

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



N° d'ordre : MAG /.../2008

MEMOIRE

PRESENTE A

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

POUR OBTENIR LE DIPLOME DE

MAGISTER

SPECIALITE : PHYSIQUE

OPTION : PHYSIQUE DE LA MATIERE CONDENSEE

PAR :

Melle BOUDHAR KARIMA

**Etude de paramètres physiques susceptibles d'être affectés
par les transitions dans $K_{1-x}Rb_xAlF_4$.**

Soutenu le : 29 juin 2008

Devant la commission d'examen composée de :

Mr D. BRADAI	Professeur (USTHB)	Président
Mr M. DEBIECHE	Maître de Conférences (ENS)	Promoteur
Mr A. ZEGHDAOUI	Professeur (ENS)	Examineur
Melle B. ALILI	Maître de Conférences (USTHB)	Examineur
Mr M. OLDACHE	Chargé de Cours (ENS)	Examineur

SOMMAIRE

INTRODUCTION

CHAPITRE I : Structures et transitions de phase des tétrafluoroaluminates



I.1 Structure idéale des tétrafluoroaluminates $AAlF_4 (A=Ti, Rb, K)$	3
I.2 Structures et transitions de phase des tétrafluoroaluminates.....	4
I.2.1. Transitions dans $RbAlF_4$	4
I.2.2. Transitions dans $KAlF_4$	4
I.2.3. Transitions dans les composés mixtes $K_{1-x}Rb_xAlF_4$	6
I.2.3.1. Structures de phase II des composés mixtes $K_{1-x}Rb_xAlF_4$	9
I.2.3.2. Structures de phase III des composés mixtes $K_{1-x}Rb_xAlF_4$	9
I.2.3.3. Structures de phase IV des composés mixtes $K_{1-x}Rb_xAlF_4$	10
I.3. Propriétés dynamiques des tétrafluoroaluminates	13
I.3.1. Spectre de phonon et modes mous de $RbAlF_4$	13
I.3.2. Spectre de phonon et modes mous de $KAlF_4$	13

CHAPITRE II : DYNAMIQUE DU RESEAU ET PROPRIETES ELASTIQUE

II.1. Dynamique du réseau	16
II.1.1. Introduction	16
II.1.2. Equation du mouvement.....	16
II.2. Propriétés élastiques	21
II.2.1 Propagation d'ondes ultrasonores et constantes élastiques	21
II.2.1.1 Théorie de l'élasticité : Loi de Hooke.....	21
II.2.1.2 Relation fondamentale de la dynamique et équation de mouvement.....	22
II.2.2. Détermination des modes propres.....	23
II.3. Recherche des vitesses de propagations et des polarisations de la matrice de CHRISTOFFEL Γ_{ij}	24

**CHAPITRE III : ETUDE DANS LA CADRE DE LA THEORIE DE LANDAU DES
TRANSITIONS DE PHASES DU COMPORTEMENT DES
CONSTANTES ELASTIQUES EN FONCTION DE LA
TEMPERATURE DU COMPOSE MIXTE $K_{1-x}Rb_xAlF_4$**

III.1. Généralités sur la théorie de LANDAU.....	29
III.1.1. Définition	29
III.1.1.1. Transitions de premier ordre	29
III.1.1.2. Transitions de second ordre	29
III.1.2. Paramètre d'ordre.....	29
III.1.3. Développement de l'énergie libre.....	30
III.1.4. Transitions de second ordre.....	30
III.1.4.a. La chaleur latente.....	32
III.1.4.b. La chaleur spécifique.....	33
III.1.4.c. La susceptibilité de haute fréquence χ_T (susceptibilité isotherme).....	33
III.1.5. Transitions de premier ordre	34
III.1.6. Couplage élastique.....	38
III.2. Recherche de l'énergie libre par des considérations de symétrie.....	39
III.2.1. Introduction.....	39
III.2.2. Energie libre du composé mixte $Rb_xK_{1-x}AlF_4$ de symétrie $P_{4/mbm}$.....	41
III.2.3. Diagramme de phase.....	48
III.2.4. Estimation des paramètres dans le cas de $Rb_xK_{1-x}AlF_4$.....	54
III.2.5. Energie élastique.....	57
III.2.5.1 Recherche des vecteurs propres et des valeurs propres	57
III.2.5.2 Opérateur de projection et vecteurs propres.....	60
III.2.6. Energie de couplage.....	63
III.3 Comportement élastique au cours de la transition phase (II \rightarrow III).....	64
III.4. Evolution des constantes d'élasticité en fonction de la température.....	69
III.5. Comparaison entre et les résultats obtenus dans le cadre du modèle proposé et les résultats expérimentaux.....	74
Conclusion.....	83
Bibliographie.....	84

INTRODUCTION

Ce travail s'inscrit dans le cadre de plusieurs études effectuées sur les tétrafluoroaluminates $AAlF_4$ ($A = Tl, Rb, K, K_{1-x}Rb_x$), ces matériaux sont quasi-bidimensionnels de type pérovskite en couches.

L'intérêt de telles études réside dans le fait que ces matériaux ayant à haute température une symétrie élevée, subissent en fonction de la température une grande variété de changements de phases structuraux displacif, ordre - désordre et martensitique.

Les composés $RbAlF_4$ et $KAlF_4$ isostructuraux à température ambiante, présentent à basse température des comportements tout à fait différents. $RbAlF_4$ subit une transition de phase displacive mettant en jeu des rotations d'octaèdre AlF_6 alors que la transition dans $KAlF_4$ provient d'un glissement des couches d'octaèdres, cette transition est destructive de type martensitique.

Les premières études sur les composés mixtes $Rb_xK_{1-x}AlF_4$ dont l'objectif est de chercher à mieux comprendre l'origine de la transition martensitique du composé pur, ont été effectuées par Mockrin puis reprises par C. Launay, qui a mis en évidence pour x supérieur à 0,02 l'existence d'une nouvelle phase (transition quasi-réversible) précédant la transition de phase destructive.

Toutes ces transitions sont ferroélastiques, de tel sorte qu'elles doivent affecter les propriétés élastiques. Une première investigation des constantes élastiques des composés purs et mixtes a été effectuée par M. Debieche.

Notre travail a consisté à poursuivre ces études dans le composé mixte $K_{1-x}Rb_xAlF_4$ tel que $x = 0,06$, interpréter les résultats expérimentaux obtenus et prévoir théoriquement quelles constantes élastiques sont susceptibles d'être affectées par les transitions dans le cadre de la théorie de Landau des transitions de phases.

Le chapitre (I) de ce mémoire est consacré aux propriétés structurales et vibrationnelles des tétrafluoroaluminates $AAlF_4$ ($A = Tl, Rb, K, K_{1-x}Rb_x$), le chapitre (II) concerne des rappels théoriques de dynamique du réseau et propriétés élastiques, et dans le chapitre (III) une étude théorique dans le cadre du modèle de Landau du comportement des constantes élastiques en fonction de la température au cours des transitions du composé mixte $Rb_xK_{1-x}AlF_4$.