

## T.D. Physique du Solide Master 1

### T.D. # 5

#### Electrons liés dans un réseau plan

a- Construire les trois premières zones de Brillouin du réseau carré (de côté  $a$ ). Déterminer l'énergie de Fermi du gaz d'électrons supposés libres pour  $Z=2$ . Tracer le disque de Fermi correspondant sur le schéma des zones de Brillouin. Quel est le réseau réciproque associé à une structure (3D) cubique faces centrée. Tracez la première zone de Brillouin correspondante.

b- Dans le cas du réseau carré, tracer les relations de dispersion dans les directions  $\Gamma X$ ,  $\Gamma M$  et  $XM$  (où  $X$  et  $M$  sont les nœuds du réseau réciproque de coordonnées  $(\pi/a, 0)$  et  $(\pi/a, \pi/a)$  respectivement). En restant dans l'hypothèse d'une interaction électron - réseau faible, retracer ces courbes de dispersion ainsi que la densité d'état du gaz d'électrons bidimensionnel. Montrer qu'il peut exister deux cas distincts conduisant un à un état isolant et l'autre à un état métallique.

c- On se place désormais dans l'approximation des liaisons fortes pour laquelle l'énergie des électrons de valence obéit à la relation : 
$$E = -\alpha - \gamma \sum_i e^{-i\vec{k}\vec{d}_i}$$

où  $\alpha$  et  $\gamma$  sont deux constantes positives et  $d_i$  relie l'atome situé au centre à ces premiers voisins. Tracer les nouvelles relations de dispersion sur le diagramme précédent pour  $\gamma = \alpha/2 = E_X/8$  (où  $E_X$  est l'énergie des électrons libres au point  $X$ ). Donner l'équation des courbes d'isoénergie et préciser leur forme autour des points  $\Gamma$  et  $M$ . Représenter ces courbes à l'intérieur de la première zone de Brillouin ainsi que les lignes correspondant à  $E = -\alpha$ . Combien d'états sont compris dans la surface délimitée par les lignes  $E = -\alpha$ , en déduire la forme de la surface de Fermi pour un gaz monovalent. Comment serait cette surface pour des électrons libres.