

République Algérienne Démocratique Populaire Ministère de
l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun – Tiaret



Faculté des Sciences de la Matière
Département de Physique

Mémoire

Présenté par :

BELHEZIEL Nadia

Pour obtenir le diplôme de

Master

Filière : Physique

Spécialité : Physique des Matériaux

Thème :

Etude expérimentale des propriétés physiques d'un
alliage AlSbO_4

Soutenu le : 04 /07/2019

Devant le jury :

Mr. HADJ ZOUBIR.N	Grade Professeur	Président
Mr. BENRABAH.B	Grade Professeur	Examineur
Mr. KADARLA	Grade Professeur	Encadrant

Année Universitaire : 2018/2019



DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

✓ *A ma mère et mon père.*

✓ *A mes sœurs.*

✓ *A mes frères.*

✓ *A mon encadreur.*

✓ *A tout la famille.*

✓ *A tous mes amis.*

REMERCIEMENTS

Je remercie avant tout ALLAH l'Elevé le plus Puissant qui m'a offert la volonté et la santé et m'a aidé à réaliser et accomplir ce travail.

*J'adresse mes vifs remerciements à mon Encadreur **Mr. KADARI AHMAD** pour m'avoir constamment guidé tout long de mon projet et pour les précieux conseils qu'ils m'ont donnés, et pour leurs serviabilités, leurs disponibilités et leurs conseils constructifs.*

*Je tiens à remercier, le président de jury, **Mr : HADJ ZOUBIR.N** et l'examineur, **Mr : BENRABAH.B** pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant de juger ce travail.*

Je tiens à remercier l'équipe de formation de 2^{eme} année master physique des matériaux sans oublier l'équipe des techniciens du laboratoire de chimie pour leur aide et laboratoire de Génie Physique, Université Ibn Khaldoun-Tiaret et a toutes les enseignants et les membres administrât ifs du Faculté de Science de la Matière.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Table des matières

Introduction générale	1
CHAPITRE I : Généralités sur les alliages	
I.1 Introduction.....	2
I.2. Les Alliages.....	2
I.3. Les solutions solides.....	2
I.4. Types des alliages.....	5
I.4.1. Alliage binaire.....	5
I.4.2. Alliage ternaire.....	5
I.4.3. Alliage quaternaire.....	6
I.5. Les propriétés physiques et chimiques des alliages	6
I.5.1. Les propriétés électroniques.....	6
I.5.2. Propriétés optiques.....	7
I.5.3. Phénomènes d'absorption.....	7
I.5.4. Diagrammes de solidification des alliages binaires.....	7
I.6. Dopage des alliages.....	8
I.6.1. Dopage type N.....	8
I.6.2. Dopage type P.....	9
I.7. Applications des alliages binaires.....	9
CHAPITRE II : Mode d'élaboration et techniques de caractérisations	
II.1. Introduction	10
II.2. Les techniques de dépôt en vapeur.....	10
II.2.1. Les techniques PVD.....	10
II.2.2. Les techniques CVD.....	10
II.3. Le procédé Sol-gel.....	11
II.3.1. Principe du procédé Sol-gel.....	11
II.3.2. La transition Sol-gel.....	12
II.3.3. Les précurseurs chimiques	13
II.3.4. Paramètres influençant la cinétique des réactions.....	15
II.3.4.1. La température.....	15
II.3.4.2. Le choix de l'alcoxyde et de sa concentration.....	15

II.3.4.3. Le solvant et la dilution.....	15
II.3.4.4. pH du sol	16
II.3.5. Avantages et inconvénients du Sol-gel.....	16
Partie B : Techniques de caractérisations	
II.4. Techniques de caractérisations.....	18
II.4.1. Diffraction des rayons X (DRX).....	18
II.4.1. 1.Principe.....	18
II.4.2. Spectroscopie FT-IR.....	19
II.4.2.1. Principe.....	19
CHAPITRE II : Résultats et discussion	
III.1. Introduction	21
III.2. Mode d'élaboration.....	21
III.2.1. Préparation de la solution.....	21
III.2.2. Préparation de la poudre.....	23
III.2.2.1. Séchage.....	23
III.2.2.2. Calcination.....	24
III.3. Résultats expérimentaux.....	25
III.3.1. Analyse par spectroscopie FT-IR.....	25
III.3.2. Analyse par la diffraction des rayons X (DRX).....	26
III.3.2.1. Détermination de la taille de particule.....	28
Conclusion générale	30
Références bibliographiques	

Liste des figures

Figure I-1	Les cas possibles des solutions solides.	4
Figure I-2	Les différents systèmes des solutions solides.	4
Figure I-3	Structure de bande fondamentale des semi-conducteurs : a) gap direct b) gap indirect.	6
Figure I-4	Phénomène d'absorption.	7
Figure I-5	Les semi-conducteurs extrinsèques type N.	8
Figure I-6	Les semi-conducteurs extrinsèques type P.	9
Figure II-1	Principe du procédé Sol-gel	12
Figure II-2	La transition Sol-gel.	13
Figure II-3	Réactions Sol-gel (hydrolyse et condensation).	14
Figure II-4	Différents assemblages possibles des amas polymériques. suivant le type de catalyse.	16
Figure II-5	Diffractomètre a rayon X.	18
Figure II-6	Spectroscopie Infrarouge de marque Alpha Bruker (FTIR-8400).	19
Figure II-7	Schéma de principe de fonctionnement de FT-IR.	20
Figure III-1	Protocole d'élaboration du AlSbO_4 .	22
Figure III-2	Solution du Sb_2O_3 .	23
Figure III-3	Solution finale du AlSbO_4 .	23
Figure III-4	Solidification du gel, (a) gel, (b) poudre.	24
Figure III-5	Poudre de AlSbO_4 avant calcination.	24
Figure III-6	Poudres du AlSbO_4 calcinées.	25
Figure III- 7	Variation de la transmittance (T) en fonction du nombre d'onde(σ) pour AlSbO_4 .	26

Liste des tableaux

Tableau I-3	La liste de certains semi-conducteurs.	5
Tableau III-1	Groupements fonctionnels de la poudre AlSbO_4 .	26
Tableau III-2	Paramètres cristallographiques calculés à partir du spectre DRX.	29

Introduction générale

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de graduation (chimie) au département de physique, faculté des sciences de la matière à l'université ibn khaldoun de Tiaret.

Depuis plusieurs années, une forte activité de recherche se développe sur les alliages aluminium/antimoniures (AlSb) motivée par la possibilité d'étendre la gamme d'utilisation des composants optoélectroniques et électroniques par rapport aux autres composés plus classiques (arséniures/phosphures).

L'aluminium antimonide AlSb est un matériau semi-conducteur de gap indirect égal à 1.62 eV, et aux propriétés physiques importante.

Les caractérisations des oxydes de ce type (ABO_4) dépendent fondamentalement de la nature des ions A et B et de leur état de valence, bien que leurs natures influencent la stabilité de la phase cristallographique obtenue.

Ce travail de mémoire a pour objectif de synthétiser des poudres du $AlSbO_4$ par le procédé Sol-gel puis de les caractériser par l'ensemble de techniques de caractérisation (la spectroscopie FT-IR et la diffraction de rayons X) disponibles au niveau du laboratoire de recherche de notre université (Laboratoire de Génie Physique et Laboratoire de Synthèse et de Catalyse).

Ce mémoire s'articule autour de trois chapitres :

Dans le premier chapitre nous présenterons un rappel détaillé sur les alliages binaires. Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du procédé utilisé pour synthétiser notre échantillon qui est le procédé Sol-gel ainsi que l'ensemble de techniques de caractérisation (FT-IR et DRX). Le troisième chapitre est réservé à l'interprétation des résultats expérimentaux obtenus.

I.1. Introduction

La recherche de nouveaux matériaux avec des propriétés physiques ou chimiques spécifiques est un enjeu majeur de l'industrie actuelle, et ce quels que soient les domaines d'applications considérés (micro-électronique, environnement, biomatériaux, énergie etc.). Dans ce chapitre nous allons présenter un rappel bibliographique sur les alliages de façon générale et en particulier leurs propriétés physiques.

I.2. Les alliages

La notion d'alliage était initialement réservée aux métaux. De manière classique, un alliage est un matériau à caractère métallique combinant un ou plusieurs métaux et éventuellement des éléments à caractère non métallique. Cette notion est progressivement étendue aux autres matériaux (céramiques, polymères), et on définit maintenant un alliage comme une combinaison d'atomes, d'ions, ou de molécules pour former un matériau dont les propriétés physico-chimiques diffèrent de celles des éléments de base (constituants) [1].

Dans un alliage, l'élément métallique majoritaire, c'est-à-dire constituant la plus importante partie du mélange, est appelé « métal de base » ou « base ». Les éléments ajoutés volontairement sont appelés « éléments d'alliage » ou « éléments d'addition » et les éléments non désirés sont appelés « impuretés ». Les éléments d'alliage sont le plus souvent des métaux, mais peuvent également être d'autres éléments chimiques tels que le carbone dans l'acier ou la fonte. Quand l'élément d'alliage n'est pas un métal, sa teneur reste généralement faible (jusqu'à quelque % massique) [2].

I.3. Les solutions solides

L'expérience quotidienne permet de comprendre, de manière intuitive, le phénomène de dissolution des substances solides dans les solvants. Quoique plus difficile à saisir, la notion de solubilité d'un solide dans un autre solide est un cas entièrement analogue. Le mélange de deux éléments A et B à l'état solide forme une solution solide dont l'élément mineur est le soluté. Dans le cas de solution solide cristalline, on parle de solution si la structure de la phase formée par le constituant principal A n'est pas modifiée par l'adjonction du soluté B, bien que la composition chimique globale soit différente. L'intervalle de concentration dans lequel la solution est stable est appelé domaine de solubilité [1].

Dans certain nombre de cas les constituants A et B, dans un alliage binaire par exemple, possèdent la même structure cristalline et la solubilité de A dans B ou de B dans A, peut être totale dans tout le domaine de concentration, c'est la solubilité illimitée.

La solubilité limitée est observée lorsque les rayons atomiques des constituants de la phase diffèrent trop ou lorsque leurs structures cristallines sont différentes. Il existe également des cas où la solubilité limitée résulte du fait que les constituants ont une forte tendance à se lier chimiquement. Dans ce cas A et B forment des composés intermédiaires.

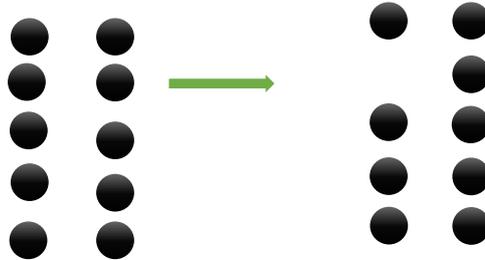
On distingue différentes façons d'aboutir à une solution solide, on cite [3] :

- **Les solutions solides de substitution** où les atomes du solvant sont remplacés, dans les nœuds du réseau, par des atomes du soluté.
- **Les solutions solides d'insertion** où les atomes du soluté se trouvent place dans les sites interstitiels du réseau du solvant à condition que les dimensions soient plus petites par rapport à ceux du solvant limitant ainsi la solubilité selon cette procédure [4].
- **Les solutions solides lacunaires** où la dissolution d'un constituant se fait en créant des lacunes dans le sous réseau de l'autre.
- **Les alliages amorphes** dans le cas des verres où la cristallisation ne se produit qu'après une certaine température.



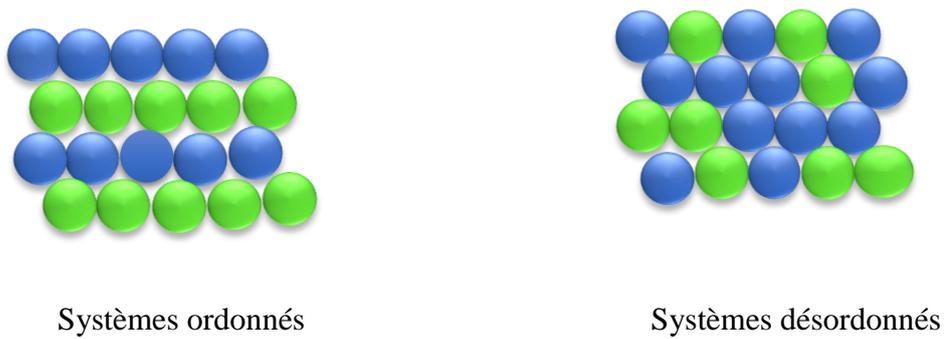
La substitution d'atomes **B** dans un cristal d'atomes **A**.

insertion aléatoire d'atome **B** dans les sites interstitiels du réseau cristal de **A**.



Une solution solide lacunaire.

Figure I -1 : Les cas possibles des solutions solides.



Systèmes ordonnés

Systèmes désordonnés

Figure I-2 : Les différents systèmes des solutions solides.

I.4. Types des alliages

I.4.1. Alliage binaire

Les alliages les plus simples à étudier sont les alliages binaires métalliques, c'est-à-dire ceux qui sont formés par association à l'échelle atomique de deux métaux, lesquels sont des éléments de la classification périodique.

Les binaires de la forme $A_x B_{1-x}$ où x représente le taux de substitution d'atomes de A dans B. si x est compris entre 0 et 1 alors, on dit qu'il y a une totale miscibilité entre A et B par contre si x est compris entre 0 et une valeur c , on dit qu'il y a une miscibilité partielle [5].

Alliage binaire					
$A^N B^{8-N}$				$A^N B^{10-N}$	$A^N B^{7-N}$
$A^I B^{VII}$	$A^{II} B^{VI}$	$A^{III} B^V$	$A^{IV} B^{IV}$	$A^{IV} B^{VI}$	$A^I B^{VI}$
AgCl	CdS	GaAs	SiC	PbS	CuS
CuBr	CdTe	InSb	SiGe	PbSe	Cu ₂ O
KBr	ZnS	BN	GeSn	PbTe	
LiF	ZnO	AlAs			
	ZnSe	InP			
	HgTe				
	HgSe				

Tableau I-1 : La liste de certains semi-conducteurs.

I.4.2. Alliage ternaire

En associant deux alliages binaires AB et AC, on obtient un alliage ternaire. On distingue deux types d'alliages ternaires selon la disposition de la concentration [6] :

- ❖ Un alliage ternaire anionique AB_xC_{1-x} .
- ❖ Un alliage ternaire cationique $A_xB_{1-x}C$.

I.4.3. Alliage quaternaire

Les quaternaires de la forme $A_xB_{1-x}C_yD_{1-x}$ ce type d'alliages semi-conducteurs fait intervenir quatre composés binaires il caractérisé par la présence de deux coefficients stœchiométriques x et y [5].

I.5. Propriétés physiques et chimiques des alliages

I.5.1. Propriétés électroniques

La structure de bande est la relation entre l'énergie de la particule et son vecteur d'onde k dans les directions de plus hautes symétries de la première zone de Brillouin. Elles se décomposent en bandes de valence et bande de conduction. La bande de valence est la plus basse, la bande de conduction est la plus haute et la bande interdite ou le gap [7]. Ce gap correspond à l'énergie nécessaire au système pour faire passer un électron de la bande de valence à la bande de conduction. Le gap est par définition la largeur de la bande interdite, c'est-à-dire la différence d'énergie entre le minimum absolu de la bande de conduction et le maximum absolu de la bande de valence.

Dans les semi-conducteurs à gap direct, le minimum central de la bande de conduction correspond à des électrons de faible masse effective, donc très mobiles. Les semi-conducteurs à gap indirect, leur bande de conduction correspond à de grande masse électrons effective, donc ayant une faible mobilité [8].

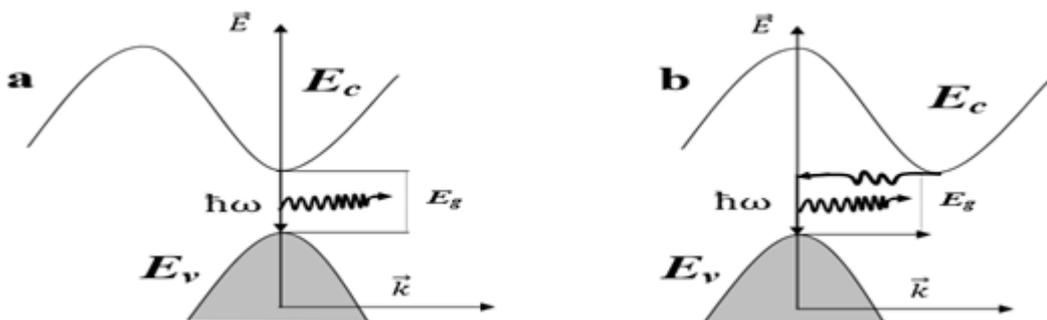


Figure I- 3 : Structure de bande fondamentale des semi-conducteurs : a) gap direct b) gap indirect [9].

I.5.2. Propriétés optiques

Une attention toute particulière est donnée à la fonction diélectrique complexe qui est le cœur de l'analyse de la réponse optique des semi-conducteurs. La connaissance des propriétés optiques est d'une importance majeure dans la conception des dispositifs optoélectroniques [10].

I.5.3. Phénomènes d'absorption

Le phénomène d'absorption peut se produire soit selon un processus intra-bande, soit selon un processus inter-bande. L'absorption inter-bande se produit lors d'une transition électronique d'un état initial (E_V, k_V) de la bande de valence vers un état (E_C, k_C) de la bande de conduction (Figure I-5). On dit que cette transition est directe si les conditions de conservation de l'énergie et du vecteur d'onde imposent que : $k_V = k_C$. Une transition indirecte ne peut, cependant, exister que si l'absorption s'accompagne de l'émission ou de l'absorption d'un phonon et dans ce cas la relation devient [10] :

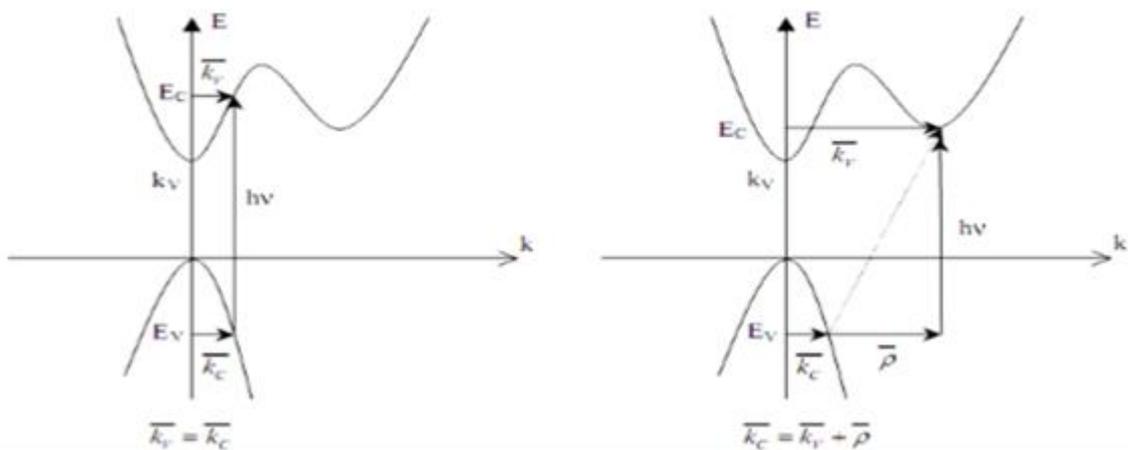


Figure I-4 : Phénomène d'absorption.

I.5. 4. Diagrammes de solidification des alliages binaires

Le diagramme de solidification est un ensemble de courbes donnant les températures de début et de fin de solidification de la totalité des alliages possibles. Le diagramme d'équilibre binaire est un système formé de deux composants (Fe Cu-Zn, $Al_2O_3-Cr_2O_3$, Cu-Mg, ...) et qui permet de représenter les domaines de stabilité des phases et des conditions d'équilibre entre plusieurs phases en fonction de la température et la composition (exprimée en pourcentage massique, atomique ou molaire) [11].

Suivant la miscibilité des éléments du système, on distingue deux types de diagrammes binaires :

- Diagramme d'équilibre binaire d'un système à miscibilité totale à l'état solide.
- Diagramme d'équilibre binaire d'un système à miscibilité partielle à l'état solide.

I.6. Dopage des alliages

Dans les semi-conducteurs dopés, des atomes intrus sont introduits dans le réseau principal. Ces atomes, ayant un électron de valence de plus ou de moins que les atomes de la matrice, augmentent la concentration en porteurs de charge (électrons ou trous) en donnant des électrons dans la bande de conduction ou en acceptant des trous dans la bande de valence [12].

I.6.1. Dopage type N

En introduisant des atomes pentavalents tels que le phosphore P, l'arsenic As (dopage N) dans un cristal, certaines liaisons se casent laissant place à ces extra atomes qui ont cinq électrons de valence, ce qui comble les liaisons en laissant un électron libre dans le cristal peu lié au noyau ($E \approx 0.01\text{eV}$) et passe aisément dans la bande de conduction. Les atomes pentavalents ou donneurs deviennent des ions positifs après le passage des électrons excédentaires dans la bande de conduction [13].

Ceci qui augmente considérablement la conductivité du matériau dopé. Les charges négatives (électrons) sont dites majoritaires, comme on peut le voir dans la figure suivante :

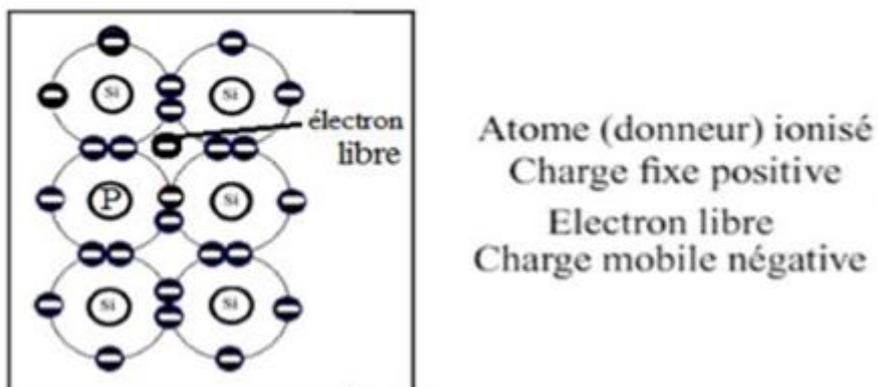


Figure I-5 : Les semi-conducteurs extrinsèques de type N [5].

I.6.2. Dopage type P

Dans ce cas on introduit des atomes trivalents tels que gallium Ga, l'indium In, le bore B, l'aluminium Al. Il manque, alors, à l'impureté un électron de valence pour assurer les 4 liaisons avec les atomes de silicium voisins. Un faible apport d'énergie (0.05eV) suffit pour qu'un électron d'un silicium voisin soit capté par l'impureté : il y a formation d'un trou peu lié et donc mobile.

Les atomes trivalents (accepteurs) deviennent des ions négatifs par capture d'un électron. Compte tenu des taux de dopage, ces trous sont beaucoup plus nombreux que les porteurs intrinsèques du cristal pur. La conduction extrinsèque de type P (positive) augmente et est assurée par des trous, les trous deviennent majoritaires. la figure ci-dessous explique clairement le phénomène [5].

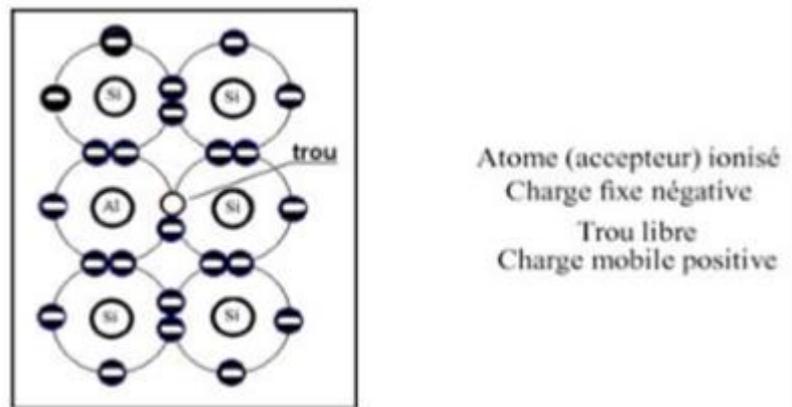


Figure I-6 : Les semi-conducteurs extrinsèques type P [5].

I.7. Applications des alliages binaires

Les alliages semi-conducteurs sont utilisés dans la fabrication des dispositifs optoélectroniques [14,15]. Les transistors et les hétérojonctions qui demandent la très grande vitesse, le faible bruit et le haut gain sont réalisés par ces matériaux [14,16]. Les alliages ternaires et quaternaires présentent des larges gaps et ils sont adaptés aux substrats de verre pour améliorer la stabilité et prolonger la durée de vie des dispositifs optoélectroniques [17,18].

II.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter quelques techniques d'élaboration des matériaux ; en particulier celles qui nous a permis de préparer des échantillons sous forme de poudres. Dans la deuxième partie de ce chapitre nous essayerons d'expliquer en détail le procédé de synthèse utilisé dans notre travail qui est le procédé Sol-gel.

II.2. Les techniques de dépôt en vapeur

II.2.1. Les techniques PVD

Les procédés par PVD regroupent principalement l'évaporation, l'ablation laser et la pulvérisation sous toutes ses formes. Dans la réalisation d'une couche on peut distinguer les trois étapes suivantes [19] :

- La création de la ou des espèces à déposer, sous forme d'atomes, de molécules ou de clusters (groupes d'atomes ou de molécules).
- Le transport de ces espèces en phase vapeur de la source vers le substrat
- Le dépôt sur le substrat et la croissance de la couche.

II.2.2. Les techniques CVD

Le procédé de dépôt chimique en phase vapeur consiste à mettre un composé volatil du matériau à déposer en contact, soit avec un autre gaz au voisinage de la surface du substrat, soit avec la surface elle-même. Une ou plusieurs réactions chimiques est provoquée pour donner un produit solide. Les autres produits de la réaction doivent être gazeux afin d'être éliminés hors du réacteur. Les dépôts se font à pression variable et nécessitent un apport énergétique pour favoriser ces réactions. Les techniques CVD sont différenciées par le type d'énergie utilisée pour activer la réaction chimique [20].

Les méthodes de synthèse les plus utilisées sont :

- Le dépôt par décomposition de composés organométalliques (MOCVD) soit à pression atmosphérique [21] ou à basse pression [22].
- Le dépôt par pyrolyse d'aérosol, appelée aussi « spray pyrolyses » à partir de solutions aqueuses ou alcooliques d'un sel de zinc ; cette technique est très employée surtout pour les oxydes car les dépôts sont élaborés sous atmosphère normale [23,24].

- Le dépôt par couche atomique (ALD) [25] ou épitaxiée (ALE) [26].
- Le dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (PECVD) [27].

II.3. Le procédé Sol-gel

La première polymérisation sol-gel a été réalisée par Ebelmen qui constate dès 1846 « la conversion en verre solide de l'acide silicique exposé à l'air humide » [28]. Bien que connu depuis longtemps, ce procédé sol-gel n'a rencontré un véritable essor que depuis les années 1970, à partir desquelles la firme allemande Schott a mis en place un procédé industriel basé sur la chimie du sol-gel. Les applications que couvrent les matériaux élaborés par ce procédé sont désormais multiples [29] car il offre de nombreux atouts pour produire des matériaux de plus grandes homogénéité et pureté, à des températures inférieures à celles des méthodes conventionnelles [30], comme nous pourrons le voir au travers des paragraphes qui vont suivre.

II.3.1. Principe du procédé Sol-gel

Le procédé Sol-gel est un processus de polymérisation analogue à la polymérisation organique [30] : en partant de précurseurs moléculaires en solution, on aboutit à un réseau d'oxyde via des réactions d'hydrolyse-condensation [31]. Entre la solution et le solide final, on passe par des étapes intermédiaires constituées de colloïdes qui forment des sols ou des gels, d'où le nom de procédé « Sol-gel ». Ces réactions s'effectuent en majorité à température ambiante ou modérée [32].

A cette étape, il convient de définir les principaux termes employés lorsque l'on étudie la chimie du Sol-gel [30] :

- ❖ **Un sol** est une dispersion stable de particules colloïdales (1-1000 nm) au sein d'un liquide. Ces colloïdes sont animés d'un mouvement brownien qui les maintient en suspension et sont principalement soumis aux forces d'interaction de Van der Waal et électrostatiques.
- ❖ **Un gel** correspond à un réseau tridimensionnel interconnecté au sein duquel le solvant est piégé dans des pores. Si le réseau est constitué de particules colloïdales, on parle de « gel colloïdal » tandis que s'il est constitué de macromolécules, on parle de « gel polymérique ».

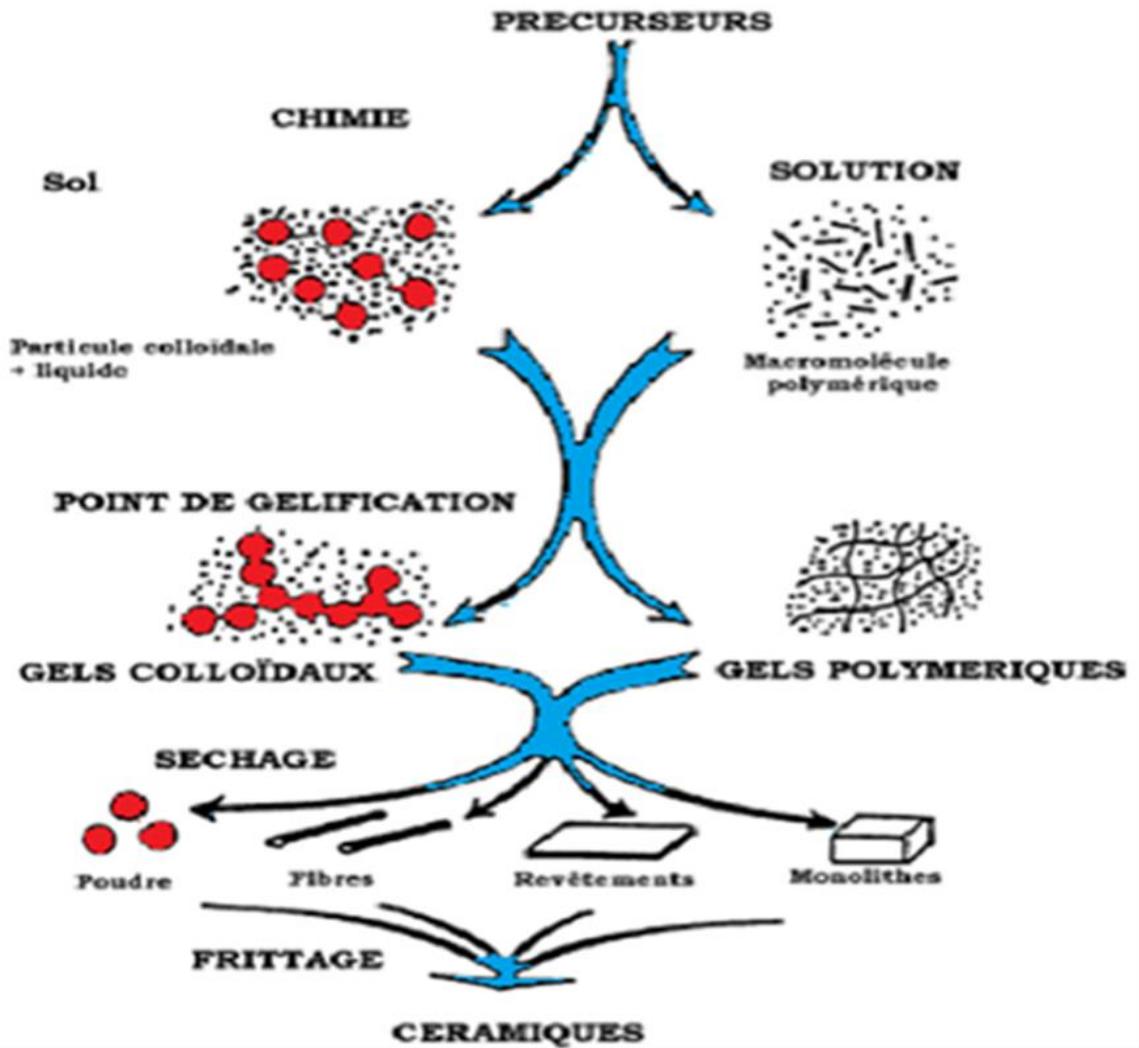


Figure II-1 : Principe du procédé Sol-gel [33].

II.3.2. La transition Sol-gel

La transition du sol vers le gel peut donc s'effectuer soit en déstabilisant une solution colloïdale ou en retirant le solvant (apparition du phénomène d'agréations), soit en initiant une réaction de polymérisation au sein de cette solution [34,35]. Le passage par ces états intermédiaires sol et gel permet de mettre en forme le matériau final selon l'application à laquelle on le destine : poudres, fibres, films minces ou encore matériaux massifs.

La transition sol-gel est accompagnée d'un accroissement de viscosité, en créant un réseau tridimensionnel qui emprisonnera le solvant. La figure (II-2) représente l'évolution de la viscosité d'un sol et celle de son module de Coulomb, en fonction du temps : à la formation

complète du gel, la viscosité devient infinie, alors que le constant élastique tend vers sa valeur maximale.

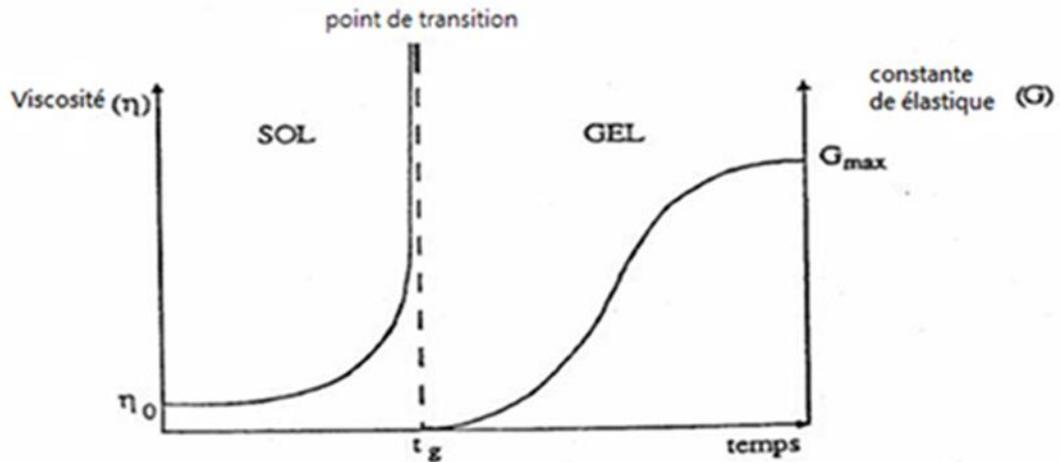


Figure II-2 : La transition Sol-gel [36].

II.3.3. Les précurseurs chimiques

Le choix des précurseurs et les réactions chimiques mises en jeu aura une influence déterminante sur la suite du procédé Sol-gel. Deux sortes de précurseurs moléculaires peuvent être utilisés : des sels métalliques en milieu aqueux et des composés métal-organique en milieu organique. Dans les deux cas on aura polycondensation de ces espèces pour former un réseau tridimensionnel conduisant à un gel mais dans des conditions très différentes pour chaque famille de précurseurs. Il existe deux voies d'obtention des poudres [37, 38] : La voie colloïdale et la voie polymérique correspondant aux milieux aqueux et le milieu organique respectivement. Les propriétés de certains matériaux oxydes peuvent être modifiées de façon importante en fonction de la présence ou non d'une petite quantité d'éléments dopants.

Voie polymérique

Ce procédé correspond au brevet déposé par Pécini en 1967 [39]. Il s'agit d'incorporer des métaux le long de chaînes de polymères organiques. L'obtention d'un polymère « chélatant » (par estérification dans le brevet initial), qui complexe aléatoirement les cations métalliques le long des chaînes polymères, permet d'obtenir une homogénéité à l'échelle moléculaire qui favorise, au cours du traitement thermique, l'apparition de la phase oxyde désirée [40].

Voie alcoxyde

Les précurseurs sont, dans ce cas, des alcoxydes de formule $M(OR)_n$ où M désigne un métal de valence n et OR est un groupement alcoxy avec R une chaîne alkyle. Cette voie met en œuvre un mécanisme d'hydro-condensation des précurseurs. Il se décompose en deux étapes qui sont simultanées voire même compétitives [40] : l'hydrolyse et la condensation :

- ✓ **L'hydrolyse** de l'alcoxyde forme un hydroxyalcoxyde



Il s'agit d'une attaque nucléophile d'une molécule d'eau sur l'atome métallique. Une molécule d'alcool est éliminée avec réarrangement électronique et formation d'un groupement hydroxyde ($-OH$). L'hydroxyalcoxyde formé est instable et l'étape de condensation peut avoir lieu.

- ✓ **La condensation**, rendue possible grâce à l'hydrolyse de l'alcoxyde peut se dérouler selon trois mécanismes :

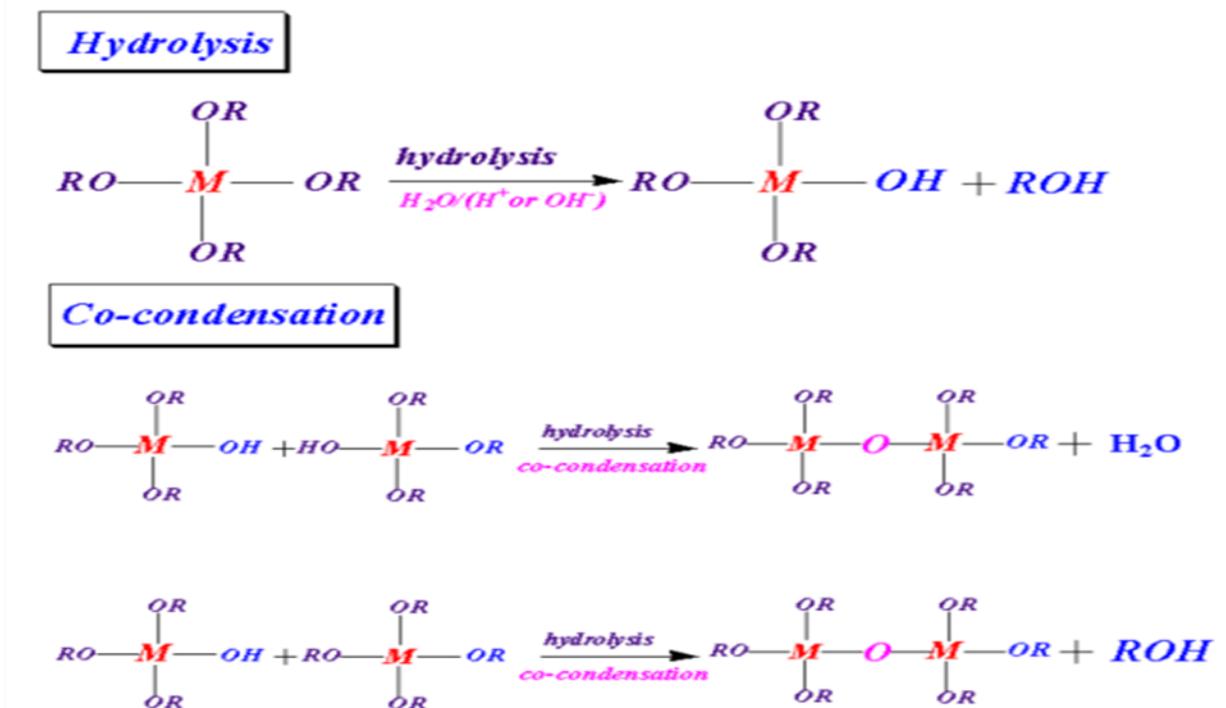


Figure II-3 : Réactions Sol-gel (hydrolyse et condensation).

II.3.4. Paramètres influençant la cinétique des réactions

Dans le cas des précurseurs alcoxydes, la transition sol-gel n'est pas réversible. La structure finale du gel se met en place au moment des réactions, et par conséquent, détermine déjà ses propriétés à venir. Seules quelques caractéristiques pourront être modifiées au cours des étapes suivantes (séchage, recuit). Les cinétiques relatives de l'hydrolyse et de la condensation, responsables de la croissance des amas polymériques qui engendrent le réseau, vont imposer les caractéristiques du gel obtenu [36]. Ces vitesses de réaction, et par suite la viscosité, dépendent de plusieurs paramètres dont il faudra donc tenir compte lors du choix d'un processus d'élaboration :

II.3.4.1. La température

C'est le premier paramètre à considérer, qui intervient dans toute réaction chimique. Dans notre cas, elle a une influence sur les vitesses d'hydrolyse et de condensation dès la préparation du sol, puis pendant le vieillissement ou le stockage. Evidemment, plus elle est élevée, plus les réactions sont rapides.

II.3.4.2. Le choix de l'alcoxyde et de sa concentration

Ce choix se fait en fonction de la réactivité de l'alcoxyde, et du type d'échantillon que l'on veut élaborer. Le contrôle de la réaction d'hydrolyse pose plus de problèmes, notamment avec les alkoxydes de métaux de transition avec lesquels on peut aller jusqu'à la précipitation de l'hydroxyde si on ne prend pas de précautions particulières [41].

Lorsqu'on veut hydrolyser plusieurs alkoxydes de réactivité différente vis-à-vis de l'eau, on commencera par hydrolyser le moins réactif et on introduira ensuite les autres alkoxydes dans l'ordre de réactivité croissante. Ce mode opératoire ne suffit pas toujours pour aboutir à un contrôle efficace de la réaction et à la production d'un gel homogène. Quant à la concentration dans le sol, elle est surtout importante lors de la condensation ; en effet, plus elle est faible, plus les molécules aptes à se lier sont éloignées les unes des autres, ce qui retarde les réactions.

II.3.4.3. Le solvant et la dilution

Les alcoxydes ne sont pas miscibles dans l'eau, il est donc nécessaire de mélanger les précurseurs, l'eau et éventuellement le catalyseur, dans un solvant commun. Il est alors

préférable d'utiliser l'alcool correspondant au ligand $-OR$ de l'alcoxyde, ceci afin d'éviter d'éventuelles réactions entre les différents composants susceptibles de modifier les cinétiques de réactions. Le sol de départ est donc généralement une solution alcoolique [42].

II.3.4.4. pH du sol (choix du catalyseur)

Etant donné les mécanismes mis en jeu lors de la gélification, il semble évident que le pH va jouer un rôle important dans l'évolution des réactions ; en effet, les ions H_3O^+ et OH^- n'ont pas la même influence sur les deux types de réaction : le cation H_3O^+ , attiré par l'oxygène, facilite la substitution des groupes $-OR$ par $-OH$ (hydrolyse), tandis que l'anion OH^- , attiré par le métal M électro-négatif, privilégie la formation de liaison $M-O-M$ (condensation) . Figure (II-3). En résumé, on peut dire qu'un milieu acide favorise l'hydrolyse, alors qu'un milieu basique accélère la condensation [43,44].

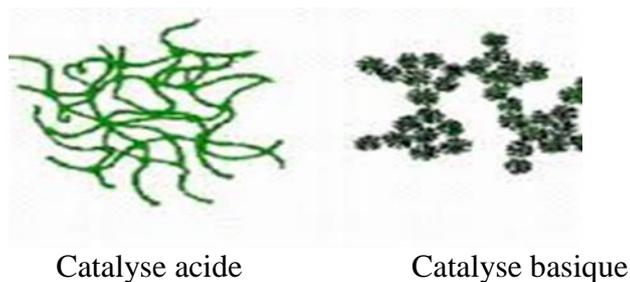


Figure II-4 : Différents assemblages possibles des amas polymériques suivant le type de catalyse.

II.3.5. Avantages et inconvénients du Sol-gel

Les principaux avantages de la méthode Sol-gel sont :

- ✓ La préparation des matériaux à basse température.
- ✓ Possibilité de réaliser des matériaux hybrides organo-minéraux (véritables nano composites dans lesquels les espèces minérales et organiques sont mélangées à l'échelle moléculaire) sous forme de couches minces ou monolithique avec des propriétés spécifiques [45].
- ✓ La haute pureté.
- ✓ Mise en œuvre simplifiée : la viscosité des sols et des gels permet d'élaborer directement les matériaux sous des formes variées : couches minces, fibres, poudres fines et matériaux massifs [46].

Les principaux inconvénients de la méthode Sol-gel sont :

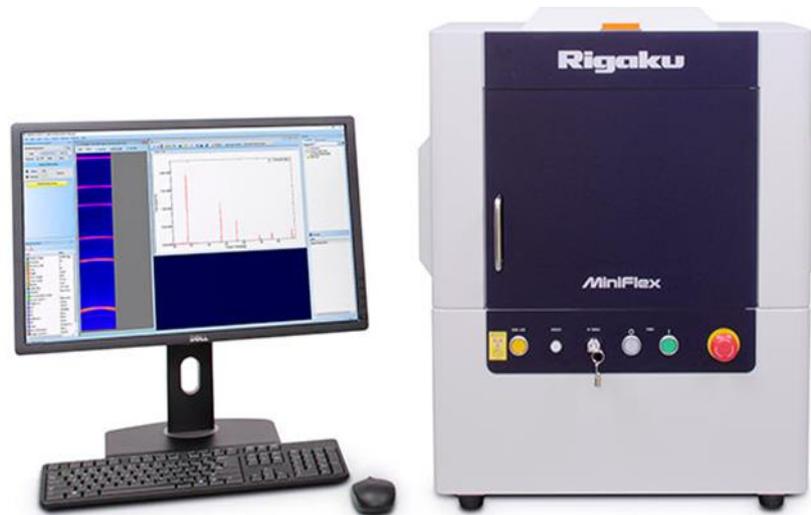
- ✓ Le coût élevé pour la majorité des précurseurs alkoxydes.
- ✓ Le temps du procédé est long.
- ✓ La production est volatile.

Partie B : Techniques de caractérisations

II.4. Techniques de caractérisations

II.4.1. Diffraction des rayons X (DRX)

La technique de diffraction des rayons X est la méthode la plus courante et la plus efficace pour la détermination de la structure cristalline. Les phases cristallines peuvent être identifiées en comparant simplement la distance inter réticulaire d_{hkl} obtenues à partir des données DRX avec les données fondamentales du comité mixte normes de diffraction des poudres (JCPDS).



FigureII-5 : Diffractomètre a rayon X.

II.4.1. 1.Principe

La diffraction des rayons X est basée sur une interférence constructive de rayons X monochromatiques provenant d'un échantillon cristallin. Les rayons X, générés par un tube à rayons cathodiques sont filtré pour produire un rayonnement monochromatique, collimaté et dirigé vers l'échantillon. Les rayons X interagissent principalement avec les électrons dans les atomes, entrent en collision et certains photons du rayon incident sont déviés de l'original.

Les rayons X qui interfèrent produisent de manière constructive et destructive un diagramme de diffraction sur le détecteur. Les rayons X incidents produisent un pic de Bragg si leurs réflexions interfèrent de manière constructive.

Une interférence additive apparaît lorsque la différence de marche est un multiple entier n de la longueur d'onde, cette condition peut être exprimée par la loi de Bragg :

$$2d \sin\theta = n \lambda$$

II.4.2. Spectroscopie FT-IR

La spectroscopie infrarouge (IR) est l'un des outils puissants pour l'identification de composés en faisant correspondre le spectre de composé inconnu avec un spectre de référence (empreinte digitale), l'identification des groupes fonctionnels en substances. La région IR du spectre électromagnétique est considérée comme couvrant la gamme environ de 50 à

12 500 cm^{-1} . Le domaine infrarouge entre 4000 cm^{-1} et 400 cm^{-1} correspond au domaine de vibration des molécules.

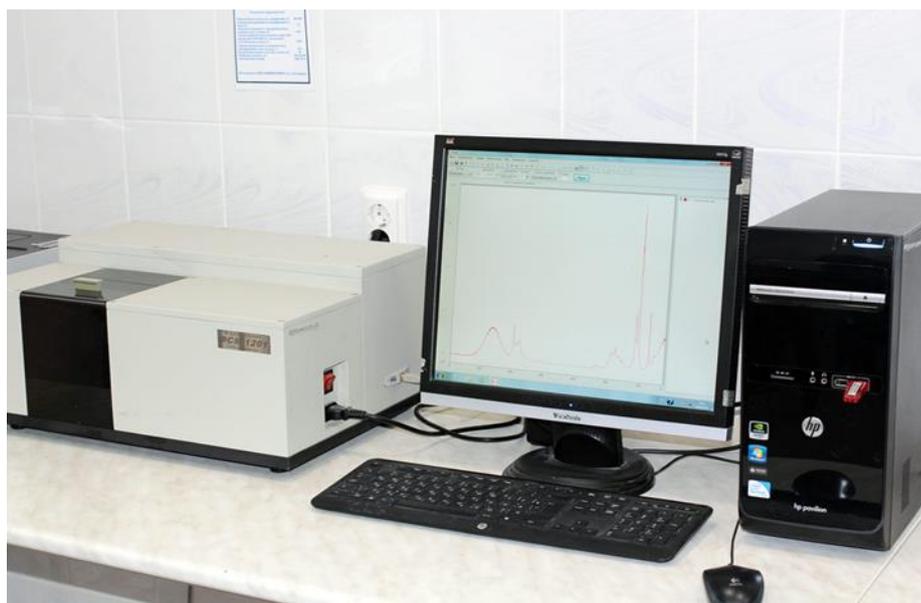


Figure II-6 : Spectroscopie Infrarouge de marque Alpha Bruker (FTIR-8400).

II.4.2.1. Principe

Lorsque la lumière infrarouge passe à travers un échantillon de composé organique, certaines fréquences sont absorbées, tandis que d'autres fréquences sont transmises sans être

absorbé. Les transitions impliquées dans l'absorption infrarouge sont associées à changements vibrationnels dans la molécule. Différents liens / groupes fonctionnels ont différentes fréquences vibratoires et donc la présence de ces liaisons dans une molécule peut être détectée en identifiant cette fréquence caractéristique comme une bande d'absorption dans le spectre infrarouge. Le tracé entre la transmittance et la fréquence est appelé spectre infrarouge.

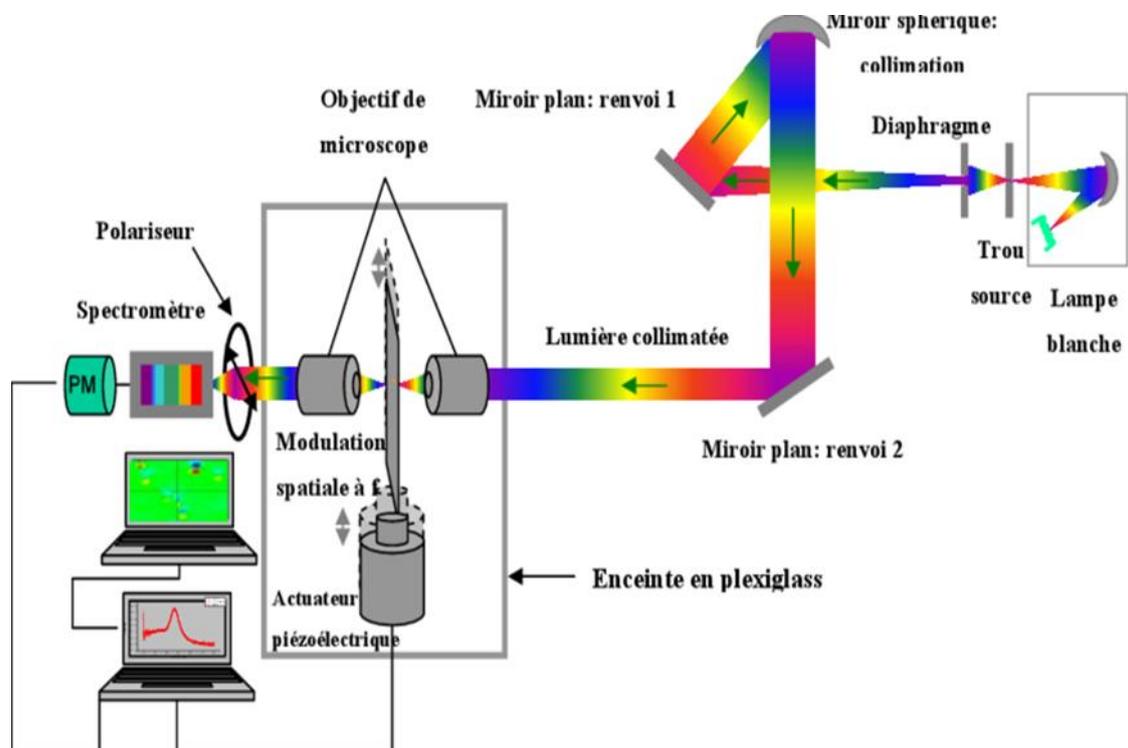


Figure II-7 : Schéma de principe de fonctionnement d'un spectrophotomètre FT-IR.

III.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter le protocole d'élaboration de notre échantillon AlSbO_4 qui sera synthétisé par le procédé Sol-gel, puis nous essayerons d'interpréter physiquement les résultats expérimentaux obtenus dans ce manuscrit.

III.2. Mode d'élaboration

III.2.1. Préparation de la solution

La première étape de ce travail consiste à préparer une solution homogène du AlSbO_4 , pour cette raison nous mélangeons 10g de nitrate d'aluminium $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ avec 10g d'oxyde d'antimoine Sb_2O_3 , ces deux précurseurs ont été dissous précédemment dans 50ml de H_2O et 100 ml de HCl respectivement. Le mélange obtenu est soumis une agitation magnétique pendant 6 heures à la température ambiante.

La figure ci-dessous (Fig. III- 1), illustre en détail toutes les étapes suivent pour produire notre échantillon (AlSbO_4).

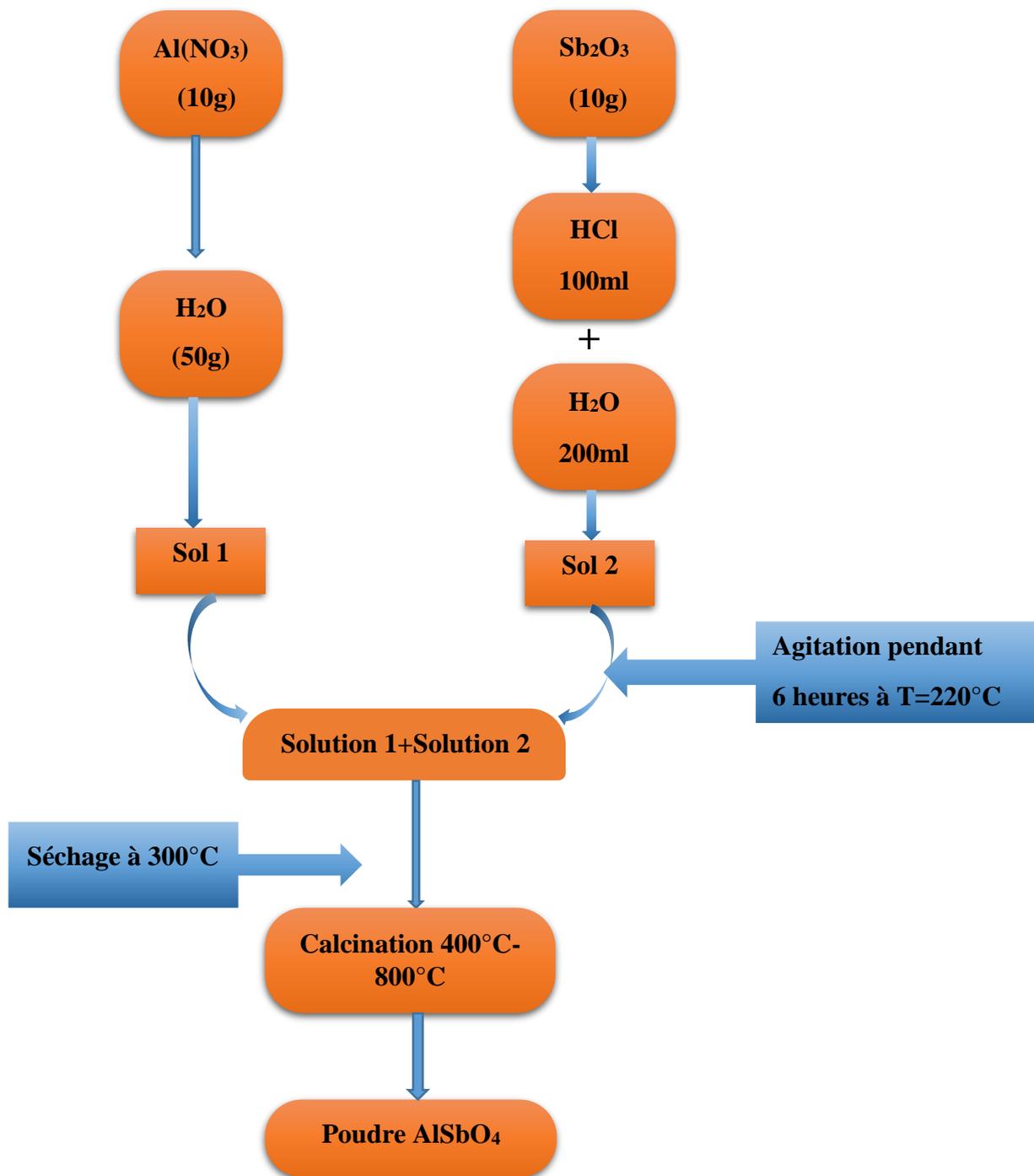


Figure III-1 : Protocole d'élaboration du AlSbO₄.



Figure III-2 : Solution du Sb_2O_3 .

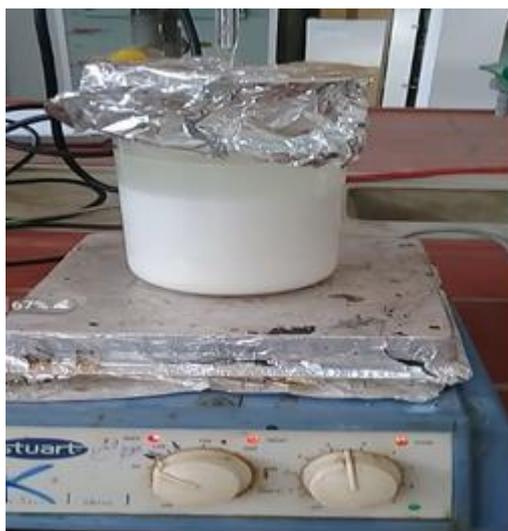


Figure III-3 : Solution finale du AlSbO_4 .

III.2.2. Préparation de la poudre

III.2.2.1. Séchage

L'objectif de cette étape consiste à obtenir une poudre fine et blanche, pour cela nous avons séché la solution du AlSbO_4 préparée ci-dessus à l'aide d'une étuve à des températures comprises entre 125°C à 225°C . L'objectif de cette opération est d'évaporer tous les solvants utilisés dans la synthèse.

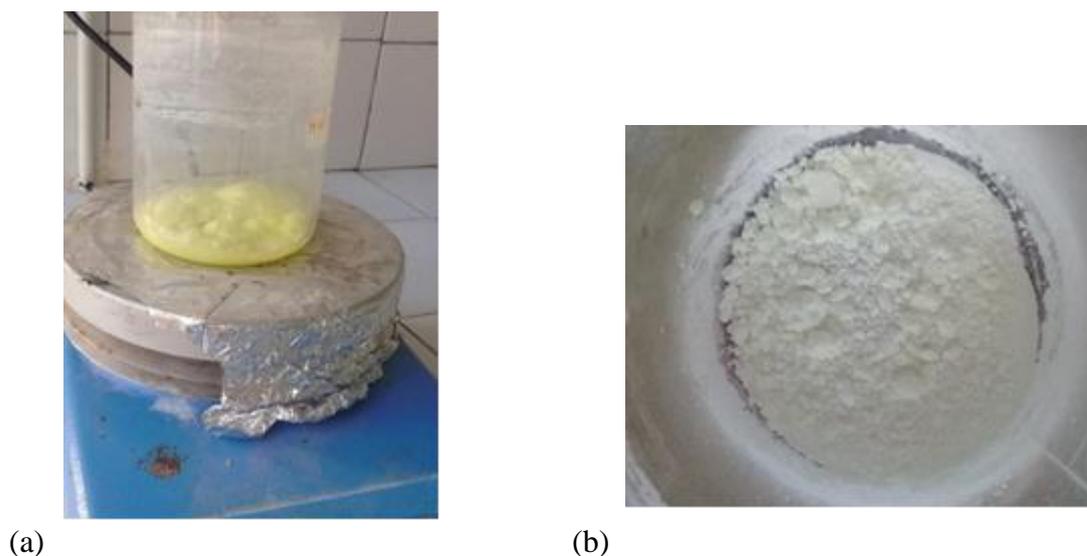


Figure III-4 : Solidification du gel, (a) gel, (b) poudre.



Figure III-5 : Poudre de AlSbO_4 avant calcination.

III.2.2.2. Calcination

L'étape de calcination consiste à traiter thermiquement notre poudre obtenue précédemment dans l'étape de séchage, l'objectif de cette étape est de voir la phase cristalline de notre échantillon AlSbO_4 . Cette opération a été effectuée dans un four électrique ; les températures choisies sont : 400°C , 600°C , 700°C et 800°C . la durée de calcination a été fixée entre 3 heures et 4 heures.



Figure III-6 : Poudres du AlSbO_4 calcinées.

III.3. Résultats expérimentaux

III.3.1. Analyse par spectroscopie FT-IR

Les mesures de la Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (FT-IR) ont été effectuées en utilisant un spectromètre à Transformée de Fourier (FT-IR 8400s SHIMADZU) qui se trouve au sein du laboratoire de Génie Physique, département de physique à l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret. La figure ci-dessous (Fig. III- 7) représente la variation de la transmittance infrarouge (T) en fonction du nombre d'onde (σ) pour notre échantillon AlSbO_4 calciné à différentes températures de calcination.

Les spectres FT-IR obtenus pour notre échantillon préparé par le procédé Sol-gel et calciné à différentes températures, présentent deux large bandes d'absorption qui sont situées à

3400 cm^{-1} et 750 cm^{-1} .

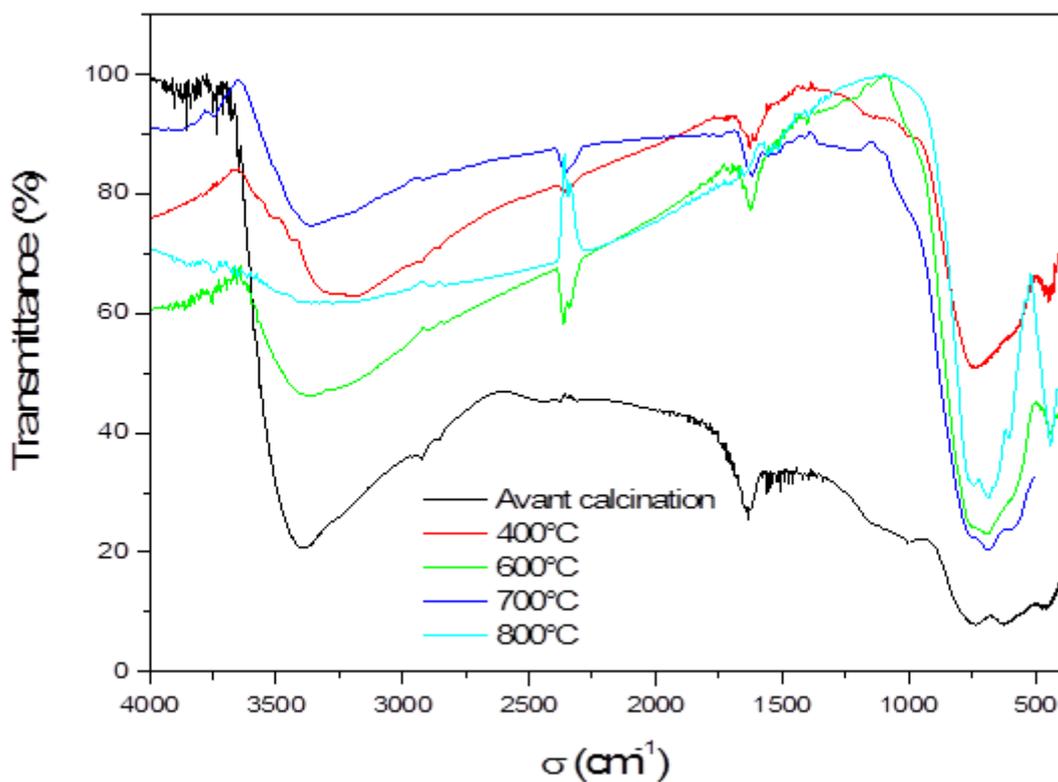


Figure III- 7 : Variation de la transmittance (T) en fonction du nombre d'onde (σ) pour AlSbO_4 .

Complexe	Al-O	Sb-O
σ (cm^{-1})	600	748
Références	[47]	[48]

Tableau III-2 : Groupements fonctionnels de la poudre AlSbO_4 .

III.3.2. Analyse par la diffraction des rayons X (DRX)

Pour mieux voir l'influence de la température de calcination sur les propriétés cristallographiques de notre poudres AlSbO_4 synthétisées par le procédé Sol-gel, nous avons effectué une analyse par la DRX à l'aide d'un diffractomètre RX en poudre de marque : Mini

Flex 600W, qui se trouve au niveau de laboratoire de Synthèse et de Catalyse, département de physique à l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret, en utilisant le rayonnement $K\alpha$ d'une anticathode en cuivre dont la longueur d'onde est de l'ordre de 1.541874 \AA .

La figure ci-dessous (Fig. III- 8), représente les diffractogrammes RX du AlSbO_4 calciné à différentes températures de calcination (allant du 400°C au 800°C). À partir de ces diffractogrammes nous avons observé que la cristallisation a commencé au-delà de 800°C .

Pour identifier l'ensemble de pics apparaît dans le diffractogramme de l'échantillon calciné à 800°C ; nous avons effectué une petite comparaison avec les carte JCPDS : 75-0446 [49], JCPDS : 73-2247 [50] et JCPDS : 01-079-0616 [51].

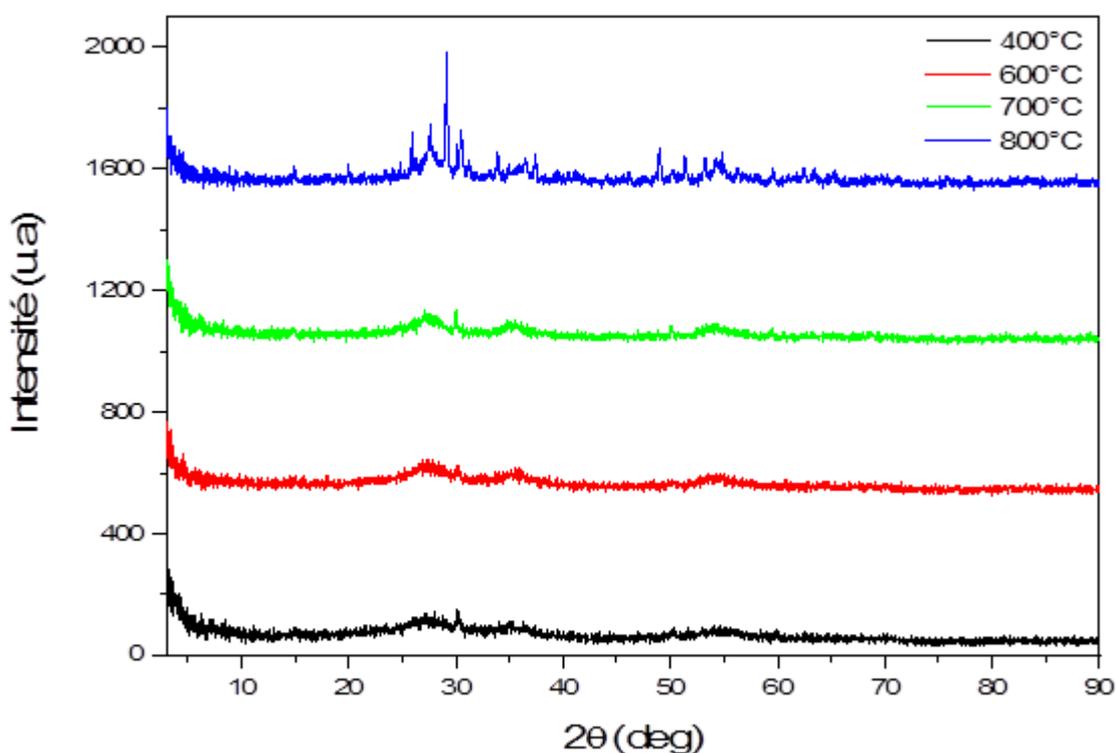


Figure III- 8 : Diffractogrammes DRX du AlSbO_4 calciné à différentes températures.

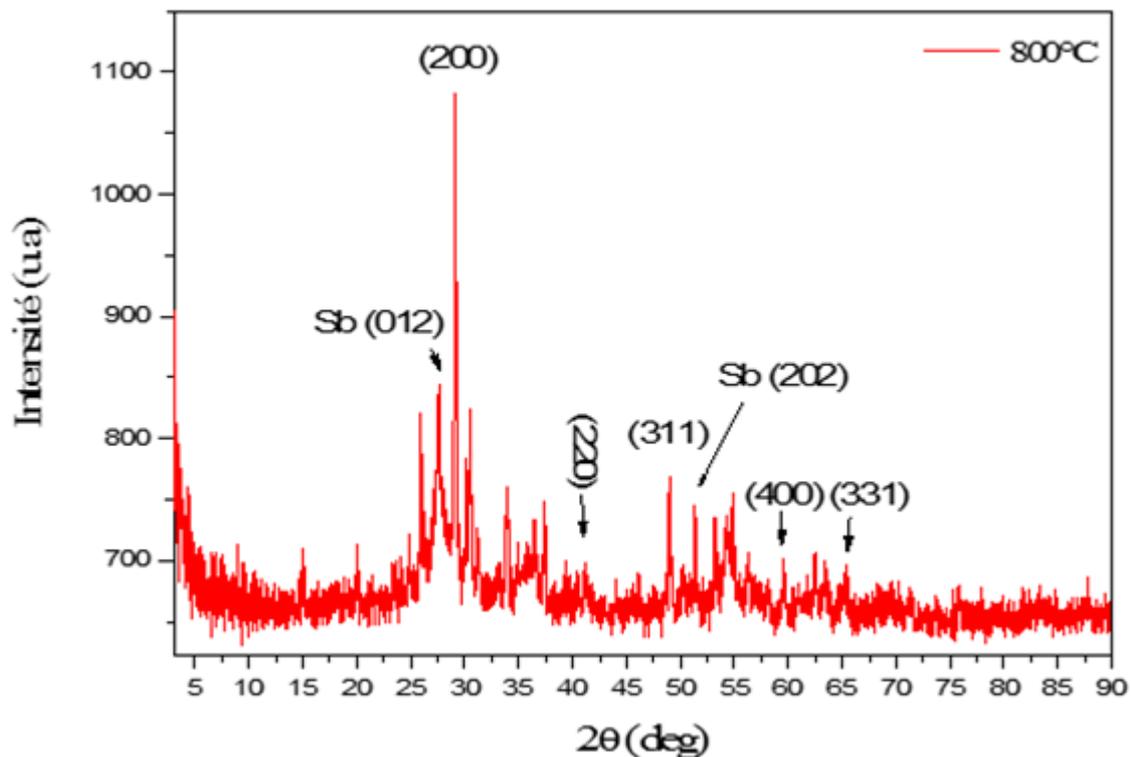


Figure III- 9 : Diffractogrammes DRX du AlSbO_4 calciné à 800°C .

III.3.2.1. Détermination de la taille de particule

Pour déterminer la taille de particule de notre poudre caractérisée par la diffraction des rayons X, nous avons utilisé la formule de Debye & Scherrer, qui donne la relation entre la taille de particule et la largeur à mi-hauteur du pic principal :

$$D = \frac{0.9 \lambda}{\beta \cos \theta}$$

Avec :

D : La taille des particules (\AA).

β : est largeur mi-hauteur FWHM (rad).

λ : est la longueur d'onde ($\lambda = 1.54 \text{ \AA}$).

θ : est l'angle de diffraction du pic principal (deg).

Echantillon	2θ (deg)	hkl	β (deg)	D (Å)
AlSbO₄	29.109	(200)	0.0033	437.5

Tableau III-3 : Paramètres cristallographiques calculés à partir du spectre DRX.

Conclusion générale

Afin d'étudier les propriétés physiques des poudres du AlSbO_4 . Nous avons élaboré ce composé par une technique de synthèse très simple qui est le procédé Sol- gel. Pour cette raison nous avons utilisé le nitrate d'aluminium $\text{Al}(\text{NO}_3)$ et l'oxyde d'antimoine Sb_2O_3 comme précurseur de base.

Les propriétés physiques d'un matériau sont directement influencées par la présence des impuretés à l'intérieur de son réseau cristallin. La meilleure stratégie de contrôler et de suivre les traces de ces défauts ponctuels est la caractérisation de l'échantillon élaboré.

Durant ces mois de travail et à l'aide de différentes techniques de caractérisation disponibles au niveau de nos laboratoires (Génie physique & Synthèse et Catalyse) a permis de récolter les points suivants :

Les différents groupements chimiques présentent dans notre poudre synthétisée ont été déterminées par la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FT-IR), ces groupements sont : Al-O et Sb-O.

La détermination de la structure cristalline de la poudre obtenue a été effectuée par la méthode diffraction de rayons X sur poudres. En se basant sur les deux fiches JCPDS : 75-0446, JCPDS : 73-2247 et JCPDS : 01-079-0616, nous avons identifié toutes les orientations des différentes raies caractéristiques. L'influence de la température de calcination sur les propriétés structurales a été aussi observé.

La taille de particule (D) a été calculée en utilisant la relation de Debye et Scherrer ; cette valeur été de l'ordre de 437.50 \AA .

Références bibliographiques

- [1] Jean P. Mercier. Gérald Zambelli. Wilfried Kurz, Introduction à la science des matériaux., Troisième édition entièrement revue et augmentée. Presses polytechniques,Universitaires romandes 1999, 2002.
- [2] M. A MERADI, Etude des propriétés structurales, et électroniques des matériaux à base de terre rares : par la méthode de premier principe. Sidi Bel-Abbes. 03/12/2017
- [3] Société française de physique.EDP Sciences, Journal de physique : Proceedings, Volume 10, N°10 à 11 de Journal de physique : 1155-4339, 2006.
- [4] Jean-Paul Baïlon, Jean-Marie Dorlot. Des matériaux, presses internationales, école polytechnique de Montréal, 2000.
- [5] W. KARA, Les structures de bandes électroniques et les propriétés relatives aux semi-conducteurs quasi binaires $(\text{GaP})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$, thèse de doctorat, Université Mohamed Khidar de Biskra, 09 / 07 / 2012.
- [6] S.BENDIF , Etude des propriétés structurales, électroniques, thermodynamiques et thermiques des alliage quaternaires $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x \text{S}_y\text{Se}_{1-x}$, thèse doctorat.Université Badji Mokhtare Annaba,2015.
- [7] N. BAGHDADLI, Étude des propriétés optoélectroniques des semi-conducteur III-V à base de Galium, thèse magister, Université Tlemcen, 2009.
- [8] N. BAGHDADLI, Évolution du paramètre exciton de bohre en fonction des propriétés optoélectroniques des semi-conducteurs III-V, thèse doctorat.
- [9] M. RABAH, Étude des propriétés structurales, électroniques et optiques de l'alliage quaternaire quadratique GaAlAsP par la méthode ab-initio, thèse doctorat. Université Djillali Liabese Sidi Bel-Abbes .20016.
- [10] M. Djoudi Lakhdar, Etude des propriétés structurales, électroniques et optiques de l'alliage Semi-conducteur BAIGaN : Étude ab-initio. Université Djillali Liabese Sidi Bel-Abbes. 21/03/2013.
- [11] Isete Kasserine,Matériaux Métalliques, chapitre 4. Diagramme d'équilibre binaire.

- [12] A. BARBOT, Dopage par co-sublimation de semi-conducteurs organiques pour la conversion en énergie ; applications aux cellules photovoltaïques, thèse doctorat. Université de Limoges.01 /10 /2014.
- [13] N. Bouarissa, *Europ. Phys. J. B* 32, 139,2003.
- [14] S. Adachi, *Properties of Semiconductor Alloys Group IV, III-V and II-VI semiconductors*, John Wiley & sons. West Sussex, UK, 2009.
- [15] A. Berghout, A. Zaoui, J. Hugel, M. Ferhat, *Phys. Rev. B* 75, 205112, 1-9. 2007.
- [16] A. Waag et al. *J. Appl. Phys.* 80 ,792-796,1996.
- [17] M. Munoz, H. Lu, X. Zhou, M. C. Tamargo, F. H. Pollak, *Appl. Phys. Lett.* 83,1995-1997,2003.
- [18] C. -H. Hsieh, Y. -S. Huang, C. -H. Ho, K.K. Tiong, M. Munoz, O. Maksimove, M. C. Tamargo, *Jap. J. Appl. Phys.* 43, (2004) 459-466.
- [19] A. MOUSTAGHFIR, *Élaboration et caractérisation de couches minces d'oxyde de zinc. Application à la photoprotection du polycarbonate^o 434*, thèse doctorat. Université Blaise Pascal.25/11/2004.
- [20] A. Mennad, *Les techniques de dépôt de couches minces et leurs applications. Revue des énergies Renouvelable volume 18 N° 4*,713-719,2015.
- [21] X. Wang, S. Yang, J. Wang, M. Li, X. Jiang, G. Du, X. Liu, R.P.H. Chang, *J. Cr Growth*,226 (2001).
- [22] J. Ye, S. Gu, S. Zhu, T. Chen, L. Hu, F. Qin, R. Zhang, Y. Shi, Y. Zheng, *J. Cryst. Growth*, 243,2002.
- [23] B.J. Lokhande, P.S. Patil, M.D. Uplane, *Mater.Lett.*,57,2002.
- [24] R. Ayouchi, F. Martin, D. Leinen, J.R. Ramos-Barrado, *J. Cryst, Growth*, 247,2003.
- [25] J.W. Elam, Z.A. Sechrist, S.M. George, *Thin Solid Films*, 414 ,2002.
- [26] E.B. Yousfi, J. Fouache, D. Lincot, *App. Surf. Sci.*,153,2000.
- [27] J. Lu, Z. Ye, J. H. huang, L. Wang, B. Zhao, *App. Surf. Sci.*, 207 ,2003.
- [28] M. Ebelmen, *Ann. Chim. Phys. Recherches sur les combinaisons des acides borique et silicique avec les éthers* .16, pp.129-166 (1846).

- [29] H. Schmidt, J. Sol-Gel Sci. Techno. Considérations about the Sol-gel process : From the classical Sol gel route to the Advanced chemical nanotechnologies. 40, pp.115-130 ,2006.
- [30] C.J. Brinker & G.W. Scherer, Sol-gel Science : The physics and chemistry of Sol-gel processing, Academic Press.San Diego, 1990.
- [31] M. Henry, J.P. Jolivet & J. Livage, Ultrastructure Processing of Advanced Matériels, John Wiley & Sons, New York. Rôle of complexation in the sol-gel Chemistry of métal oxides. 1992, pp.2345.
- [32] J. Livage, Les procédés sol-gel : de l'art du feu à la chimie douce. Actuel. Chimique, pp.4-10,1997.
- [33] A. POTDEVIN-CAUMOND, Synthèse par voie sol-gel et caractérisation de matériaux luminescents nanostructures applicables dans une nouvelle génération de lampes propres, thèse de doctorat, Université Blais Pascale –Clermont Ferrand II, N°532,05/06/2007.
- [34] O. Poncelet, thèse de doctorat, Université de Nice, soutenue publiquement le 10 /9/1988.
- [35] L.L. Hench & J.K. West, Chem. Rev. The Sol-gel Process .90, pp.33-72 ,1990.
- [36] L. ARAB, Elaboration par différentes méthodes et étude optique de poudres nanocristallines de ZnO pur et dopé par différents oxydes, thèse de doctorat. Université Meuntouri-Constantine.04/11 /2012.
- [37] Alain C. Pierre, Sol-gel processing of ceramic poxders, Ceramic Bulletin, Vol. 70, N°.8, pp. 1281 ,1991.
- [38] Turner Carl-W., Sol-gel process principales and applications, Ceramic Bulletin, Vol. 70. N°. 9, pp. 1487-1490,1991.
- [39] M.P. Pechini, Patent, N°3, pp 330-697, 1967.
- [40] C. VIAZZI, Elaboration par le procédé sol-gel de revêtements de zircone yttrée sur substrats métalliques pour l'application barrière thermique, thèse de Doctorat, , Université de Toulouse III -Paul Sabatier, 19/09/ 2007.
- [41] J. P. Poilot, F. Chaput, L. Malier, A. Brun, Y. Lévy et J.-P. Galaup. Images de la physique, 44 ,1998.
- [42] D. Gallagher and T. A. Ring : Sol-gel processing of ceramic films, Chimia 43, 298 ,1989.
- [43] E. J. A. Pope and J. D. Machenzie : J. of Non-Cristalline Solids 87, 185 ,1986.

- [44] J. Livage, M. Henry, C. Sanchez: Prog. Solids St. Chem. 18, 259 ,1988.
- [45] D. Gallagher and T. A. Ring: Sol-gel processing of ceramic films, Chimia 43, 29,1989.
- [46] A.K. Zack, W.H.A. Majid, M.E. Abrishami, R. Yousefi, Solid State Sciences 13,251–256, 2011.
- [47] A. A. M. FARAGa, A. ASHERYb, F. S. TERRAb, G. M. Mahmoud, J,of Optoelectronics and Advannced Materials Vol. 10, No. 10, , p. 2713 – 2718, October 2008.
- [48] H. TANVEER, P. K. SINGH, P.RAJ, K. SINGHAL and NEERAJ MISRA, E-Journal of Chemistry,J.net Vol. 5, No.4, pp. 723-735, Octobre 2008.
- [49] A. Arej Kadhim, Structural and Optical prophéties of nanocube Al_{1-x}In_xSb thin films deposited by thermal evaporation technique. J , of Kufa – physic .University of Basrah, Vol.9, No.1 ,2017.
- [50] Chaned Wichasilp, Titipon Thongtem, Somchai Thongtem,Electric filed assisted processinge and characterization of AlSb nanocrystalys,J,Current Applied Pysics 11,1031-1034,2001.
- [51] Mojgan Goudarzi, Davood Ghanbari, Massoud Salavati-Niasari, Amin Ahmadi, Synthesis and Characterization of Al(OH)₃, Al₂O₃ Nanoparticles and Polymeric Nanocomposites, J, Clust Sci 27 :25–38 DOI 10.1007/s10876-015-0895-5,2016.

الملخص

لعدة سنوات، يتم تطوير نشاط بحثي قوي على سبائك الألمنيوم الانتيمونيد (AlSb) بدافع من إمكانية توسيع نطاق استخدام المكونات الالكتروضوئي والالكترونية مقارنة بالمركبات التقليدية الأخرى.

يهدف هذا العمل الى تجميع مساحيق $AlSbO_4$ بواسطة عملية Sol-gel ومن ثم توصيفها بمجموعة من تقنيات التوصيف (مطيافية FT-IR وحيود الاشعة السينية DRX) المتاحة على مستوى المختبر (مختبر الهندسة الفيزيائية).

الكلمات المفتاحية: FT-IR, DRX, Sol-gel, AlSb.

Abstract

For several years, a strong research activity is developing on aluminum / antimonide alloys (AlSb) motivated by the possibility of extending the range of use of optoelectronic and electronic components compared to other more conventional compounds (arsenides / phosphides).

This memory work aims to synthesize powders of $AlSbO_4$ by the Sol-gel process and then characterize them by a set of techniques (FT-IR spectroscopy and X-ray diffraction) available at the research laboratory of our university (The Laboratory of Physical Engineering and Laboratory of Synthesis and Catalysis).

Keywords : AlSb, Sol-gel, DRX, FT-IR

Résumé

Depuis plusieurs années, une forte activité de recherche se développe sur les alliages aluminium/antimoniures (AlSb) motivée par la possibilité d'étendre la gamme d'utilisation des composants optoélectroniques et électroniques par rapport aux autres composés plus classiques (arséniures/phosphures).

Ce travail de mémoire a pour objectif de synthétiser des poudres du $AlSbO_4$ par le procédé Sol-gel puis de les caractériser par l'ensemble de techniques de caractérisation (la spectroscopie FT-IR et la diffraction de rayons X) disponibles au niveau du laboratoire de recherche de notre université (La boratoire de Génie Physique et Laboratoire de Synthèse et de Catalyse).

Mots clés : AlSb, Sol-gel, DRX, FT-IR.

Chapitre I

Généralité sur
les alliages

les alliages

Chapitre II

Mode d'élaboration
et techniques de
caractérisations

caractérisations

Chapitre III

Résultats et
discussion

DISCUSSION



***Conclusion
générale***



***Introduction
générale***