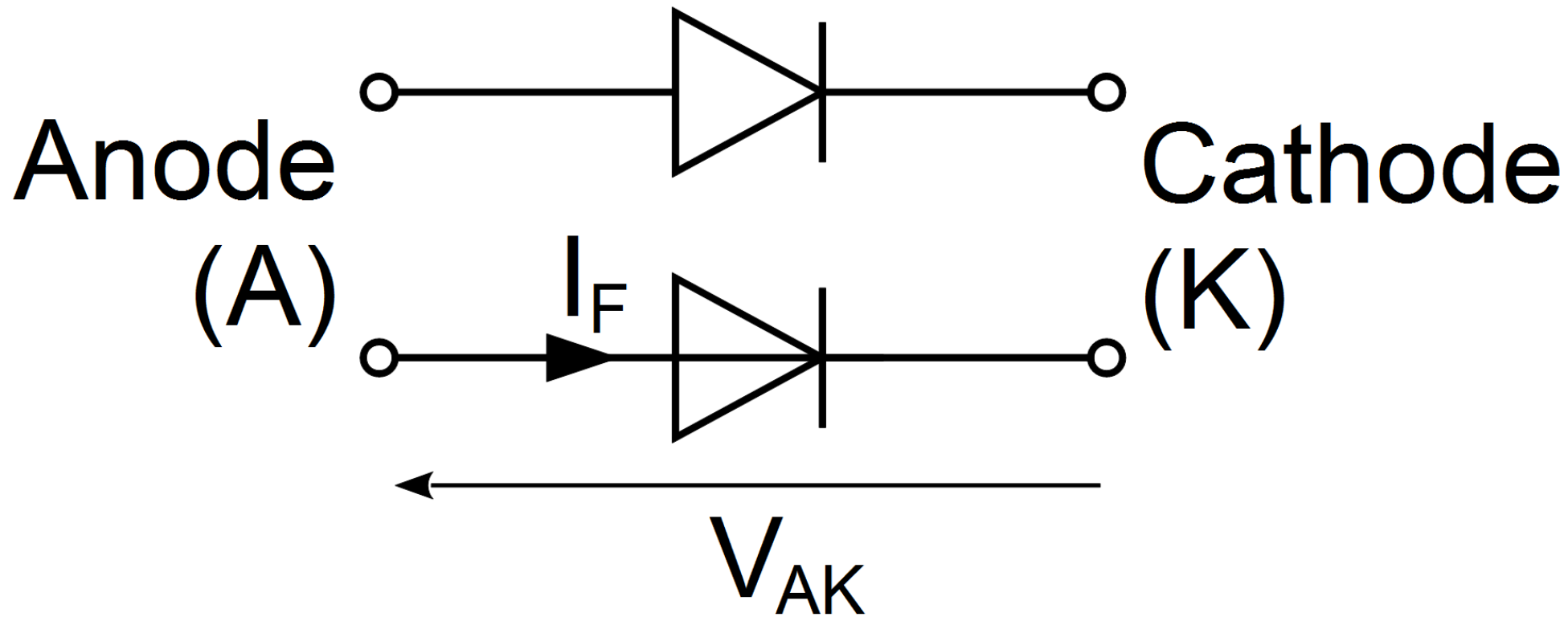
Mais la jonction de 2 semi conducteurs différents ⇒

Diode



(ne laisse passer le courant que dans un sens)





Si Il y en a 3 à suivre...

**Transistor à effet de champ
à grille métal-oxyde**

ou

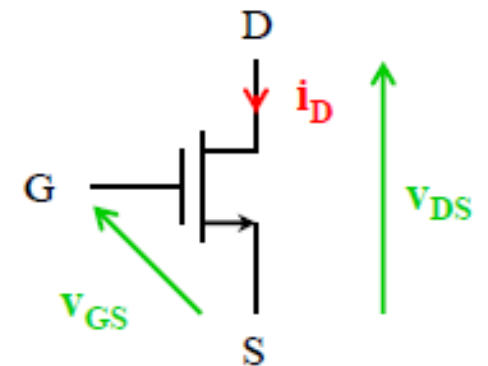
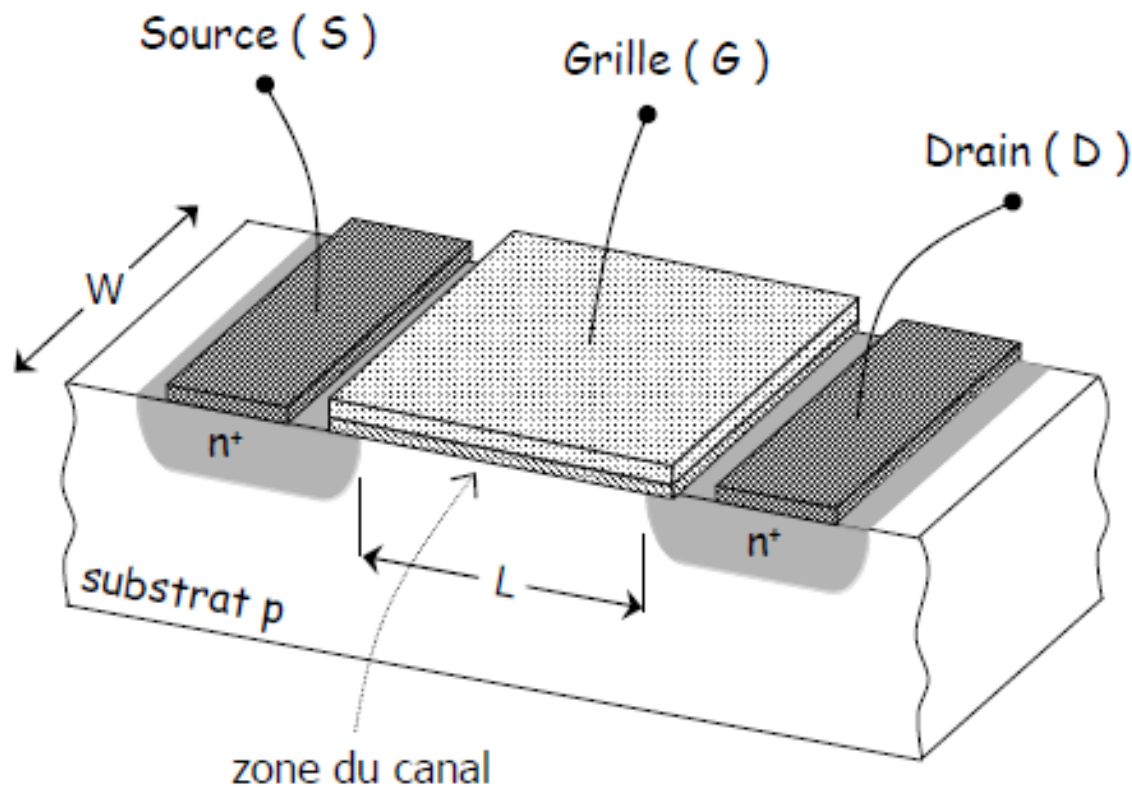
MOS FET

Metal Oxide Semiconductor

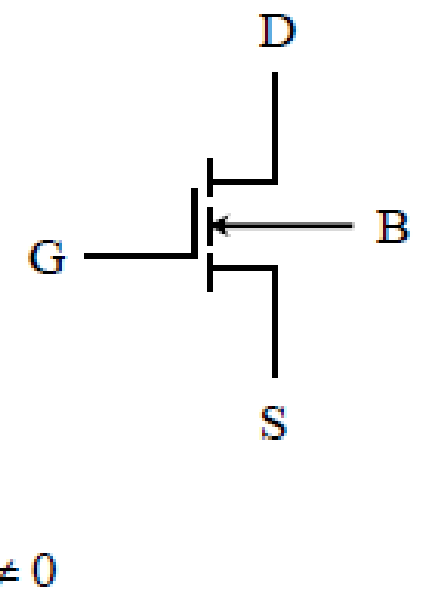
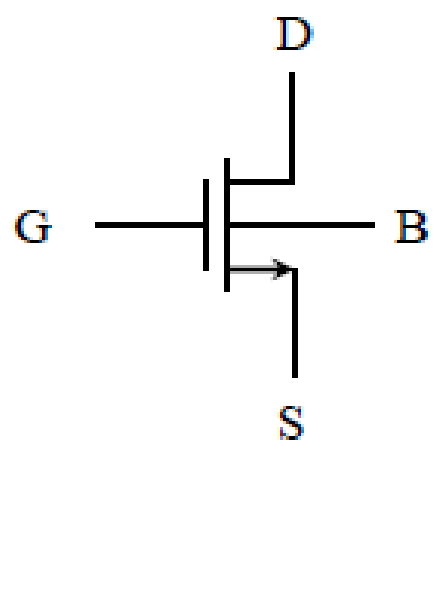
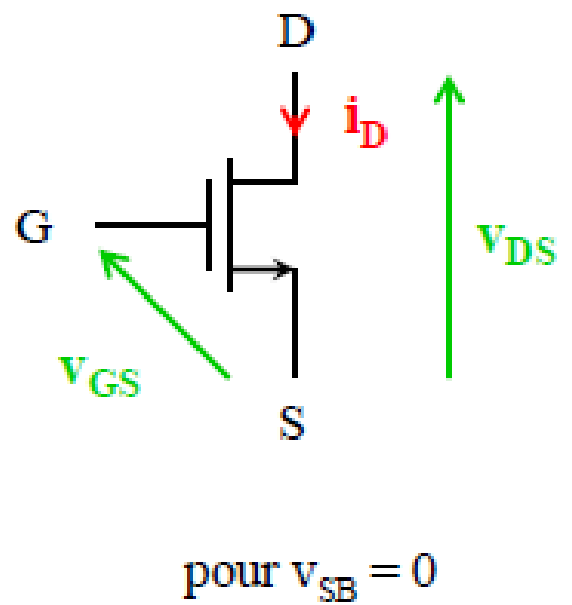
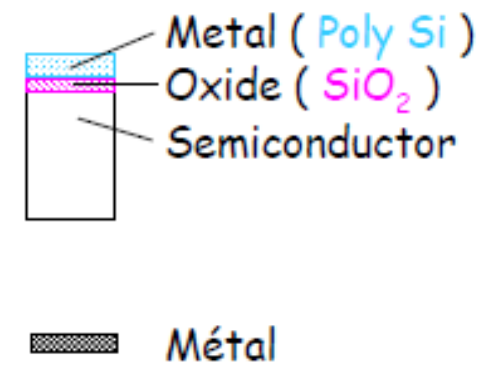
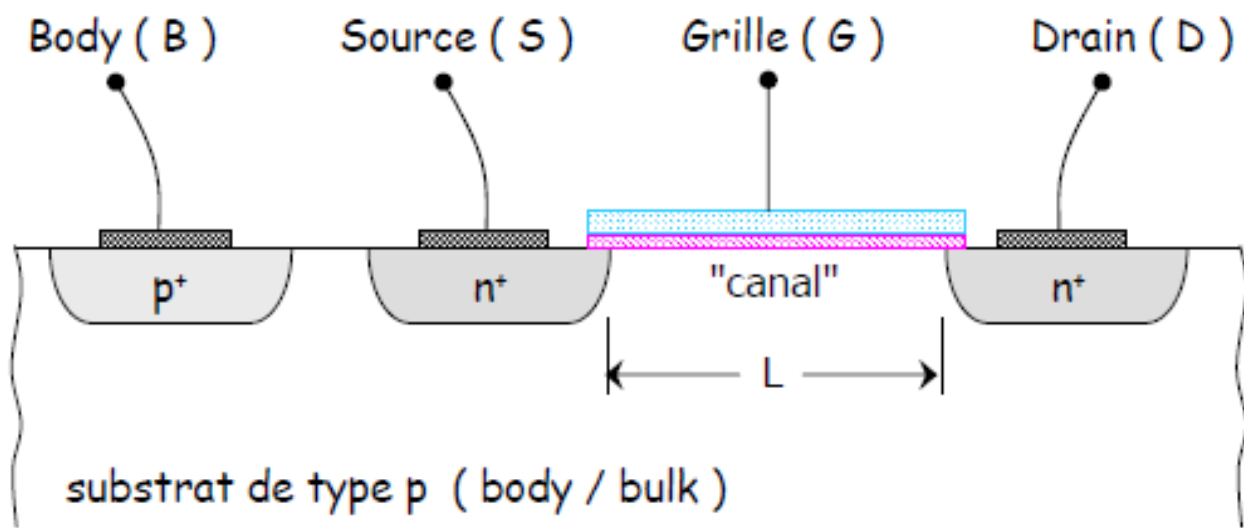
Field Effect Transistor

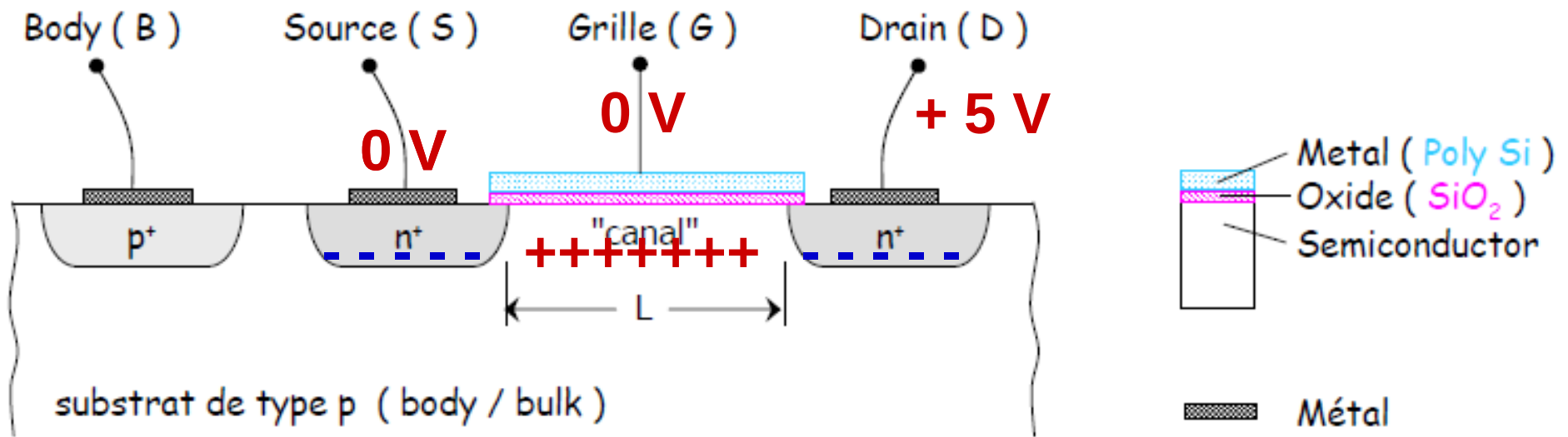
MOS FET

1 - Structure, vue 3D du MOS à canal N (NMOS) :

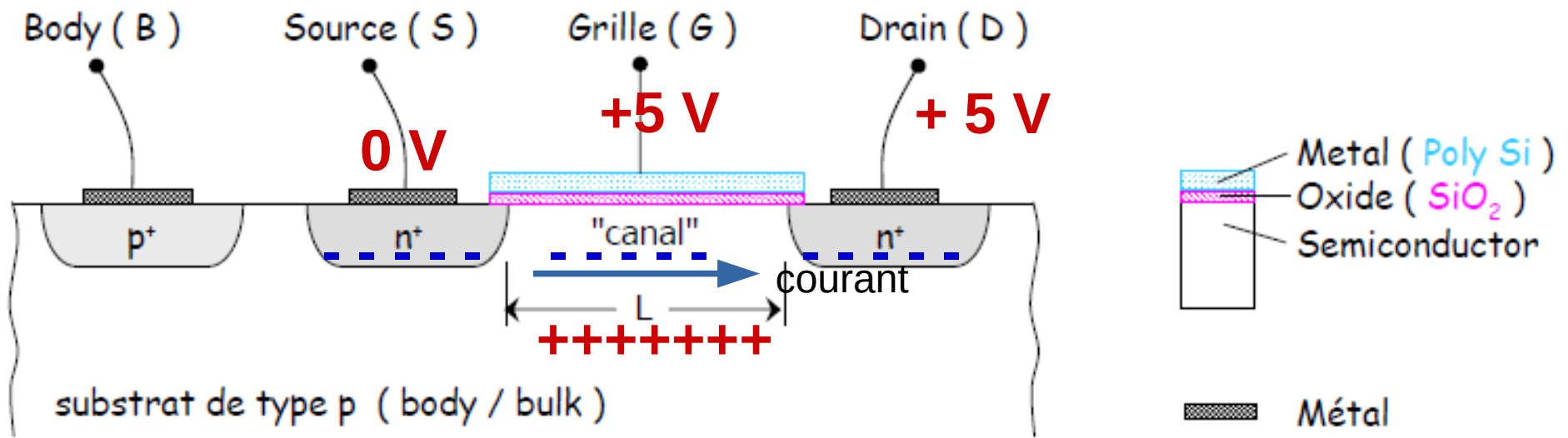


- L longueur du canal [μm]
length
- W largeur du canal [μm]
width



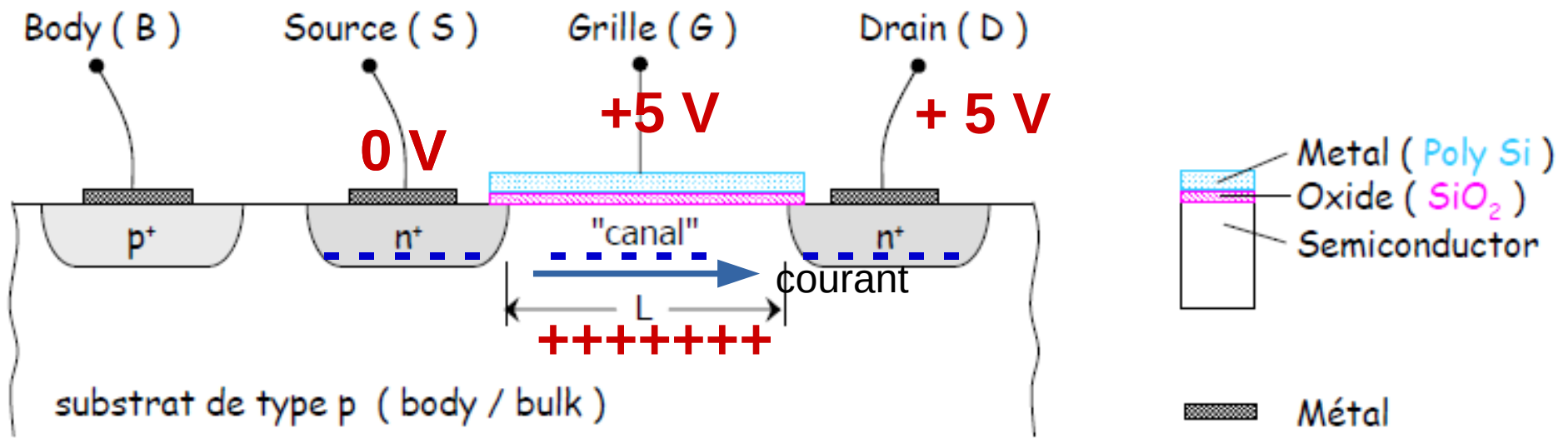


Si on applique une tension continue, par exemple 5 V, entre la **source** et le **drain**, le courant ne peut pas passer, car il est interrompu par un barrage infranchissable positif au milieu.



Si on applique une tension continue, par exemple 5 V, entre la **source** et le **drain**, le courant ne peut pas passer, car il est interrompu par un barrage infranchissable positif au milieu.

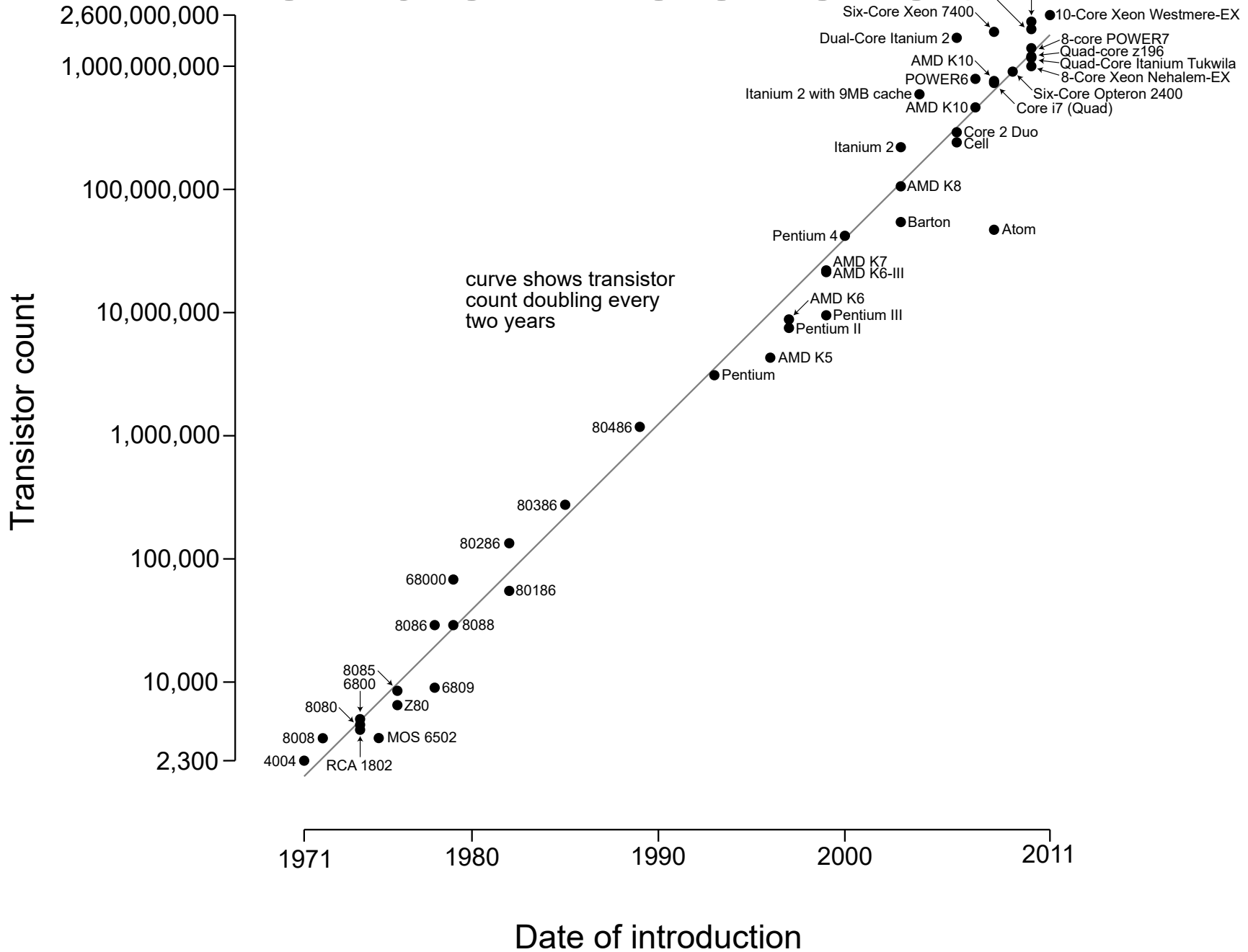
Si on applique, en plus, cette même tension de 5 V au **gate** (*grille* de commande) : cette tension repousse les charges + sous l'oxyde et attire les charge négatives. Un chemin négatif est créé entre la source et le drain, et le courant peut passer.



Ainsi, ce transistor se comporte
comme un interrupteur quasi
parfait ...

Microprocessor transistor counts 1971-2011 & Moore's law

Loi de Moore et ...



Sources :

Cours de Physique des Semi-conducteurs

Alain Chovet & pascal Masson

École Polytechnique Universitaire de Marseille

Département Micro-électronique et Télécommunications

Une (brève) histoire de l'électronique de Henri Lilen

Wikipédia portail : Electricité et l'électronique