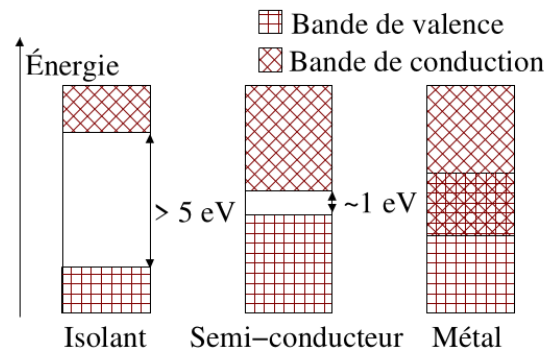


Plan

- 1) Fonctionnement d'un semi-conducteur
- 2) Exemple d'un dosimètre passif
- 3) Les dosimètres actifs

1) Les semi conducteurs dosimètres à lecture différée :

Les électrons dans un solide peuvent être décrits par une structure en bande. La bande en bas, dite **bande de valence**, contient les électrons liés aux atomes de cristal. La bande du haut, dite **bande de conduction** est peuplée par les électrons libres, qui ne sont plus associés à un atome en particulier. Ces électrons peuvent donc se déplacer et former un courant électrique. Ce n'est évidemment qu'une représentation mais elle est très pratique pour comprendre les phénomènes que nous allons aborder aujourd'hui. Les deux bandes sont séparées par une certaine énergie E_g .



Que vaut E_g pour un matériau conducteur ? Nulle

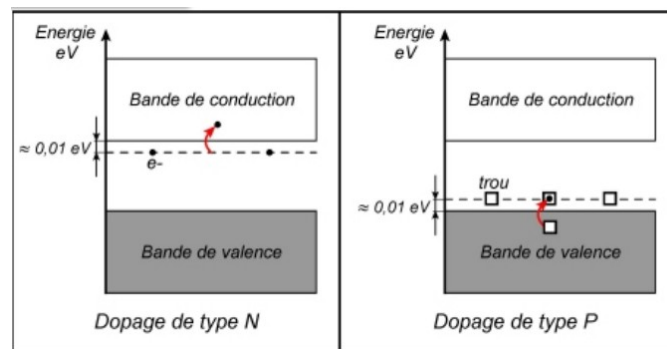
Que vaut E_g pour un isolant ? C'est grand E_g (5 eV). Pour un semi-conducteur, la bande existe mais est petite (1 eV)

Une quantité d'énergie proche de 1 eV est donc suffisante pour faire passer un électron de la bande de valence vers la bande de conduction. Dans la majorité des semi-conducteurs, l'énergie thermique est suffisante pour arracher des électrons de la bande de valence et les amener dans la bande de conduction. Un électron qui passe de la bande de valence à la bande de conduction, laisse libre un trou dans la bande de valence. Par le mouvement d'électrons qui viennent les boucher, ces trous peuvent se déplacer. C'est pour cela qu'on parle de paire électron-trou dans un semi-conducteur.

Une faible quantité d'énergie permet donc de rendre le semi-conducteur conducteur. Cette énergie est si faible que l'agitation thermique est suffisante pour déplacer un électron de la bande de valence vers la bande de conduction. Dans un silicium de $300\text{ }\mu\text{m}$ et de 1 cm^2 par exemple, le nombre de porteurs libre sera de l'ordre de 10^8 tandis qu'un rayon cosmique déplacera $3000e^-$ dans la bande de conduction. Ce signal est minuscule devant le nombre d' e^- libres. Comment faire ? Refroidissement → cf Germanium ou => déplétion ET dopage.

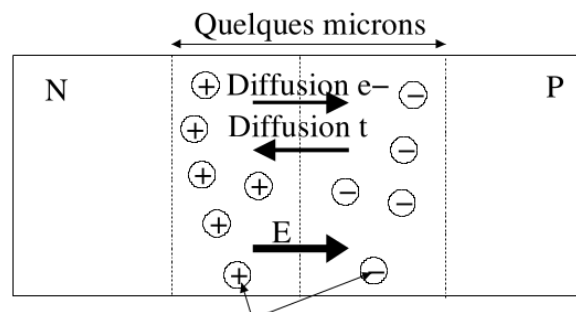
Le dopage consiste à introduire de petites quantités d'éléments étrangers, appelés dopants dans le semi-conducteur de base. Ces dopants modifient la structure électronique du matériau et augmentent sa conductivité électrique. Il existe deux types de dopants, appelés dopants de type n et dopants de type p.

Pour les semi-conducteurs dopés n les charges libres sont des e^- tandis que pour les sc dopés p les charges libres sont des trous (P comme positif).



L'ajout de dopants réduit donc la largeur de l'espace entre la bande de valence et la bande de conduction. Oui et alors ? Cela ne résout pas le problème d'agitation thermique.

Pour cela il faut placer côte à côte un semi-conducteur dopé p et un semi-conducteur dopé n.



Charge d'espace
Figure 8.2 Principe de la jonction pn

Comme ils présentent des concentrations de porteurs libres très différentes, un phénomène de diffusion se met en place : les électrons en excès du côté p migrent vers le côté n alors que les trous se déplacent en sens opposé. Ce mouvement des porteurs tend à équilibrer la concentration de chaque type de porteur libre. Cela crée une zone de déplétion dans laquelle aucun porteur de charge ne bouge. Si on applique un champ électrique (- sur P et + sur N), la zone de déplétion peut être agrandie, on parle de polarisation inverse.

C'est le principe de fonctionnement des transistors et des diodes !

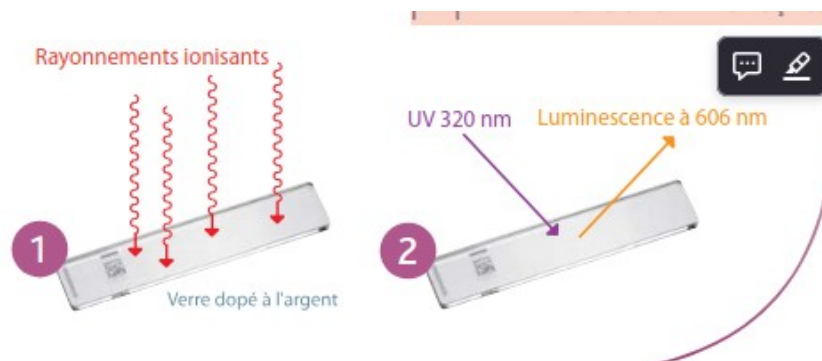
Ainsi, lorsqu'une particule traverse la zone de déplétion, elle crée des paires e^- trous qui peuvent dériver dans une zone neutre sous l'effet du champ électrique : il se crée donc un courant électrique.

2) Exemple d'un dosimètre à lecture différée

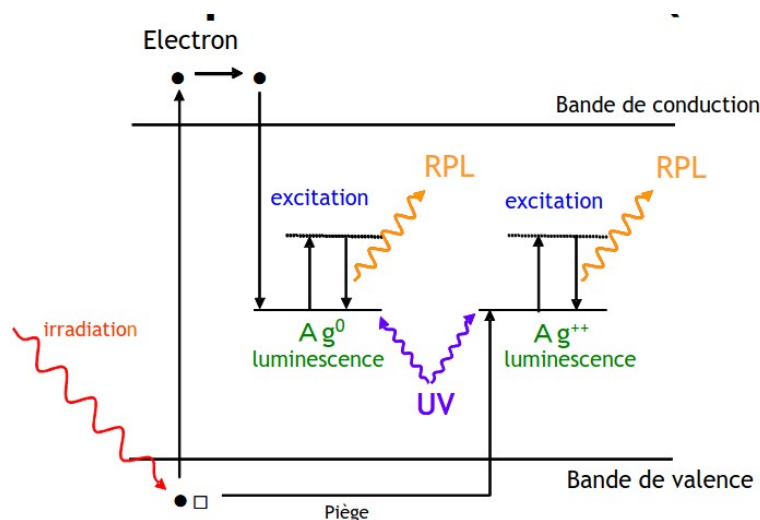
En France, depuis l'arrêt de l'utilisation des films argentiques plusieurs technologies coexistent : dosimètres RPL (radiophotoluminescence) , dosimètres OSL (Luminescence stimulée optiquement) ou dosimètres TLD (thermoluminescence).

2.a) Les dosimètres à radiophotoluminescence (RPL) :

Le rayonnement ionisant (X, γ ou β) arrache des électrons à la structure du détecteur en verre. Le verre est dopé avec des ions argent. Les électrons sont alors piégés par les ions argent (appelés impuretés). Placés sous un faisceau ultraviolet de longueur d'onde 320 nm ces électrons se désexcitent en émettant une luminescence orange (606 nm). Cette luminescence est proportionnelle à la dose reçue.



Pourquoi y a-t-il émission de photon lors de l'irradiation ?



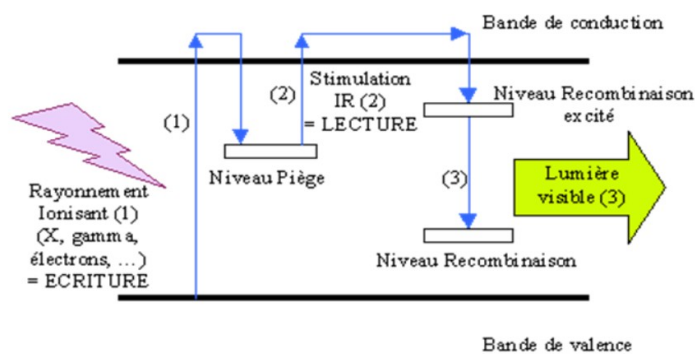
En plaçant différents filtres devant le verre, il est possible d'identifier le type de particules responsable de l'exposition du travailleur acharné.

Le dosimètre RPL est sensible à partir de 0,02-0,05 mSv (selon le fournisseur), il peut détecter des photons compris entre 10 keV et 10 MeV et les beta de 100 keV à 3 MeV.

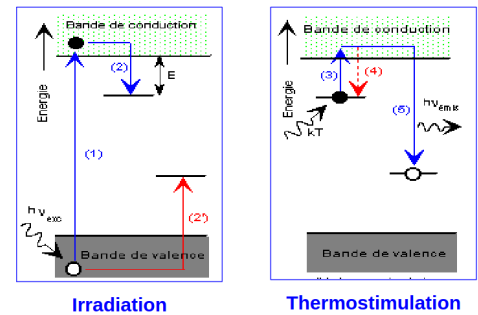
2.b) Les dosimètres à luminescence stimulée optiquement (OSL) et à thermoluminescence (TLD) :

Le principe est exactement le même que pour les dosimètres RPL. Ce qui change ce sont les matériaux et la méthode d'excitation. Pour les OSL, on envoie un flash lumineux de lumière bleue, pour les TLD, on chauffe

(montrer l'arrivée de l'énergie kT sur le puit).



être thermoluminescent (TLD)



Au fait, comment la lumière de désexcitation est-elle mesurée ? Par des scintillateurs.

Matériaux utilisés par la technologie OSL : oxyde d'aluminium dopé au carbone ($Al_2O_3:C$).

Pour les dosimètres TLD : fluorure de lithium (Fli), $Li_2B_4O_7:Cu$ et $CaSO_4:Tm$ par exemple.

Pour les dosimètres OSL, la soumission aux flashes lumineux ne vide pas complètement les pièges, il est donc possible de lire plusieurs fois le dosimètre. Pour les TLD, le chauffage vide tous les pièges, une seule lecture est donc possible. Les détecteurs TLD peuvent être très petits, ils se prêtent donc bien aux mesures de radiations pour les extrémités (bague, pastille).

3) Les dosimètres opérationnels ou dosimètre personnel électronique :

Vous connaissez déjà tout. Les dosimètres opérationnels sont composés d'un compteur geiger (tant à être remplacé) et/ou d'un silicium ou d'un scintillateur. Ils contiennent la chaîne de lecture du détecteur et de plus en plus d'éléments d'analyse et d'informations sur le porteur.

Ils peuvent afficher la dose et le débit de dose, fonctionnent entre 15 keV et 7 MeV pour des photons et 200 keV à 1,2 MeV pour des betas et commencent à environ 1 μSv (pour la dose) jusqu'à 100 Sv et 0,1 $\mu Sv/h$ jusqu'à 10 Sv/h pour le débit de dose.

Certains dosimètres opérationnels peuvent même faire de la spectroscopie gamma. Cette fois, c'est un scintillateur qui est dans le dosimètre $CsI(Tl)$ ou $GAGG(Ce)$.