

et  $F_2$ ) correspondent à la région III de la figure 11 (ou 13) :

$$U - J < \pi \Delta < U + J \quad (\text{dans le cas deux fois dégénéré d'orbite}) \quad (55)$$

$$F_0 + \frac{F_2}{7} < \pi \Delta < F_0 + \frac{2F_2}{7} \quad (\text{dans le cas réel d'un état d de } \ell = 2) \quad (55'')$$

On doit donc avoir une forte valeur de  $J$  (ou de  $F_2$ ) inférieure mais du même ordre de grandeur que  $U$  (ou  $F_0$ ). Le blocage du moment orbital est essentiellement assuré par l'importance de l'intégrale d'échange. Cette grande valeur de l'intégrale d'échange dans les métaux de transition est tout à fait raisonnable ; en effet  $U$  est de l'ordre de 20 eV et  $J$  de l'ordre de 2 à 3 eV dans les atomes, mais d'après la formule (53) les corrélations entre électrons réduisent considérablement la valeur de  $U$  jusqu'à une valeur de l'ordre de 2 à 3 électron-volts dans le métal, alors qu'elles semblent avoir une moins grande influence sur  $J$  qui reste de l'ordre d'un électron-volt.

Enfin, on sait que les impuretés des séries 4d et 5d dans des matrices normales ne sont pas magnétiques, ce qui correspond à la région IV de la figure 11 ou bien aux conditions (54) et (54''). Ce fait expérimental pourrait être expliqué par une plus petite valeur de  $U_{\text{eff}}$  pour ces impuretés et par une demi-largeur supérieure (de l'ordre de 1 à 2 électron-volts).

Cette étude des états liés virtuels  $d$  qui a été développée ces dernières années est très incomplète ici, car nous n'avons discuté que les conditions d'apparition de magnétisme dans le cas des alliages dilués ; cependant notre modèle permet de déterminer dans chaque cas un ordre de grandeur raisonnable de  $\Delta$ ,  $U$  et  $J$ . Nous n'avons pas tenu compte ici du champ cristallin pour les impuretés de transition, mais il ne doit probablement pas avoir beaucoup d'importance, car il est plus petit que la largeur de l'état lié virtuel.

#### 4.3. - ETATS f.

Dans la plupart des cas, les métaux de terres rares ont un nombre entier d'électrons dans la couche interne 4f et on peut les décrire par un modèle ionique (P.G. de Gennes 1962 - Y.A. Rocher 1962). Les atomes de terres rares ont alors le même moment angulaire total que les ions trivalents. Ces