

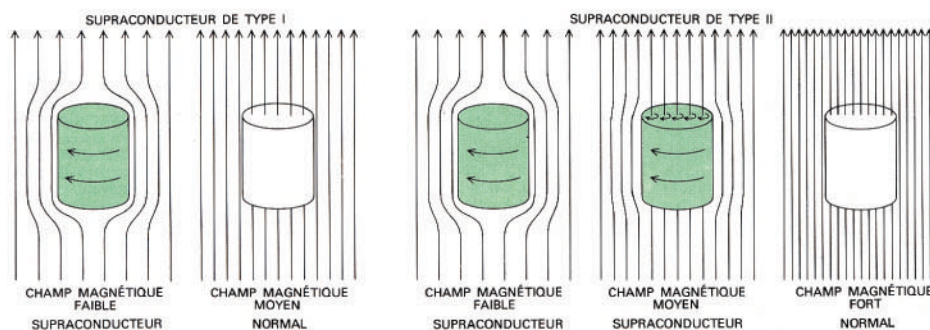
Train à lévitation magnétique

Gisèle Lanquart, Manon Urbain
Département de Physique

Théories de la supraconductivité

La supraconductivité fut découverte en 1911 par Gilles Holst, étudiant en physique sous la direction de Kamerlingh Omnès qui travaillait à l'époque sur les phénomènes physiques à basse température en liquéfiant de l'hélium. Il constata que la résistance du mercure devint nulle en-dessous d'une température critique $T_c = 4.25K$. Depuis, des centaines de matériaux supraconducteurs furent découverts.

En 1950, Landau et Ginzburg élaborèrent une première théorie qui porte leur nom. Elle explique les propriétés macroscopiques des supraconducteurs à partir de l'équation de Schrödinger et permet de prévoir qu'il existe deux types de supraconducteurs (type I et type II)



Les supraconducteurs du premier type sont caractérisés par une température critique et un champ critique. Pour $T < T_c$ la supraconductivité disparaît si le champ ambiant est supérieur au champ critique correspondant à la température de l'échantillon.

Ceux du second type sont également caractérisés par une température critique mais par deux champs critiques B_{c1} et B_{c2} (B_{c2} étant souvent bien plus élevé que B_{c1}). Ils peuvent donc se trouver dans trois états différents.

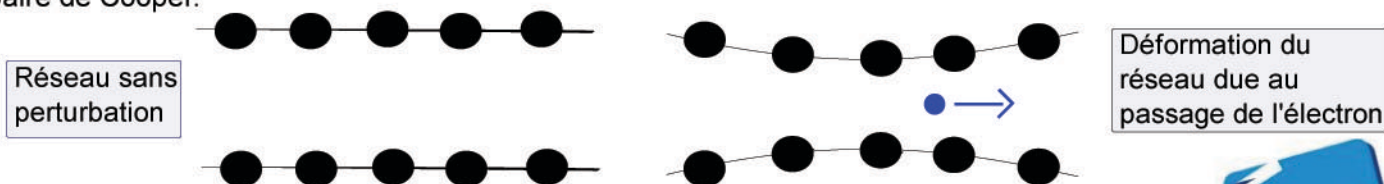
Pour $B < B_{c1}$ le matériau est à l'état supraconducteur et se comporte comme un supraconducteur du premier type (il y a l'effet Meissner)

Pour $B_{c1} < B < B_{c2}$ le matériau est dans un état dit « mixte ». Il y a pénétration partielle du flux du champ magnétique extérieur à travers de minces faisceaux, appelés vortex, dont le centre est caractérisé par une conductivité normale. En dehors des vortex le matériau reste supraconducteur

Pour $B > B_{c2}$ Le matériau redevient normal (non-supraconducteur).

La première théorie complète de la supraconductivité date de 1957. C'est la *théorie BCS* énoncée par Bardeen, Cooper et Schrieffer. La supraconductivité serait due à la formation de paires d'électrons (*paires de Cooper*) sous l'effet d'une interaction attractive entre électrons

Il est possible de comprendre l'origine de l'attraction entre les électrons grâce à un argument simple. Un électron se déplaçant dans un métal déforme le réseau du cristal par l'action des forces électriques. Il en résulte une zone électriquement positive autour de lui. Celle-ci se maintient étant donné la grande inertie des ions (ils se déplacent lentement et mettent dès lors un temps non négligeable pour retrouver leur position initiale). Cette zone peut alors attirer un autre électron qui se retrouve lié au précédent malgré la répulsion coulombienne. Ils forment dès lors une paire de Cooper.



Sources des images :
Pour la Science n°39

