b'

a

où b' est le gradient transverse de champ magnétique au voisinage de l'axe z et a est l'espacement entre les axes de deux tubes adjacents . Cette expression est le résultat d'un développement limité à l'ordre 1 en x et y de la somme des contributions des champs magnétiques produits par les 4 tubes [1].

Application numérique : gradient transverse de champ magnétique

Calculons le gradient b' sachant que :
- le courant I dans les tubes de cuivre du guide magnétique peut monter jusqu'à une valeur de $400\,\mathrm{A}$,
- l'espacement entre deux tubes adjacents est $a = 8\,\mathrm{mm}$.

En utilisant le courant maximal, on obtient un gradient transverse de champ magnétique :

$$b' = 1\,\mathrm{kG/cm}\,.$$

Pour comparaison, cette valeur est près de 10 fois supérieure à celles obtenues typiquement dans des pièges de Ioffe-Pritchard pour les expériences de condensation de Bose-Einstein.

Remarque

La puissance dissipée par effet joule dans le guide peut atteindre quelques kilowatts. C'est pourquoi nous utilisons un système de refroidissement à eau. Celle-ci circule dans les tubes. On se reportera à la thèse de T. Lahaye [47] pour avoir des détails sur les contraintes techniques liées à la mise en œuvre de ce guide magnétique dans un environnement ultra-vide.

Piégeage magnéto-statique

Dans les conditions de nos expériences, le potentiel magnétique d'un atome de ^{87}Rb immergé dans un champ $\overrightarrow{B}$ est [54] :

$$U \approx m_F\, g_F\, \mu_\mathrm{B} \left|\overrightarrow{B}\right|, \tag{1.2}$$

où μ_B est le *magnéton de Bohr*, $g_F \approx \frac{(-1)^F}{2}$ est le facteur de Landé de l'état hyperfin de moment angulaire F et m_F est le nombre quantique magnétique de l'atome. Dans toute la suite, nous aurons pour convention de noter :

μ

$$\mu \equiv m_F\, g_F\, \mu_\mathrm{B}\,,$$

le moment magnétique de l'atome dans l'état $|F, m_F\rangle$ considéré. Pour un atome de ^{87}Rb dans l'état $\left|5^2\mathrm{S}_{1/2}, F=1, m_F=-1\right\rangle$, on a $\mu \approx 4{,}64\,\mathrm{J/T}$.

1. L'utilisation de cette expression approchée conduit à faire une erreur inférieure à 0,5% sur le module du champ magnétique pour une distance à l'axe typique de $a/4$. C'est donc une très bonne aprroximation.