

- Dans les métaux de terres rares normales, les états liés virtuels 4f sont très éloignés du niveau de Fermi, Γ_2 est pratiquement nul et Γ est alors positif : on n'a jamais d'effet Kondo dans les alliages de terres rares normales.

- Dans le cas du Cérium, les états liés virtuels 4f sont proches du niveau de Fermi, $|\Gamma_2|$ est alors beaucoup plus grand que Γ_1 ; Γ est alors négatif et les impuretés de Cérium dans une matrice de Lanthane ou d'Yttrium présentent un effet Kondo.

4.5. - COUPLAGES MAGNETIQUES.

Jusqu'à présent, on n'a considéré que le cas d'une impureté métallique dans une mer d'électrons de conduction. Mais, dans le métal réel, on doit de plus considérer les couplages entre les moments magnétiques portés par les atomes d'impuretés :

- Le premier couplage est le couplage classique de Ruderman-Kittel (1954) : l'interaction entre les spins localisés sur les impuretés se fait par l'intermédiaire des électrons de conduction et l'Hamiltonien d'interaction entre les spins des électrons localisés et les spins des électrons de conduction est donné par la formule (58).
- Le deuxième couplage est le couplage résonance-résonance (B. Caroli, 1966 et 1967) ; l'interaction se fait par un mécanisme de diffusion résonante des électrons de conduction par les atomes localisés.

L'importance relative de ces deux couplages est déterminée par leurs énergies respectives. Dans le cas non dégénéré d'orbite, avec des nombres d'électrons n_+ et n_- pour les deux directions de spin, le rapport des énergies est de l'ordre de (B. Caroli 1966 et 1967) :

$$\frac{E_{\text{Res-Res}}}{E_{\text{R.K.}}} \approx \left(\frac{E_F}{z\Gamma}\right)^2 (\sin^2 \pi n_+ + \sin^2 \pi n_-) \quad (61)$$

où E_F est l'énergie de Fermi comptée à partir du bas de la bande de conduction et z le nombre d'électrons de conduction par atome.

On peut maintenant discuter l'influence relative de ces deux couplages