



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique  
**Université Larbi Tébessi - Tébessa-**  
*Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la  
Nature et de la Vie*  
Département : Sciences de la Matière



N d'ordre :.....

Série :.....

## THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER**

Option : *Physique de la Matière Condensée*

## THÈME

# Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur de Dirac unidimensionnel

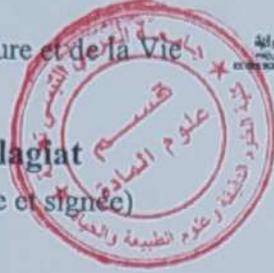
Présenté par :

*Brahmi warda et Chrayett oumaïma*

*Devant le jury*

ABDELMALEK BOUMALI	<b>RAPPORTEUR</b>	<i>Université Larbi-Tébessi, Tébessa</i>
TAG MOUHAMED AMINE	<b>PRÉSIDENT</b>	<i>Université Larbi-Tébessi, Tébessa</i>
BOUGROURA HAMZA	<b>EXAMINATEUR</b>	<i>Université Larbi-Tébessi, Tébessa</i>

Date de Soutenance : 15 Septembre 2020



**Déclaration sur l'honneur de non-Plagiat**  
 (À joindre obligatoirement au mémoire; Remplie et signée)

Nous soussignons

Nom, prénom: Warda Brahim & Jumaina Enayette

N° de carte d'étudiant: (1) 2015 34029542 (2) 2015 34 0292 69

Régulièrement inscrits (es) en **Master** au **Département Sciences de la Matière**

Année universitaire: 2019/2020

Domaine: **Sciences de la matière**

Filière: **Physique**

Spécialité: Physique de la matière condensée

Intitulé du mémoire: des propriétés superstatistique de  
 l'électron de Dirac unidimensionnel

Attestons que notre mémoire est un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Nous certifions également que nous n'avons ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article, ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Sanctions en cas de plagiat prouvé:

Les étudiants seront convoqués devant le conseil de discipline, les sanctions prévues selon la gravité du plagiat sont:

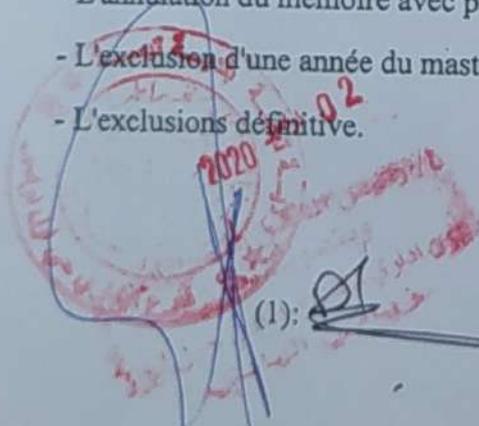
- L'annulation du mémoire avec possibilité de le refaire sur un sujet différent.
- L'exclusion d'une année du master.
- L'exclusions définitive.

Fait à Tébessa, le: 02-11-2020

Signature des étudiants (es):

(1):

(2):





Université Larbi Tébessi- Tébessa

Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie

Département ..... *sci, pds* .....

Filière : *Physique* .....

Spécialité : *physique de condensée* .....

Année universitaire 2019/2020



## Formulaire de levée de réserves après soutenance d'un Mémoire de Master

### Données d'identification du candidat (e) :

Nom et prénom du candidat : *B. Natimiwarda et Chuayotte* .....

Intitulé du Sujet : *Dumaina*  
*des propriétés superstatistiques de*  
*Péscillation de Dirac unidimensionnel.* .....

### Données d'identification du membre de jury :

Nom et prénom : *TAG Mohamed Amie* .....

Grade : *M.C.A* .....

Lieu d'exercice : Université Larbi Tébessi- Tébessa

Vu le procès-verbal de soutenance du mémoire sus citée comportant les réserves suivantes :

*R.A.S*

Et après constatation des modifications et corrections suivantes :

*R.A.S*

Je déclare en ma qualité de président de jury de soutenance que le mémoire cité remplit toutes les conditions exigées et permet au candidat de déposer son mémoire en vue de l'obtention de l'attestation de succès.

Le *02/01/2020* .....

Président de jury de soutenance : (Nom/Prénom et signature)

© *Mémoire effectué au*  
*Laboratoire de Physique Appliquée et Théorique*



# **Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur de Dirac unidimensionnel**

*Warda Brahmi et Quiama Cherait*

30 octobre 2020

---

## ملخص

في هذا العمل قمنا بدراسة الخواص الفائقة الاحصائية للهزاز التوافقي و هزاز ديراك. في بادئ الأمر قمنا بدراسة هذه الخواص للهزاز التوافقي أحادي البعد عن طريق ايجاد دالة القسمة لهذا الهزاز. ثم بعدها طبقنا نفس الشيء للهزاز ديراك أحادي البعد.

---

## Abstract

In this note we study the statistically hyperparameters of the harmonic vibration and the Dirac vibration. First we study these properties of a one-dimensional harmonic vibrator by finding the division function for this one. Then we applied the same thing to the one-dimensional Dirac vibrator

---

## RÉSUMÉ

Dans ce travail, nous étudions les propriétés superstatistiques des deux oscillateurs Harmoniques et de Dirac. Nous étudions d'abord les propriétés d'un oscillateur Harmonique unidimensionnel par la recherche de la fonction de partition. Ensuite, dans le même contexte, nous étendons l'étude au cas de l'oscillateur de Dirac unidimensionnel.

---

## *Dédicace*

*À ma chère mère ,  
À mes frères ,  
À l'âme de mon père et de mon grand-père,  
À ma famille ,  
À tout mes amis ,  
À tout mes collègues ,  
À mes chères amis (Meriem, Fatma et Manel) ,  
À tout mes enseignants*

*Je dédie cet humble travail.*

---

## Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un projet de fin d'études, pour obtenir le diplôme de master en physique de la Matière condensée à l'université de Larbi Tébessi-Tébessa-. Avant tout, je remercie ALLAH tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail. Et d'une façon toute particulière, j'adresse mes sincères remerciements à ma chère mère qui ma soutenu dans toutes les parties de ma vie et m'a donné la force et le courage d'atteindre tout cela moi-même.

Je tiens à remercier mon encadreur le Professeur Abdelmalek Boumali pour m'avoir proposer mon sujet qui est aussi intéressant et riche. Je suis très reconnaissant tout particulièrement pour la confiance qu'il m'a témoignée et la liberté qui m'a laissé. J'exprime mes remerciements à Tag Mouhamed Amine, Maître de Conférences A à l'Université de Larbi-Tébessi -Tébessa-, pour l'honneur qu'il me fait en présidant le jury de mon mémoire. Je remercie vivement Bougroura Hamza, Maître de Conférence B à l'Université de Larbi-Tébessi -Tébessa-, qui a accepté d'être examinateurs de cet mémoire. Nous tenons également à exprimer notre gratitude aux nombreuses personnes qui nous ont apporté leur aide précieuse avec beaucoup de gentillesse.

Nous remercions aussi tous ceux, tout au long de ces années d'études, nous ont encadré, observé, aidé, conseillé et même supporté. Enfin, on souhaite exprimer toute notre gratitude à l'ensemble des personnes, qui bien en marche de ce travail, ont contribué largement à son aboutissement. Que ce soit depuis toujours, depuis plusieurs années ou quelques mois seulement, nombreux sont ces et ceux qui ont participé à notre épanouissement. On les remercie sincèrement.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>ملخص</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ii</b>
<b>RÉSUMÉ</b>	<b>iii</b>
<b>DÉDICACE</b>	<b>iv</b>
<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>v</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>viii</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>ix</b>
<b>LISTE DES SYMBOLES</b>	<b>2</b>
<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>1 Bref Aperçu sur les équations relativiste</b>	<b>5</b>
1.1 L'équation de Klein-Gordon . . . . .	5
1.1.1 Le quadri-courant $J^\mu$ . . . . .	7
1.2 L'équation de Dirac . . . . .	8

1.2.1	Le quadri-courant $J^\mu$ . . . . .	10
<b>2</b>	<b>Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur Harmonique à une dimension</b>	<b>12</b>
2.1	Superstatistique . . . . .	12
2.1.1	Bref aperçu . . . . .	12
2.1.2	Choix de la fonction $f(\beta)$ . . . . .	14
2.2	Les solutions propres de l'oscillateur Harmonique à une dimension . . .	18
2.3	Les propriétés thermodynamiques de l'oscillateur Harmonique à 1D . . .	20
2.3.1	L'approche de la fonction Zeta . . . . .	20
2.3.2	La fonction de partition exacte . . . . .	21
2.4	Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur Harmonique à 1D . . . .	23
2.5	Résultats et discussions . . . . .	24
2.6	Programme en langage Python . . . . .	28
<b>3</b>	<b>Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur de Dirac à une dimension</b>	<b>33</b>
3.1	Les solutions exactes de l'oscillateur de Dirac à une dimension . . . . .	33
3.2	Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur de Dirac unidimensionnel via l'approche de la fonction Zeta . . . . .	35
3.2.1	Les propriétés statistiques ordinaires . . . . .	36
3.2.2	Les propriétés superstatistiques . . . . .	37
3.2.3	Résultats et discussions . . . . .	40
3.3	Programme en langage Python . . . . .	46
	<b>Conclusion</b>	<b>50</b>
	<b>ANNEXES</b>	<b>51</b>
.1	Définition du langage Python . . . . .	51
.2	Définitions des dérivées . . . . .	52
.2.0.1	Dérivée avant (Forward derivative) : . . . . .	52
.2.0.2	Dérivée arrière (Backward derivative) : . . . . .	52

.2.0.3	Dérivée centrale (Central derivative) : . . . . .	52
<b>Bibliographie</b>		<b>54</b>

LISTE DES TABLEAUX

Table

Page

## LISTE DES FIGURES

Figure	Page
2.1 Superstatistique . . . . .	13
2.2 Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur harmonique uni-dimensionnel : en considère uniquement un seul pole pour la fonction $\Gamma$ . . . . .	26
2.3 Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur harmonique uni-dimensionnel : en considère uniquement deux pôles pour la fonction $\Gamma$ . . . . .	27
3.1 Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur de Dirac à une dimension pour $r = 0.001$ . . . . .	41
3.2 Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur de Dirac à une dimension pour $r = 0.1$ . . . . .	42
3.3 Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur de Dirac à une dimension pour $r = 2$ . . . . .	43
3.4 Les propriétés superstatistiques de l'oscillateur de Dirac à une dimension pour $r = 4$ . . . . .	44