

Contact Schottky

1ère année IFIPS
Département Electronique

2008-2009

Cédric KOENIGUER

Plan

I. Caractérisation des matériaux

II. Etude à l'équilibre

1) Approche qualitative

a) Champ interne

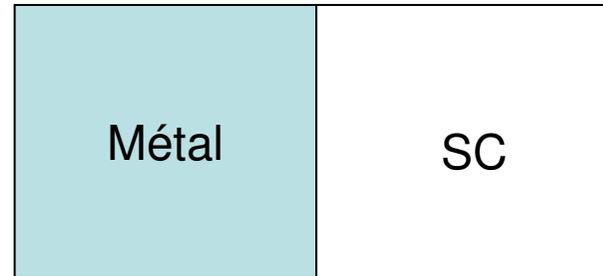
b) Diagramme des bandes

2) Approche quantitative

III. Etude hors équilibre

IV. Applications

Position du problème

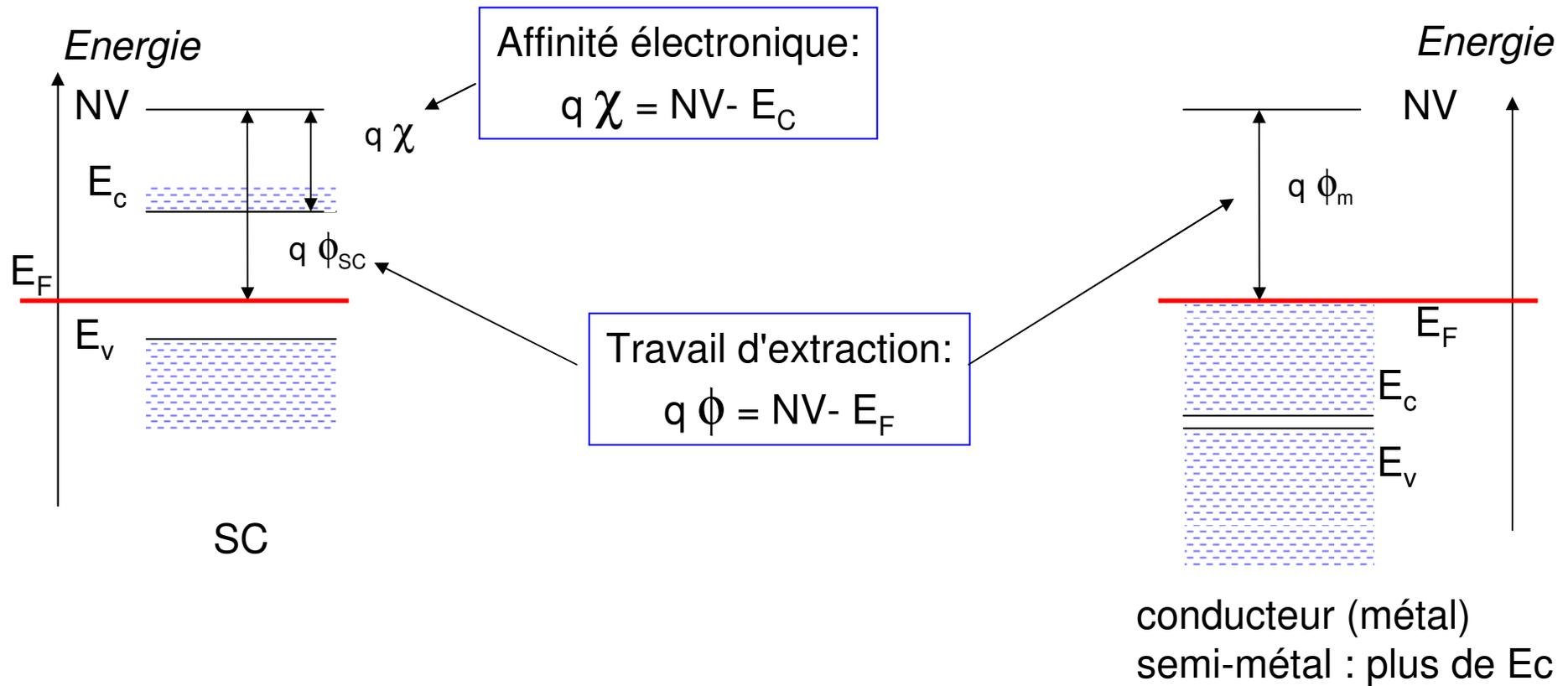


Lorsqu'on fait une soudure sur un SC (pour appliquer une tension), on réalise un contact Schottky

Quel est le comportement électrique ? Résistif ? Diode ? Autre ?

But du chapitre : déterminer la nature du contact et de montrer les applications (diode, contact ohmique, photodiode)

Comparaison SC/Métal



Dans un métal : $E_{Fm} \gg E_C$

⇒ la comparaison est difficile : on se réfère par rapport au niveau du vide (NV)

ϕ : énergie qu'il faut apporter à un électron du réseau pour l'extraire du réseau

Dépendance de ϕ

Dans un métal :

ϕ_m ne dépend que de la nature du métal

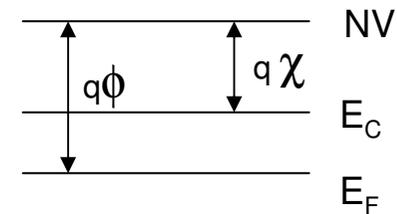


Dans un SC :

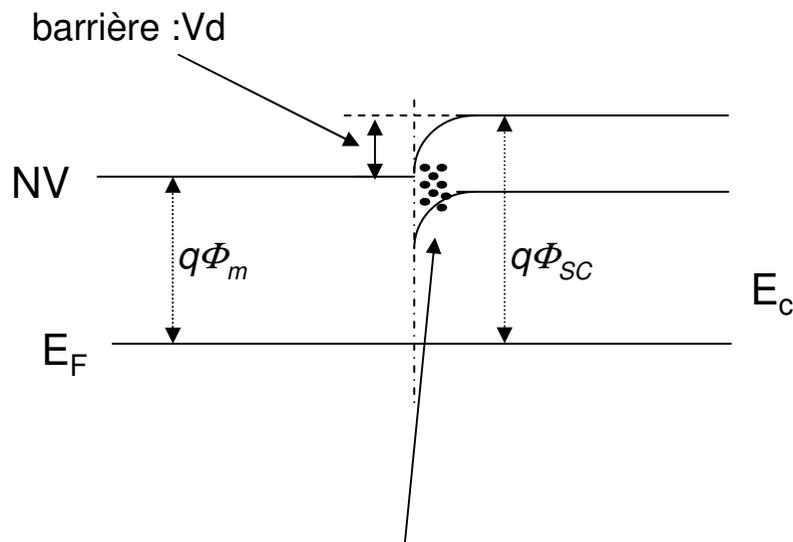
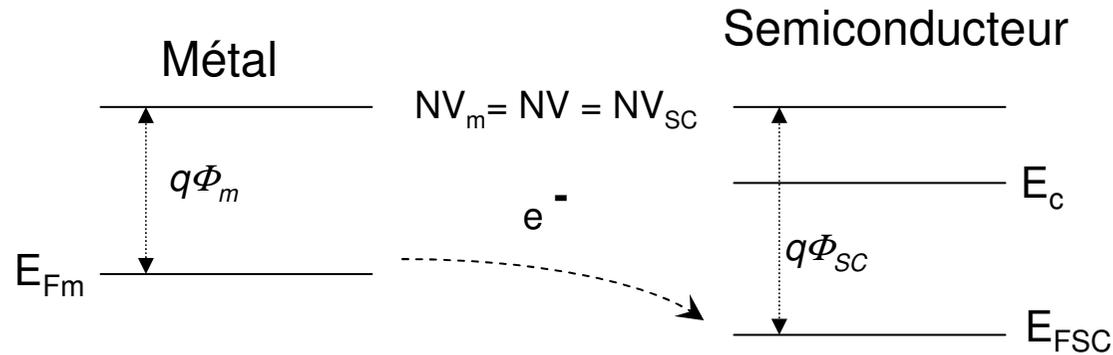
$\Rightarrow \chi$ dépend du SC

$\Rightarrow \phi_{SC}$ dépend :

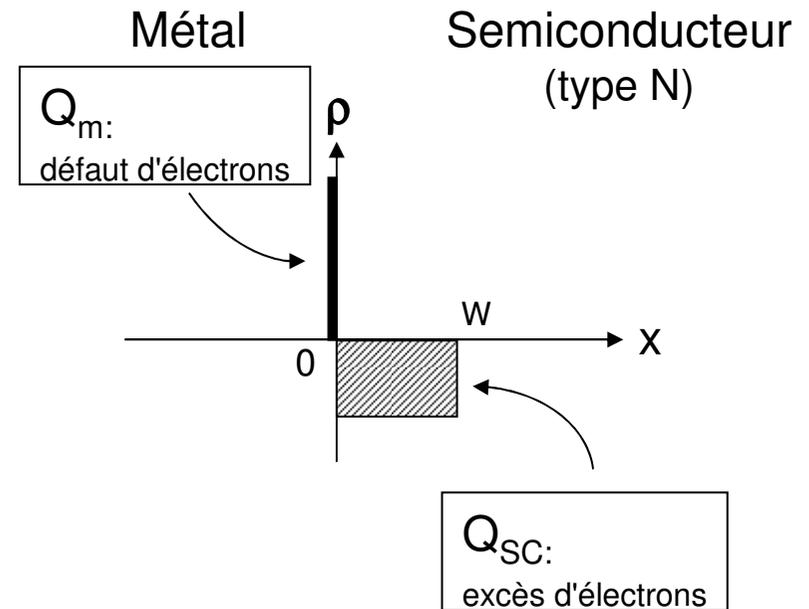
- du SC (dépend de χ)
- du dopage (dépend de $E_C - E_F$)



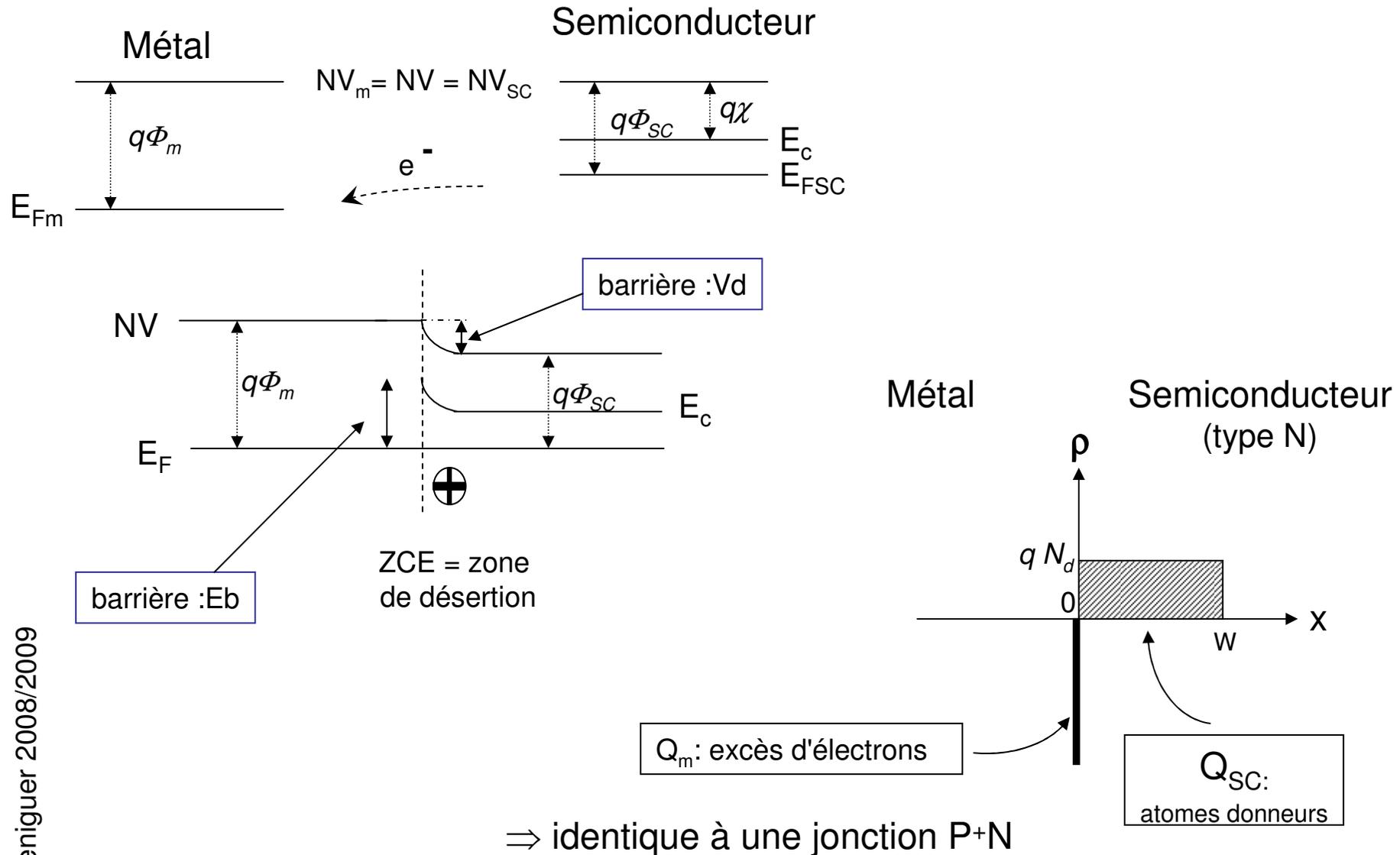
Cas où $\phi_m < \phi_{SC}$ et type N



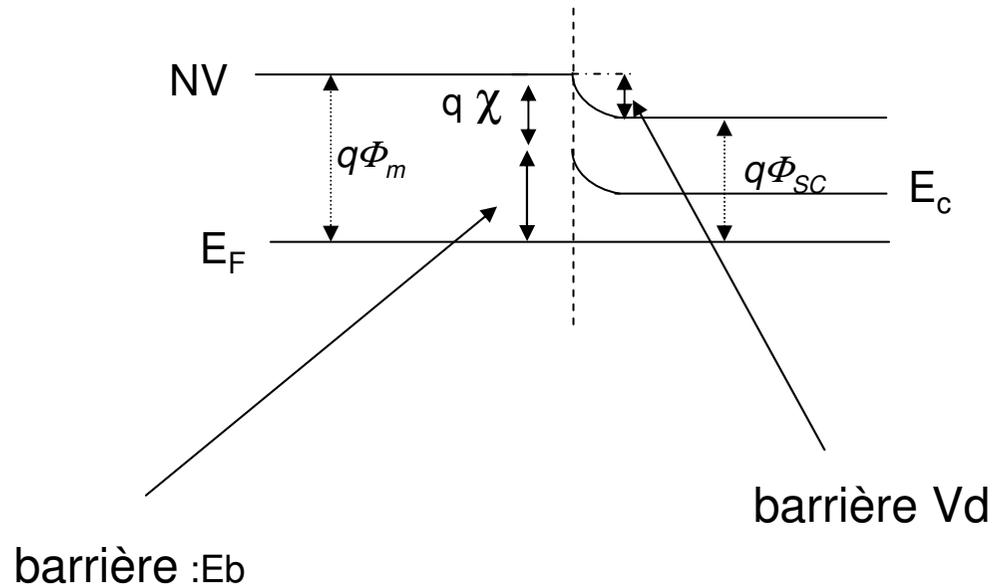
ZCE = zone d'accumulation d'électrons



Cas où $\phi_m > \phi_{SC}$ et type N



étude des barrières



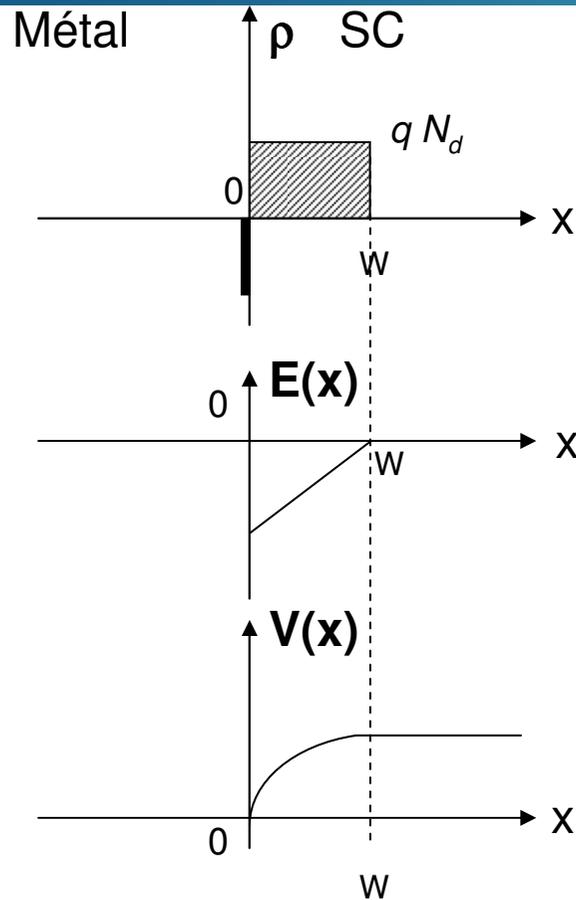
$$E_b = q(\phi_m - \chi)$$

$$V_d = q(\phi_m - \phi_{SC})$$

- fixée par les matériaux
- ne dépend pas du dopage du SC

- fixée par les matériaux
- dépend du dopage du SC

Cas où $\phi_m > \phi_{SC}$ et type N



$$\frac{dE}{dx} = \frac{qN_d}{\epsilon} \quad \Rightarrow \quad E(x) = \frac{qN_d}{\epsilon}(x - W)$$

$$-\frac{dV}{dx} = \frac{qN_d}{\epsilon}(x - W) \quad \Rightarrow \quad V(x) = -\frac{qN}{\epsilon} \left(\frac{x^2}{2} - Wx \right)$$

$$Vd = V(W) - V(0) = \frac{qN}{\epsilon} \frac{W^2}{2}$$

⇒ identique à une jonction P+N

rem : le calcul analytique est impossible dans le cas d'une accumulation

Nature du contact : ohmique ou redresseur

Deux comportements, selon la nature de la ZCE :

ZCE = **zone de désertion** : 1 zone fortement résistive et 2 zones faiblement résistives

- séparation des quasi niveaux de Fermi du métal et du SC
- modification du champ interne
- allure de type "diode" : contact redresseur

ZCE = **zone d'accumulation** : plus de zone résistive !

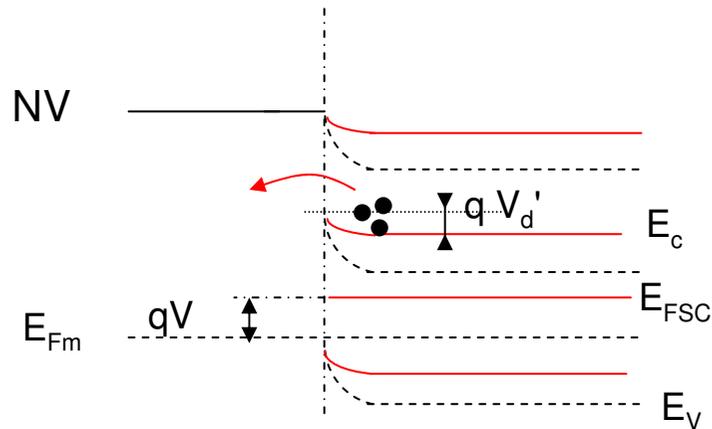
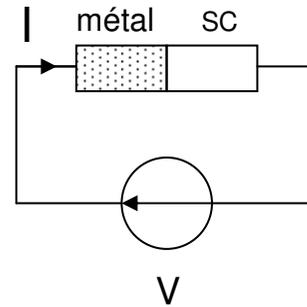
Les porteurs accumulés se répartissent sous champ (conduction)

⇒ plus de type redresseur : contact ohmique

En raison de la présence du métal : les courants de minoritaires sont négligeables,
les courants de majoritaires fixent le courant

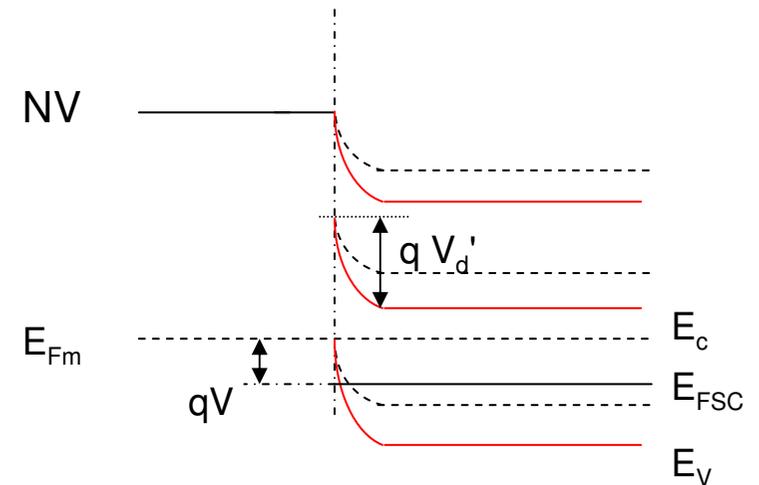
Contact redresseur

Pour tout V : E_b est fixe



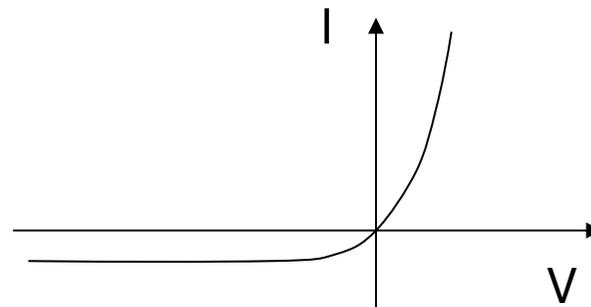
$V > 0$: V_d diminue

⇒ beaucoup plus d'électrons diffusent vers le métal (par rapport à l'équilibre)



$V < 0$: V_d augmente

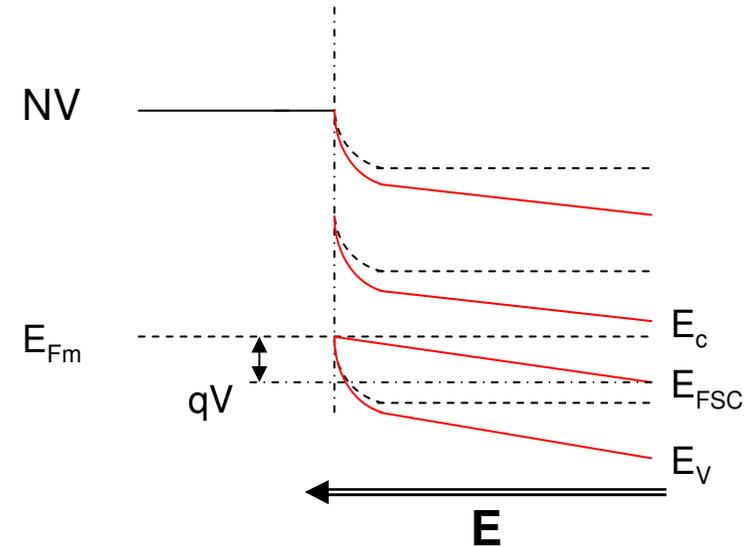
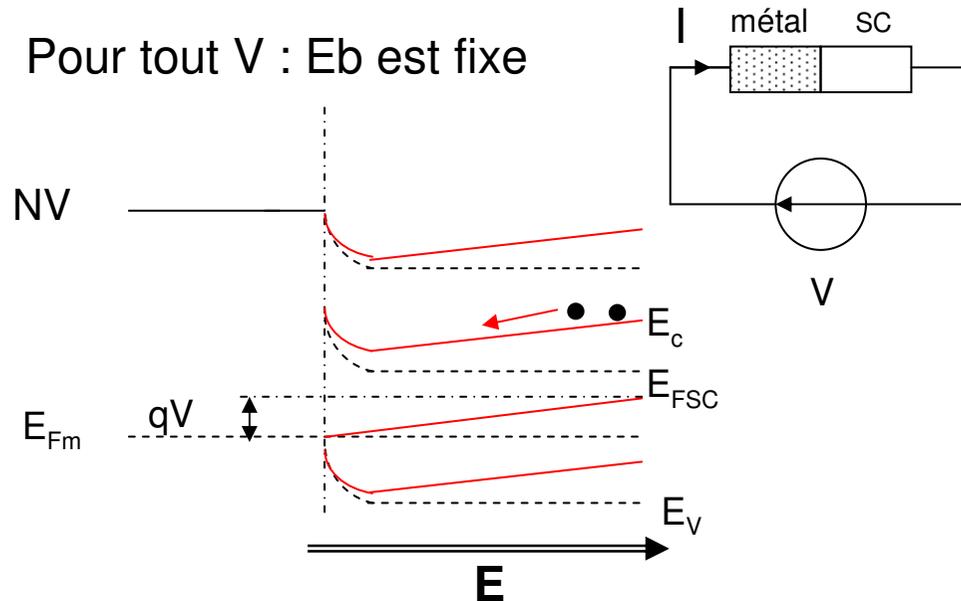
⇒ moins d'électrons diffusent vers le métal qu'à l'équilibre



Composants et capteurs

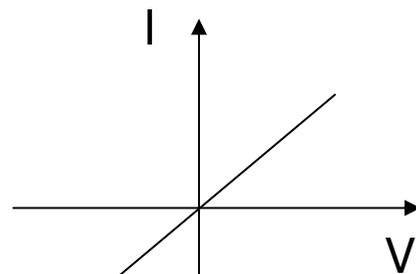
Contact ohmique

Pour tout V : E_b est fixe



$V > 0$:
accélération des électrons vers le métal, due au champ électrique dans la zone N

$V < 0$:
accélération des électrons vers le contact, due au champ électrique dans la zone N



Composants et capteurs

Diode Schottky

1. Contact redresseur : diode

Avantages :

- courants de majoritaires \Rightarrow diodes rapides (haute fréquence)
- tension de seuil faible

Inconvénient :

courant inverse plus important qu'une jonction PN

2. Diode caractérisée par une capacité de transition (modulation ZCE)

Application aux diodes varicap (varactor) haute fréquence

Contact ohmique

1. utilisation de la jonction en contact ohmique

Principe : on crée une zone d'accumulation

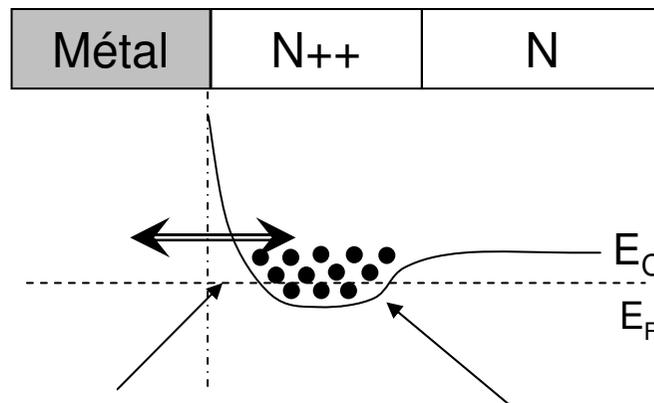
- Sur un SC de type N : il faut $\phi_m < \phi_{SC}$
- Sur un SC de type P : il faut $\phi_m > \phi_{SC}$

Inconvénients :

- dépend des dopages
- dans certains cas : difficulté d'adapter les métaux aux valeurs

2. on utilise un contact Schottky de type diode en surdopant au niveau du contact

Ex : type N



Dopage N⁺⁺ ⇒ largeur de la ZCE W faible

Si $W < 10$ nm : les électrons passent par effet tunnel ⇒ faiblement résistif

ZCE : désertion "réservoir" d'électrons

Photodiode

2 modes de détection possibles :

Détection par photo-émission interne:

les électrons du métal franchissent la barrière de potentiel E_b

Détection interbande :

création de paires électrons trous

