

# T.D. Physique du Solide Master1

## T.D. # 3

### Effet Hall Quantique

On considère un échantillon parallélépipédique soumis à un champ magnétique  $B$  constant (selon Oz) et dans lequel circule un courant  $I_x$ . On mesure la tension de Hall  $V_y$ .

a- Exprimer le rapport  $V_y/I_x$  en fonction de la densité volumique  $n_v$  d'électrons (supposés libres) assurant la conduction. On suppose que  $L_z \ll L_x, L_y$  (films minces), après avoir exprimé la densité d'état du gaz bidimensionnel, reformuler le résultat en fonction de l'énergie de Fermi ( $E_F$ ).

b- En présence du champ magnétique  $B$ , le gaz d'électrons ne peut en fait pas être assimilé à un gaz d'électrons libres mais doit être  $H = \frac{1}{2m} \left( \frac{\hbar}{i} \vec{\nabla} - e\vec{A} \right)^2$  décrit par où  $A$  est le potentiel vecteur associé à  $B$ . On peut alors montrer que l'équation de Schrödinger est équivalente à celle d'un oscillateur harmonique de fréquence caractéristique  $\omega_c = eB/m$ . Quelles sont les énergies propres du système ?

c- En supposant que tous les états initialement compris entre  $E_i$  et  $E_{i+1}$  se condensent dans l'état  $E_i$ , déterminer le nombre de particules  $n$  que peut recevoir chaque niveau d'énergie. Tracer schématiquement la densité d'état en fonction de  $E$ . En déduire l'évolution de Fermi  $E_F$  puis de  $R_H$  (à partir du résultat établi en a-) en fonction de  $1/B$ .

d- On effectue la mesure représentée ci-dessous. A quels niveaux d'énergie correspondent les différents plateaux ?

