

BTS

Support de cours

ELECTRONIQUE GENERALE

DANVIDE N'GUESSAN LEON
PL Electronique

Chapitre 1 : Notions sur les semi-conducteurs

1- Introduction

Pour comprendre le fonctionnement des composants électroniques, il faut tout d'abord étudier les semi-conducteurs matériaux qui ne sont ni conducteurs, ni isolants.

2- Les semi-conducteurs

- Ils se placent entre les conducteurs et les isolants.
- Ils possèdent une résistivité intermédiaire entre celle des conducteurs et celle des isolants :
Ils se comportent comme des **isolants** aux basses températures lorsque l'agitation thermique est faible et comme des **conducteurs** aux températures élevées.
- La résistivité d'un semi-conducteur diminue quand la température augmente.

3- Les semi-conducteurs purs ou intrinsèques

Lorsque le corps est parfaitement pur, il est qualifié d'intrinsèque.

Exemples : Silicium (Si), Germanium (Ge), Sélénium (Se)

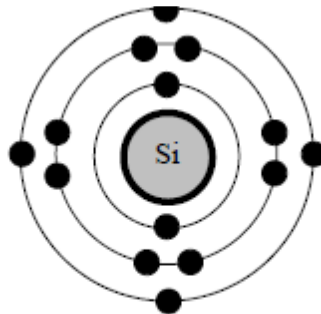


Figure 1 : Atome de Silicium

Le Silicium est un atome tétravalent : Il possède 4 électrons de valence qui vont se mettre en commun avec d'autres atomes de Silicium pour avoir la forme cristalline (Figure 2).

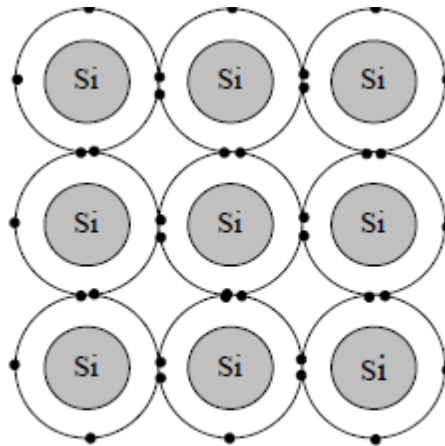


Figure 2 : Cristal de Silicium

A la température 0 K toutes les liaisons covalentes sont maintenues. C'est un bon isolant : pas d'électrons libres.

Lorsque la température du cristal augmente, certains électrons de valence quittent leurs places, certaines liaisons covalentes sont interrompues. On dit qu'il y a rupture de la liaison covalente et par conséquent :

- libération de certains électrons qui vont se déplacer librement $\Rightarrow$ conduction du courant électrique.
- il reste une liaison rompue (un ion Si^+) $\Rightarrow$ naissance d'une paire de charge : électron libre (charge négative) et trou (charge positive).

4- Les semi-conducteurs dopés ou extrinsèques

4-1- Dopage des semi-conducteurs

Le dopage est l'introduction dans un semi-conducteur intrinsèque de très faible quantité d'un corps étranger appelé **dopeur**.

Pour les semi-conducteurs usuels (Si , Ge), les dopeurs utilisés sont :

- soit **des éléments pentavalents** : ayant 5 électrons périphériques (Exemples : l'Arsenic (As), l'Antimoine (Sb), le Phosphore (P),...)
- soit **des éléments trivalents** : ayant 3 électrons périphériques (Exemples : le Bore (B), le Gallium (Ga), l'Indium (In),...)

Ces dopeurs sont introduits très faible dose (de l'ordre de 1 atome du dopeur pour 10^6 atomes du semi-conducteur).

Après le dopage, le semi-conducteur n'est plus intrinsèque mais **extrinsèque**.

4-2- Semi-conducteur extrinsèque type N

Le dopeur utilisé appartient à la famille des pentavalents (As, Sb, P,...).

L'atome dopeur s'intègre dans le cristal de semi-conducteur, cependant, pour assurer les liaisons entre atomes voisins, 4 électrons sont nécessaires : le cinquième est donc en excès et n'a pas de place pour lui.

On dit que le dopeur est un donneur (N) d'électrons (porteurs de charge Négative). Il faut noter que cet électron lorsqu'il quitte son atome, il laisse à sa place **un ion positif fixe**

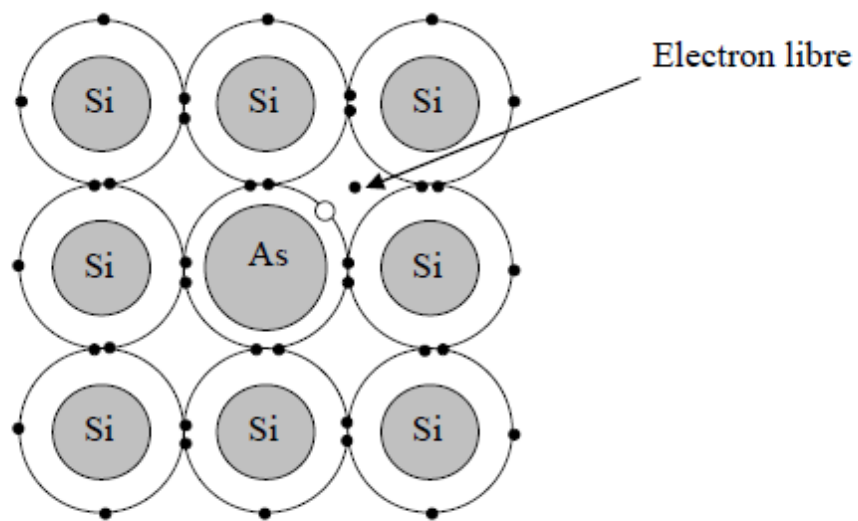


Figure 3 : Un atome d'Arsenic incorporé dans le cristal de semi-conducteur

4-3- Semi-conducteur extrinsèque type P

Le dopeur utilisé appartient à la famille des trivalents (B, Ga , In ,...).

L'atome dopeur s'intègre dans le cristal de semi-conducteur, cependant, pour assurer les liaisons entre atomes voisins, 4 électrons sont nécessaires alors que le dopeur ne porte que 3, il y a donc un trou disponible susceptible de recevoir un électron. Un électron d'un atome voisin peut occuper ce trou.

L'atome du dopeur devient **un ion négatif fixe**. L'atome quitté aura un trou et une charge positive excédentaire. On dit que le dopeur est un **accepteur (P)** d'électrons. (Figure 4).

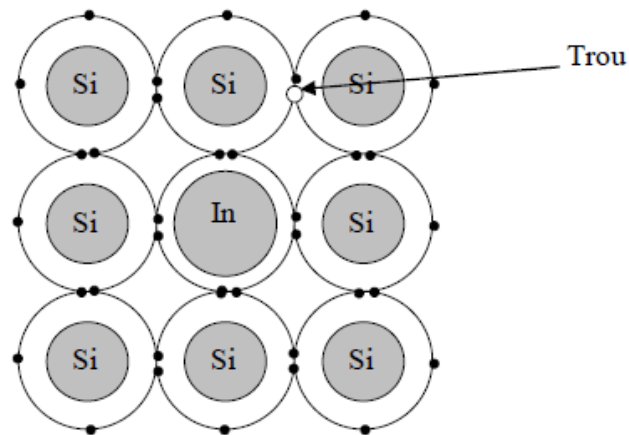
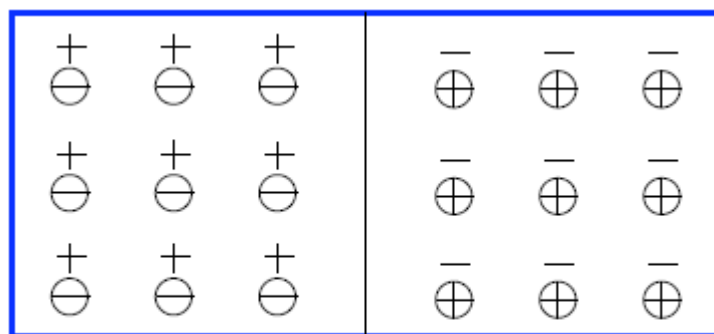


Figure 4 : Un atome d'Indium incorporé dans le cristal de semi-conducteur

5- Jonction P-N

5-1- Définition

L'union dans un même cristal d'un semi-conducteur type P et d'un semi-conducteur type N fait apparaître à la limite des zones P et N, une zone de transition appelée : Jonction P-N (Figure 5).



5-2-
non

Figure 5 : Jonction P-N

**Jonction P-N
polarisée**

Au niveau de la jonction P-N :

- les électrons libres de la partie N diffusent vers les trous disponibles de la partie P
- les trous disponibles de la partie P diffusent vers la partie N et piègent des électrons.

Il y a recombinaison électron-trou.

Les parties P et N étant initialement neutres, la diffusion des électrons et des trous a pour effet de charger **positivement** la partie N, **négativement** la partie P d'où la création d'un champ

électrique interne. Ce champ repousse les porteurs majoritaires de chaque partie et arrête la diffusion (Figure 7).

Entre les deux parties P et N apparaît alors une d.d.p. appelée aussi **barrière de potentiel** de l'ordre de 0,7 V pour le Silicium, 0,3 V pour le Germanium.

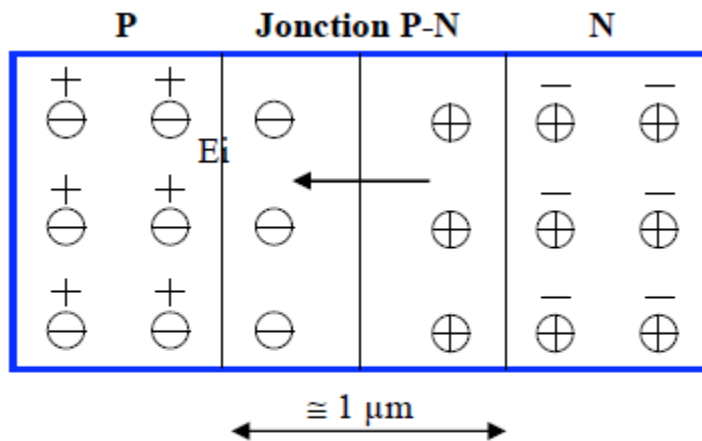


Figure 6 : Jonction P-N non polarisée à l'équilibre

5-3- Jonction P-N polarisée

5-3-1- Polarisation en direct

Lorsqu'une tension positive est appliquée entre la partie P et la partie N ($U_{PN} > 0$), la jonction P-N est polarisée en direct (Figure 7). Cela revient à superposer au champ interne E_i , un champ externe E , le champ résultant a pour effet de diminuer la hauteur de la barrière de potentiel et par conséquent, le nombre de porteurs majoritaires capables de franchir la jonction augmente.

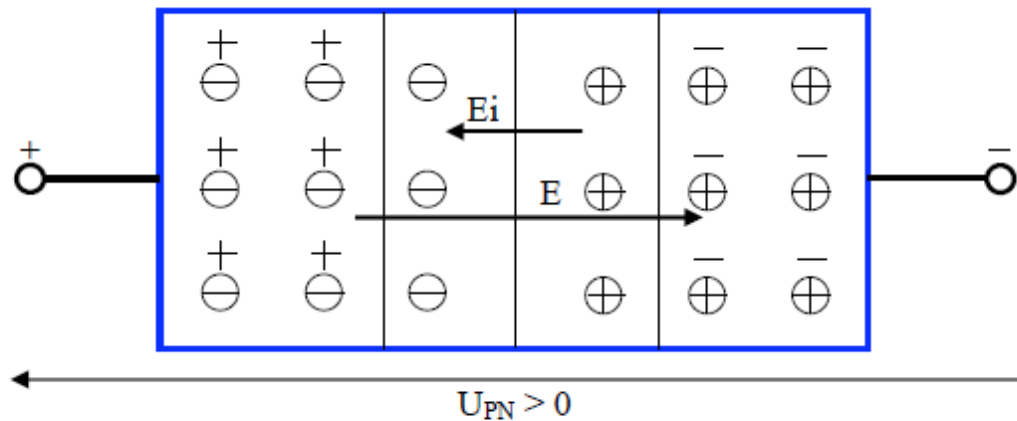


Figure 7: Jonction P-N polarisée en direct

A partir d'un certain seuil de tension U_0 de l'ordre de 0,7 V pour le Silicium, les porteurs de charge peuvent franchir librement la jonction P-N, celle-ci devient **passante** et un courant direct s'établit.

5-3-2- Polarisation en inverse

Lorsqu'une tension négative est appliquée entre la partie P et la partie N ($U_{PN} < 0$), la jonction P-N est polarisée en inverse (Figure 8). Le champ résultant a pour effet d'empêcher la circulation des porteurs majoritaires. La jonction est **bloquée**. Le courant inverse est pratiquement nul.

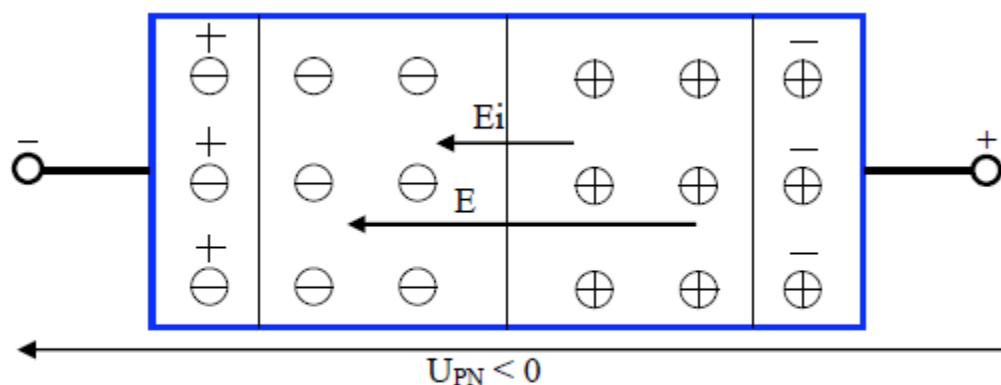


Figure 8: Jonction P-N polarisée en inverse