

dans les trois cas possibles :

- Dans les métaux de transition, la largeur des états liés virtuels d est importante : les orbitales se remplissent d'une façon continue et régulière quand on fait varier  $E_{OF}$  ; les nombres d'électrons dans les différentes orbitales sont différents de 0 ou 1 et le couplage résonance-résonance est important. Ce couplage dépend du remplissage des états liés virtuels d, mais est d'un ou de deux ordres de grandeur plus grand que le couplage de Ruderman-Kittel, pour les éléments magnétiques du milieu de la série des métaux de transition, comme par exemple le Manganèse dans le Cuivre.

- Dans le cas des terres rares normales, les niveaux liés virtuels 4f sont très éloignés du niveau de Fermi et le couplage résonance-résonance est tout à fait négligeable devant le couplage de Ruderman-Kittel. On sait d'ailleurs depuis longtemps que ce couplage de Ruderman-Kittel explique très correctement un grand nombre de propriétés des terres rares normales.

- Dans le cas du Cérium et de l'Ytterbium enfin, les états liés virtuels 4f sont proches du niveau de Fermi et les nombres d'électrons dans les différentes orbitales sont différents de 0 ou 1. Le couplage résonance-résonance dépend critiqueusement du remplissage des orbitales 4f et peut alors être beaucoup plus grand que le couplage de Ruderman-Kittel.

Le modèle d'état lié virtuel développé dans la partie 3 permet donc de clarifier le concept de niveau lié virtuel p et d et permet aussi de retrouver le modèle ionique pour les terres rares normales. Le cas des deux terres rares anormales, le Cérium et l'Ytterbium, est étudié en détail dans les parties 6 et 7. Cependant le modèle que nous avons appliqué aux cas physiques n'a été fait jusqu'à présent qu'à température nulle. Ce traitement est justifié dans le cas des états liés virtuels p et d (à l'exception des expériences d'effet Kondo), pour lesquels la largeur de l'état lié virtuel est très grande par rapport aux températures usuelles  $kT$ . Ce résultat est aussi valable pour les terres rares normales de configuration  $4f^n$ , car la température modifie très peu les résultats, si les orbitales sont pratiquement pleines ou pratiquement vides. Au contraire, dans le cas du Cérium et de l'Ytterbium, la largeur est de l'ordre de  $kT$  pour les températures usuelles et  $E_{OF}$  proche d'une valeur critique ; l'effet de la température est alors certainement important et nous l'étudions dans la partie 5.