

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



N° d'ordre : MAG/.../2013

**MÉMOIRE**

**PRÉSENTÉ A**

**L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE KOUBA-ALGER**

**DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE**

**POUR OBTENIR LE DIPLÔME DE**

**MAGISTER**

**SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE**

**OPTION : PHYSIQUE THÉORIQUE**

**PAR**

**SABER SAAD-ESSAOUD**

**Étude microscopique des corrélations dans les systèmes  
fermioniques finis en brisant la symétrie axiale**

**Soutenu le: 07/03/2013 à 10 h à la salle D**

**Devant la commission d'examen composée de :**

**A.LATEF  
S.KESSAL  
M.IMADALOU  
D.E. MEDJADI**

**Maitre de conférences, ENS-Kouba  
Professeur, USTHB  
Maitre assistant, Université de BLIDA  
Professeur, ENS-Kouba**

**Président  
Examineur  
Examineur  
Rapporteur**

## **Table des matières**

<b>Introduction</b>	01
<b>I.L'approximation de Hartree-Fock</b>	03
I.1 Approximation de particules indépendantes	04
I.1.1 Le modèle en couches	04
I.1.2 Le modèle de Nilsson	05
I.2 L'approximation de Hartree-Fock	06
I.3 Déterminant de Slater	07
I.4 Principe variationnel	08
I.4.1 Principe variationnel de Ritz	08
I.4.2 Principe variationnel approché	08
I.5 Equations de Hartree-Fock	09
I.6 Choix de l'interaction	11
I.6.1 Interaction effective microscopique	11
I.6.2 Interaction effective phénoménologique	11
I.7 Hamiltonien de Hartree-Fock $\hat{h}$	12
I.8 Eléments de matrice de $\hat{h}$	12
I.9 Calcul auto-cohérent de Hartree-Fock	13
<b>II.Les ellipsoïdes de type-S dans un formalisme deHF</b>	15
II.1 Symétries et fonctions d'onde propres	16
II.1.2 Fonctions d'onde de l'oscillateur harmonique à symétrie axiale	16
II.1.3 Symétries du Hamiltonien	17
II.2 Fonctionnelle énergie et hamiltonien de Skyrme	19
II.3 Densités locales	20
II.3.1 Densités indépendantes du spin	24
II.3.2 Densités dépendantes du spin	24
<b>III.Les Corrélations d'appariement</b>	27
<b>III.1 l'approximation BCS</b>	30
III.1.1 Insuffisance de l'approximation de Hartree-Fock	31
III.1.2 Approximation de Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS)	31
III.1.3 Transformation de Bogoliubov-Valatin	35
III.1.4 Détermination de l'intensité de la force de séniorité	36
<b>III.2 L'approximation HTDA</b>	38
III.2.2 Principe de la méthode HTDA	38
III.2.3 Formalisme HTDA	38
III.2.4 L'interaction	39
III.2.5 Construction de la base $ n_p n_h\rangle$	41
III.2.6 Les troncations dans l'approche HTDA	42
III.2.7 La symétrie par rapport au renversement du temps	43
III.2.8 Calcul des éléments de matrice	44
III.2.8.1 Les éléments diagonaux	47
III.2.8.2 Les éléments non diagonaux	47

## Table des matières

---

III.2.8.3 Diagonalisation	48
III.2.9 Calcul auto-cohérent	49
<b>III.3 Symétries et corrélations</b>	<b>51</b>
III.3.1 Inclusion de corrélations par brisure de symétries	51
III.3.2 La déformation et l'appariement	51
III.3.2.1 Description des noyaux déformés	51
III.3.2.2 Corrélations d'appariement	51
III.3.3 Brisure de la symétrie de signature	52
<b>VI Résultats et discussion</b>	<b>55</b>
VI.1 comparaisons entre le code axial et le code triaxial	56
VI.2 comparaisons entre le traitement HTDA et HTDA <sub>np</sub>	66
VI.3 conclusion	69
<b>ANNEXES</b>	<b>73</b>
<b><i>BIBLIOGRAPHIE</i></b>	<b>84</b>

# Etude microscopique des corrélations dans les systèmes fermioniques finis en brisant la symétrie axiale

Par

**SAAD-ESSAOUUD Saber**

**Discipline : PHYSIQUE**

**Option : PHYSIQUE THEORIQUE**

## Résumé

Parmi les méthodes qui sont utilisées dans l'étude microscopique des noyaux atomiques il y a l'approximation de Hartree-Fock. Dans cette approche la fonction d'onde de l'état fondamental du noyau est recherchée sous la forme d'un déterminant de Slater construit à partir des fonctions d'onde individuelles des nucléons dans le cadre de l'approximation de particules indépendantes.

La méthode de Hartree-Fock-Bogoliubov (HFB) permet de prendre en compte les corrélations d'appariement à partir de la fonction d'onde de HF de l'état fondamental du noyau. Le traitement de l'appariement à la "BCS" (Bardeen-Cooper et Schrieffer) ne conservant pas le nombre de particules pour cela on applique la méthode HTDA ou « Higher-Tamm-Dancoff Approximation ». Cette approche fournit une description simple et une interprétation claire des corrélations au-delà du champ moyen dans une approche de type Modèle en Couches tronqué.

Dans le dernier chapitre nous présentons les différents résultats que nous avons obtenus par l'application du traitement HTDA axial et sa comparaison avec le traitement HTDA triaxial aux noyaux légers  $^{56}\text{Ni}$  et  $^{68}\text{Se}$ , et l'application de la méthode HTDA sans et avec les corrélations d'appariement neutrons- protons et on compare les résultats obtenus aux résultats expérimentaux.

## ملخص:

من بين الطرق المستعملة في الدراسات المجهرية للأنوية الذرية نجد تقريب هارترى- فوك ، ففي هذا التقريب تكتب الدالة الموجية للحالة الأساسية للنواة من خلال محدد Slater الذي يبنى على الدالات الموجية الفردية للنكليونات في إطار مايسمى بتقريب الجسيمات الحرة.

أما طريقة HFB فهي تأخذ بعين الاعتبار الإرتباطات الزوجية للنكليونات من خلال الدوال الموجية لهارتيهوك في الحالة الأساسية للنواة. في معالجة التزاوج بطريقة BCS يظهر عدم انحفاظ الجسيمات وعليه فإننا سنلجأ إلى تطبيق طريقة أخرى تسمى بـ HTDA حيث أن هاته الطريقة تعطي وصف بسيط وتفسير واضح للإرتباطات الزوجية داخل حقل نووي .

في عملنا هذا وضحنا مختلف النتائج المتحصل عليها عن طريق عن تطبيق طريقة HTDA axial ومقارنة نتائجها بالمتحصل عليها من طريقة HTDA triaxial وكذلك تم تطبيق طريقة HTDA triaxial بدون ادخال الارتباطات الزوجية ومقارنتها مع النتائج المتحصل عليها بإدخال الارتباطات الزوجية.

**Directeur de thèse : MEDJADI, Djamel Eddine, Professeur à l'Ecole Normale Supérieure de Vieux-Kouba.**