

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N d'ordre : MAG/.../2007

MEMOIRE

PRESENTE A

L'ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE KOUBA -ALGER
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

MAGISTER

SPECIALITE : PHYSIQUE DES PARTICULES ET DES CHAMPS

PAR

TOUMI OUAHIBA

**CONSTRUCTION DE LA S.Q.E.D. N=1 DEFORMEE DANS LE
SUPERESPACE EUCLIDIEN**

Soutenu publiquement le 18-06-2007

Devant la commission d'examen:

Mr B.SAAD ALLAH Professeur, ENS..... Président
Mr S.KOUADIK Maître de conférence, MEDEA.....Directeur de thèse
Mr M.LADREM Professeur, ENS.....Examineur
Mr N.MEBARKI Professeur, CONSTANTINE.....Examineur

Table des matières

1	INTRODUCTION	3
2	SUPERSYMETRIE N=1	10
2.1	Algèbre de superPoincaré N=1	11
2.2	Représentation de la supersymetrie de Poincaré	12
2.2.1	Représentation massive	13
2.2.2	Representation de masse nulle $P^2 = 0$	14
2.3	Realisation de la supersymetrie en termes de champs	16
2.3.1	Supermultiplet de matière $N = 1$	16
2.3.2	Supermultiplet de Jauge $N = 1$	17
2.4	Superespace $N = 1$ et superchamps	19
2.4.1	Superespace réel	19
2.4.2	Le superespace chiral (chiral gauche)	21
2.4.3	Le superespace antichiral (chiral droit)	22
2.5	Superchamp $N = 1$	23
2.5.1	Superchamp chirale	25
2.5.2	Superchamp antichirale	26
2.5.3	Superchamp vectoriel	28
2.6	Théories supersymétriques	33
2.6.1	Modèle de Wess-Zumino:	33
2.6.2	Theorie de jauge abelienne	35
2.6.3	Theorie de jauge non abelienne	36
2.6.4	Transformation de jauge des composantes des superchamps	39
2.6.5	Transformation supersymetrique des composantes des superchamps	41
	Bibliographie	46

	2
3 Supersymetrie non commutative N=1	47
3.1 Quantification de Weyl et produit star.	49
3.2 Groupes et Algèbres non commutatifs :	50
3.3 Théorie de Jauge pure :	51
3.4 Champ de matière :	53
3.5 Théories supersymétriques déformées et superespace noncommutatifs	54
3.5.1 Produit Superstar	55
3.6 Supersymétrie déformée	57
3.6.1 Deformation nilpotente de la supersymetrie N=1	58
3.6.2 Modèle de Wess Zumino déformé	60
3.6.3 Théorie de Yang-Mills supersymétrique déformée N=1	61
3.6.4 Déformation nilpotente de la supersymétrie N=1 dans le superespace de Minkowski	67
4 Electrodynamique quantique supersymetrique -SQED	70
4.1 Electrodynamique quantique QED.	71
4.2 La SQED commutative	73
4.3 Deformation du lagrangien de la SQED	78
4.4 Transformation de symetrie déformé dans le formalisme de superchamps	82
4.4.1 Transformations de jauge déformées	82
4.4.2 Transformations de supersymetrie déformées	86
5 Conclusion	90
A Notation et propriétés	92
A.1 Notation algebrique	92
B Superespace commutatif	95
C Superespace non anticommutatif	100
Bibliographie	102

Résumé

La supersymétrie est une symétrie entre fermion et boson. A chaque particule est associée une superparticule de même charge et de même masse mais de spin différent d'une demi unité. Pour les particules matériels les superparticules associées sont dénommées par le même nom précédé par un préfixe « S », exemple à l'électron est associé une particule bosonique, baptisée sélectron. Tandis que pour les particules de jauge on ajoute le suffixe « ino », exemple, la particule associée au photon s'appelle photino.

Dans ce mémoire, on a présenté la supersymétrie non commutative, on a élaboré un modèle de la théorie électrodynamique quantique supersymétrique non commutatif $N=1$ S.Q.E.D.N., dans l'espace Euclidien afin de préserver l'associativité, par le biais du produit de Moyal Weyl (produit star).

Le mémoire est scindé en quatre chapitres :

Le premier chapitre est consacré à l'introduction

Dans le chapitre suivant, on a présenté la supersymétrie $N=1$. On a exposé la superalgèbre correspondante ainsi que sa représentation massive et non massive. Par la suite on a donné sa réalisation en terme de champs. Aussi, on est passé en revue par les différents superspaces $N=1$, sur lesquels la supersymétrie peut être formulée hors couche de masse. En outre, on a présenté le modèle de Wess-Zumino et les théories supersymétriques de Jauge abélienne et non abélienne.

Dans le troisième chapitre, on a étudié la déformation de la supersymétrie $N=1$, en particulier on s'est intéressé à la géométrie non commutative. En effet, On a donné succinctement quelques notions de la non commutativité de l'espace temps. On a rappelé la prescription de Weyl qui permet la correspondance d'un opérateur formulé sur l'espace non commutatif avec une fonction classique formulée sur l'espace commutatif. Par la suite on a discuté des groupes unitaires $U(n)$ au cas non commutatif notés par $U^*(n)$ est celle donnée par les matrices $n \times n$. Cela assujettit à d'énormes contraintes la définition de champs de matière. Par la suite, on a traité la déformation de la supersymétrie. On note qu'il existe plusieurs façons de procéder à la déformation, selon qu'on cherche à préserver la supersymétrie ou la chiralité. Ensuite, on a exposé le modèle de Wess-Zumino déformé, ainsi que la théorie de Yang-Mills déformée, développée par Seiberg.

Dans le chapitre quatre, on a procédé à la déformation nilpotente de la Q.E.D. Supersymétrique $N=1$, dans le superspace Euclidien, afin de préserver l'associativité. Cette dernière préserve la symétrie chirale gauche et brise la symétrie antichirale ou droite. On a déformé le Lagrangien de la S.Q.E.D. commutative en substituant le produit normal par le produit star. Ce lagrangien contient en plus du lagrangien de la S.Q.E.D. commutative des termes d'interactions entre les champs de la théorie proportionnels à la constante de déformation C . Ces termes sont responsables de la brisure de supersymétrie droite \overline{Q} . Et enfin on a établi les transformations de supersymétrie déformées ainsi que celle de Jauge.

المخلص:

(, يملك نفس الشحنة و نفس الكتلة، و لكن اللف يكون مختلفا بنصف $Superparticle$ التناظر الفائق هو لا شيء آخر، غير تناظر بين فرميون و بوزون. كل جسيم يرافقه جسيم فائق) يرافقه جسيم بوزوني، يسمى سالكترون $Electron$ ، مثلا، الإلكترون (كوحدة. بالنسبة للجسيمات المادية، الجسيمات الفائقة الموافقة لها، تحمل نفس الاسم مسبقا ببادئة " $Photino$ ، و كمثال، الجسيم المرافق للفوتون، يدعى فوتينو (ino ، فضيف اللاحقة " $Jauge$). أما بالنسبة لجسيمات $Selectron$ ($Euclidian$)، في فضاء اقليدس $S.Q.E.D.N$ في هذه المذكرة، قدمنا التناظر الفائق غير التبدلي، و قد اعتبرنا نمودجا لنظرية الإلكتروديناميكا الكمية فائقة التناظر غير التبدلية ($Produit star$) (الجداء النجمي- $Weyl Moyal$) لأجل حفظ التجميع، بواسطة جداء $espace$ تم إنجاز عمل المذكرة، وفق أربعة فصول:

◀ **الفصل الأول:** كان كمقدمة للموضوع.

◀ **الفصل الثاني:** قدمنا فيه التناظر الفائق $N = 1$ ، حيث قمنا بطرح الجبر الفائق ($Superalgèbre$) المرافق، و تمثيله و كذا تحقيقه بدلالة الحقول، لكي نرى بعده مختلف الفضاءات الفائقة ($Superspace$) $N = 1$ و على أي تناظر فائق يمكن أن تتم صياغتها. بالإضافة إلى أننا تطرقنا إلى نمودج $Wess Zumino$ و نظريات التناظرات الفائقة المعيارية الأبيلية و غير الأبيلية.

◀ **الفصل الثالث:** درسنا من خلاله، تشويه التناظر الفائق $N = 1$ ، و اهتمنا بصفة خاصة بالهندسة غير التبدلية، كما قدمنا بعض مفاهيم اللاتبدال لفضاء زمن. كما ذكرنا بوصف $Weyl$ الذي يسمح بارفاق مؤثر مصاغ في فضاء غير تبدلي بدالة كلاسيكية مصاعغة في فضاء تبدلي. و فيما بعد، قمنا بمناقشة المجموعات الواحدية $U(n)$ في الحالة غير التبدلية المشار إليها بالرمز $U^*(n)$ و المعطاة بالمصفوفات $n \times n$. هذا ما يخضع تعريف الحقول المادية لعدة قيود. كما تطرقنا إلى تشويه نظريات التناظرات الفائقة. و قد لاحظنا بأنه يوجد عدة طرق للتشويه، بحيث نحافظ على التناظر الفائق أو الكيرالية. بعدها قمنا بعرض نمودج $Wess Zumino$ المشوه و نظرية $Yang-Mills$ المشوهة المدروسة من طرف $Seiberg$.

◀ **الفصل الرابع:** يعتبر لب هذه المذكرة، فقد اهتمنا فيه بتشويه النيلبوتوني ($nilpotente$) للإلكتروديناميكا الكمية (QED)، ذات التناظر الفائق $N = 1$ في فضاء اقليدس مع حفظ خاصية التجميع. هذه الأخيرة، تحافظ على التناظر الكيرالي اليساري، و تكسر التناظر ضد الكيرالي أو اليميني. لقد قمنا بتشويه دالة $Lagrange$ ل $S.Q.E.D$ التبدلية عن طريق الجداء النجمي. و بالاستنتاج، فإن دالة $Lagrange$ تحتوي أطرافا أكثر، هذه الأخيرة هي نتيجة تفاعلات حقول النظرية، المتناسبة مع ثابت التشويه C . هذه الأطراف هي المسؤولة عن كسر التناظر الفائق اليميني \overline{Q} . و في الأخير أسسنا تحويلات التناظر الفائق و التحويلات المعيارية المشوهة.