

FONCTIONNEMENT D'UNE DIODE

FICHE DE SYNTHÈSE

LES SEMI-CONDUCTEURS

Les semi-conducteurs sont des matériaux utilisés dans un grand nombre de composants électroniques. Ce matériau présente les caractéristiques suivantes :

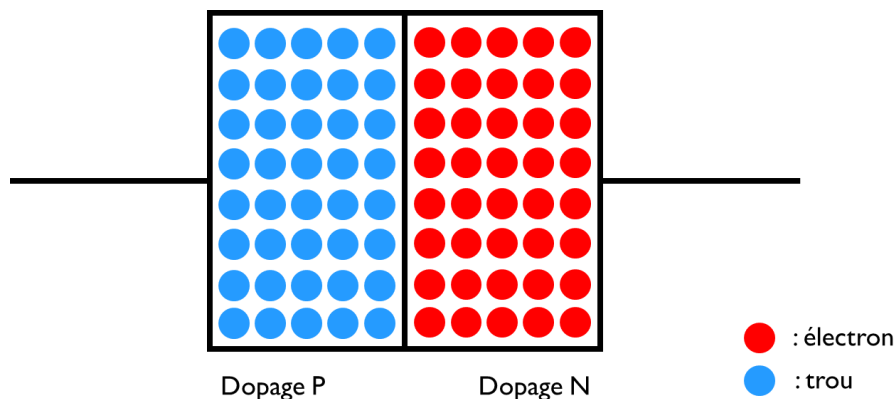
- Il se comporte comme un isolant lorsqu'il est au « repos ». Aucun courant ne passe au travers du matériau ;
- Il devient conducteur lorsqu'on l'excite (augmentation de la température, excitation électrique...). Un courant passe au travers du matériau.

Un semi-conducteur dit intrinsèque est un semi-conducteur pur. Mais ce type de semi-conducteur n'est pas intéressant car le courant qu'il laisse passer reste assez faible. Pour autoriser un passage de courant plus important, on utilise plutôt des semi-conducteurs extrinsèques, avec des impuretés. Ces impuretés sont contrôlées, on appelle cette technique le dopage du semi-conducteur. En ajoutant des éléments au semi-conducteur, celui-ci possède plus de charges libres :

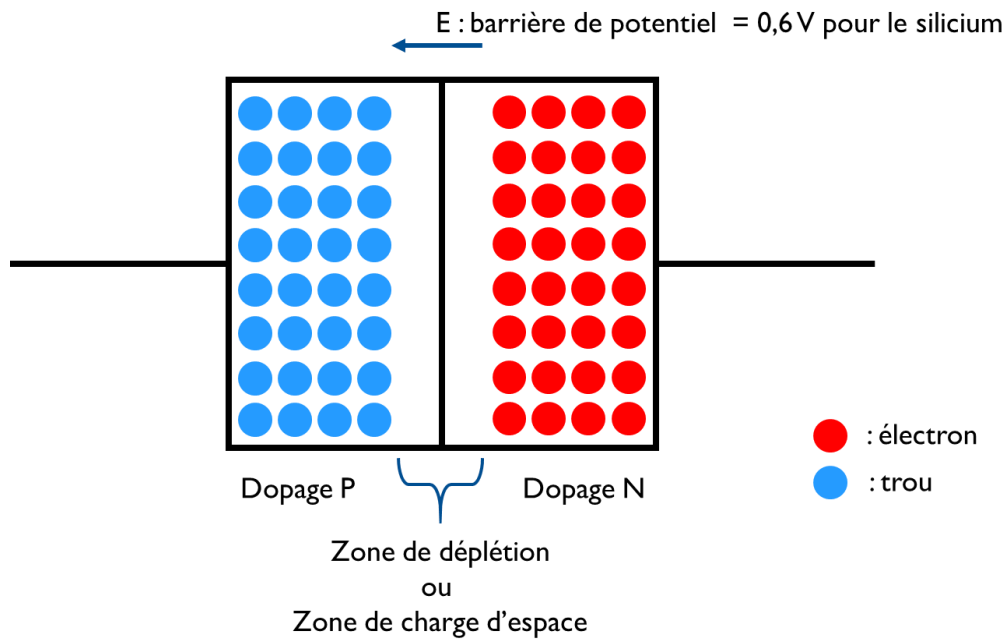
- S'il présente plus d'électrons, on dit que le semi-conducteur est dopé N (négatif)
- S'il présente plus de trous (charge fictive positive, qui symbolise un manque d'électron), on dit que le semi-conducteur est dopé P (positif)

LA JONCTION PN

La jonction PN est la mise en contact d'un cristal dopé N et d'un autre dopé P :



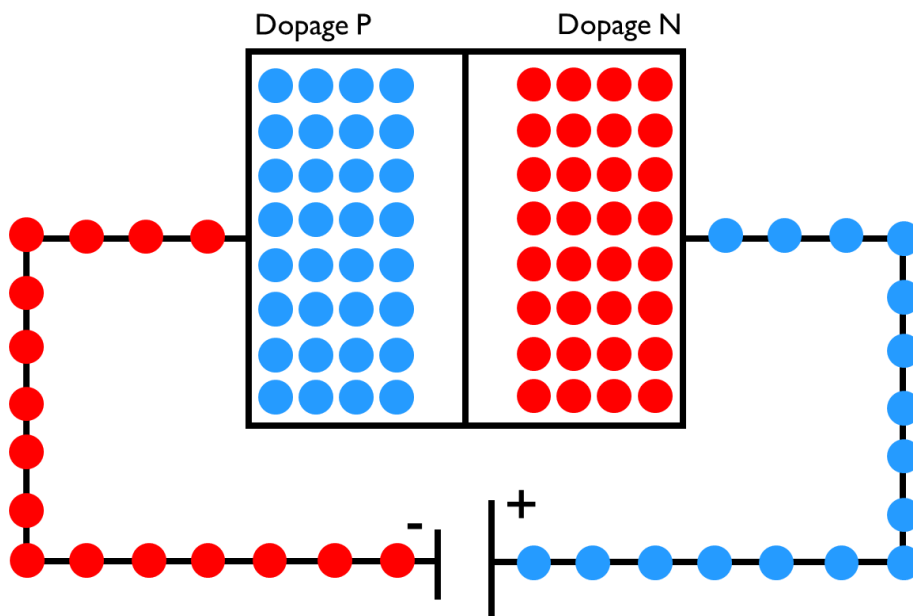
Lors de la mise en contact entre les deux cristaux, les électrons limitrophes au cristal dopé P vont se combiner avec les trous les plus proches, ce qui va créer une zone électriquement neutre, appelé zone de déplétion ou zone de charge d'espace :



Cette zone crée une barrière de potentiel, qui est de 0,6 V pour le silicium.

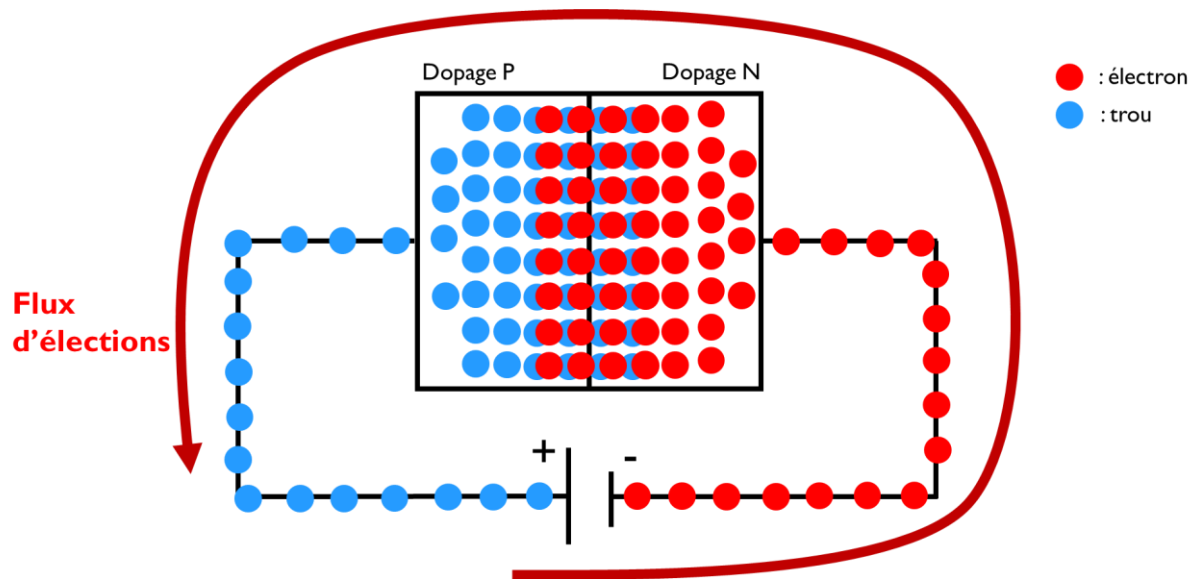
Lorsque l'on connecte la jonction PN à un générateur de tension (polarisation de la jonction PN), on a deux cas de fonctionnement :

- Polarisation inverse : la borne – du générateur est reliée au cristal dopé P de la jonction PN, et la borne + est reliée au cristal dopé N. Les électrons issus de la borne – vont se combiner avec les trous du cristal. De même, les trous issus de la borne + vont se combiner avec les électrons du cristal dopé N. La barrière de potentiel va augmenter et la jonction PN va devenir bloquante, aucun courant ne va passer dans ce circuit.



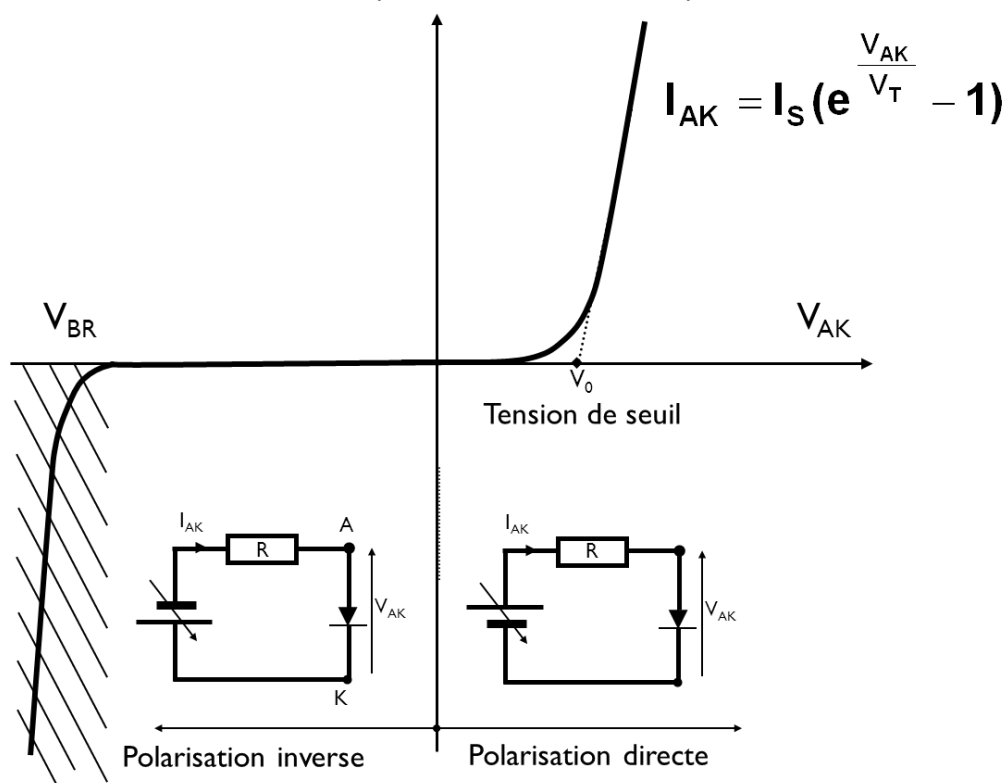
- Polarisation directe : la borne + du générateur est reliée au cristal dopé P de la jonction PN, et la borne - est reliée au cristal dopé N. Dans ce cas, les électrons issus de la borne – vont pousser les électrons du cristal dopé N vers le cristal dopé P, et ça va créer un

flux d'électron dans le circuit. La jonction PN est passante et un courant circule dans le circuit.



LA DIODE

La diode est une jonction PN. Le rôle de ce composant est de faire passer le courant uniquement dans un sens. La diode présente la caractéristique courant/tension suivante :



Cette caractéristique nous donne les informations suivantes :

- Pour que la diode soit passante, il faut que la tension à ses bornes soit positive (polarisation directe) et qu'elle dépasse la tension de seuil de la diode (cette tension de seuil est due à la zone de déplétion)

- La forme de la caractéristique lorsque la diode est passante est exponentielle :

$$I_{AK} = I_S (e^{\frac{V_{AK}}{V_T}} - 1)$$

$$V_T = \frac{kT}{q}; V_T = 26\text{mV à } 300\text{K pour Si}$$

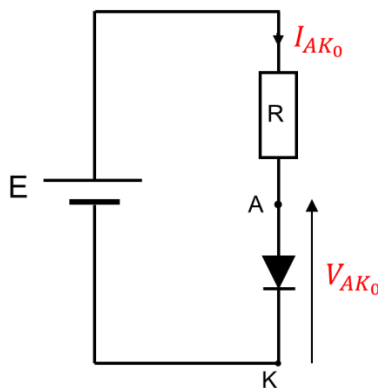
q : charge de l'électron = $1.6 \cdot 10^{-19}$

k : constante de Boltzman = $1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

T : température absolue

- Lorsque la diode est bloquée, elle laisse passer un courant de fuite de quelques nano ampères.
- Au-delà d'une certaine tension inverse, la diode peut être endommagée. On appelle cette tension la tension de claquage.

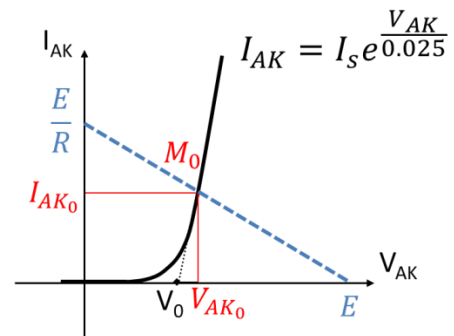
Lorsque la diode est dans un circuit, il est intéressant de connaître son point de fonctionnement, c'est-à-dire le courant et la tension à ses bornes. Il existe 2 méthodes, l'une analytique, l'autre géométrique :



Circuit

$$\begin{cases} E = RI_{AK0} + V_{AK0} \\ I_{AK0} = I_S e^{\frac{V_{AK0}}{0.025}} \end{cases}$$

Méthode analytique:
Il faut résoudre
le système d'équation



Méthode géométrique:
On trace les 2 courbes et
On relève leur intersection

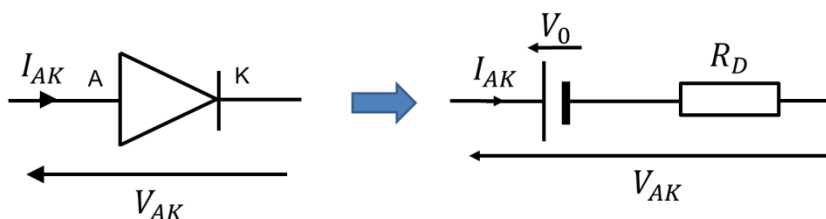
Lorsque la diode est passante, on peut la modéliser par une simple résistance :

- En régime statique, on calcule la résistance statique : $R_s = \frac{V_{AK0}}{I_{AK0}}$
- En régime dynamique, on calcule la résistance dynamique : $(r_d)_{M_0} = \frac{\Delta V_{AK0}}{\Delta I_{AK0}} = \frac{V_T}{I_{AK0}}$

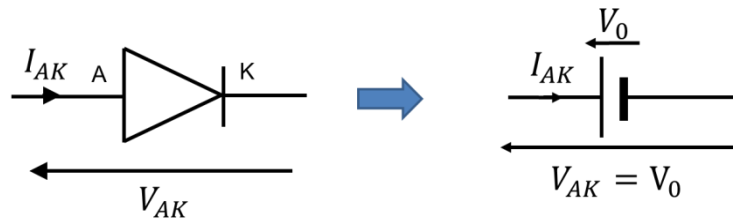
MODELISATION DE LA DIODE

La diode, lorsqu'elle est passante, peut être modélisée par :

- Une source de tension imparfaite : $V_{AK} = R_D I_{AK} + V_0$



- Une source de tension idéale :

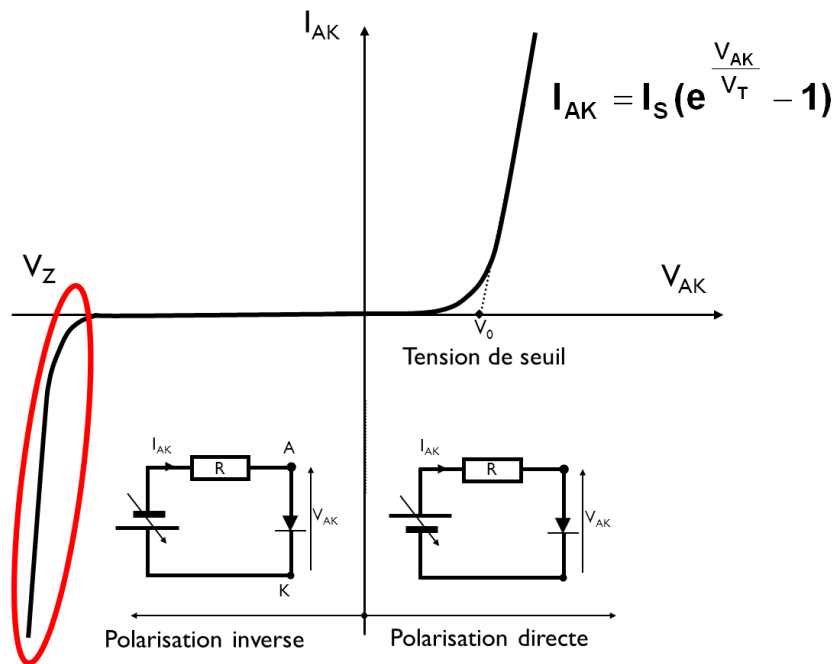


- Un interrupteur :



LA DIODE ZENER

La diode Zener peut devenir passante en polarisation inverse à partir d'une certaine tension V_z à ses bornes :

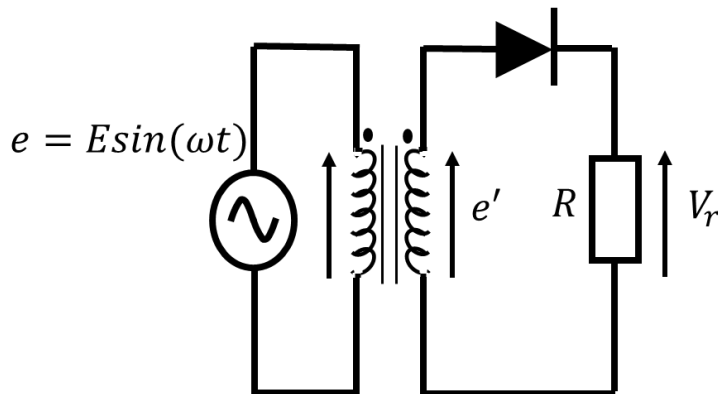


ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

CIRCUITS A DIODES

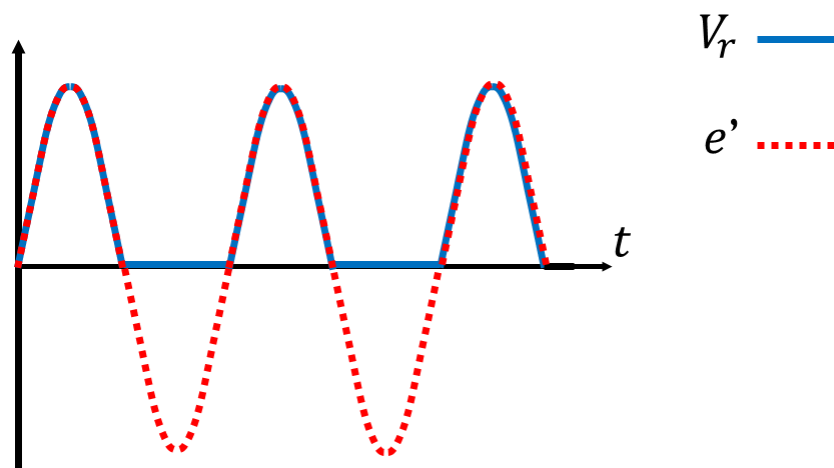
CIRCUIT DE REDRESSEMENT MONO-ALTERNANCE

Le circuit de redressement mono-alternance à la forme suivante :



Ce circuit reçoit en entrée une tension alternative, qui peut être positive ou négative. En sortie de ce circuit :

- Si la tension en entrée e' est positive, alors la tension en sortie V_r est égale à e' ;
- Si la tension en entrée e' est négative, alors la tension en sortie V_r est nulle.



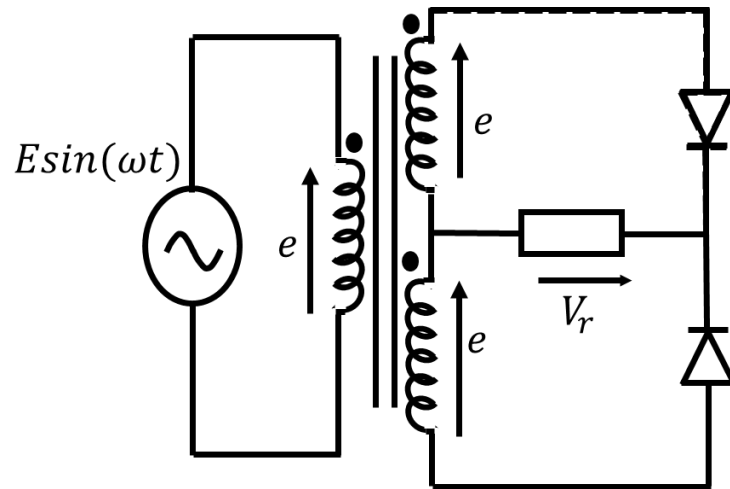
On a en sortie la valeur moyenne et la valeur efficace suivantes :

$$\langle V_R \rangle = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi E' \sin(\theta) d\theta = \frac{E'}{\pi}$$
$$V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^\pi E'^2 \sin^2(\theta) d\theta} = \frac{E'}{2}$$

On peut aussi prendre en compte la chute de tension en sortie due à la tension de seuil de la diode.

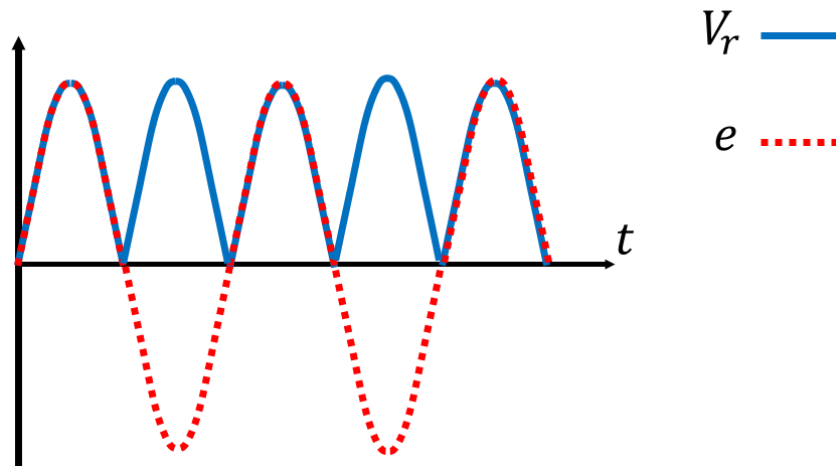
CIRCUIT DE REDRESSEMENT DOUBLE-ALTERNANCE

Le circuit de redressement double-alternance à la forme suivante :



Ce circuit reçoit en entrée une tension qui peut être positive ou négative. En sortie de ce circuit :

- Si la tension en entrée e est positive, alors la tension en sortie V_r est égale à e ;
- Si la tension en entrée e est négative, alors la tension en sortie V_r est égale à $-e$.



On a en sortie le signal et la valeur moyenne suivants :

$$V_r = E |\sin(\omega t)|$$
$$\langle V_r \rangle = \frac{2E}{\pi}$$

On peut aussi prendre en compte la chute de tension en sortie due à la tension de seuil de la diode.

Il existe aussi le pont de Graëtz comportant 4 diodes :

