

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



**Faculté des Sciences et technologie  
Département de Physique**

**MEMOIRE**

Présentée par

**RAHAL ACHOUR**

Pour l'obtention du diplôme de **Magister en physique**

**Option : MATIERE & RAYONNEMENT**

Thème :

**Elaboration des verres conducteurs par  
déposition de ZnO sur des verres  
ordinaires**

Thème soutenue le 10/01/ 2013

devant le jury composé de :

GUEDDA Elhabib	M.C Université d'El oued	Président
BENHAOUA Boubaker	M.C Université d'El oued	Rapporteur
AIDA Med Salah	Professeur Université Mentouri-Constantine	Examineur
RAHMANE Saad	M.C Université M. Khider-Biskra	Examineur

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : ETAT DE L'ART DE TCO.....</b>	<b>4</b>
<b>I -LES OXYDES TRANSPARENTS CONDUCTEURS.....</b>	<b>5</b>
<b>I -1- Propriétés électriques des TCO.....</b>	<b>6</b>
I -1.1- La largeur de la bande interdite des TCO .....	6
I -1.2- La conductivité électrique .....	7
I -1.3- Les oxydes transparents conducteurs à l'état intrinsèque et dopés .....	8
<b>I -2- Les propriétés optiques des oxydes transparents conducteurs... ..</b>	<b>10</b>
<b>I -3-L'oxyde de zinc ZnO .....</b>	<b>16</b>
I -3.1- Structure cristalline.....	16
I -3.2- Propriétés électriques.....	17
I -3.3-Propriétés optiques .....	18
I-3.4- Applications du Zn.....	18
<b>I -4 -L'oxyde d'étain SnO<sub>2</sub> .....</b>	<b>21</b>
I -4.1- Structure cristalline .....	21
I -4.2- Propriétés électriques.....	22
I -4.3- Propriétés optiques .....	23
I-4.4- Applications du SnO <sub>2</sub> .....	24
<b>I-5-Conclusion .....</b>	<b>26</b>
<b>Références du chapitre I ... ..</b>	<b>27</b>
<b>CHAPITRE 2 : TECHNIQUES DE DEPOT DES TCO.....</b>	<b>30</b>
<b>II.1- Notion de couche mince .....</b>	<b>31</b>
<b>II.2- Principe de dépôt de couches minces .....</b>	<b>32</b>
<b>II.3- Techniques de déposition des couches minces .....</b>	<b>32</b>
II.3.1- La pulvérisation cathodique .....	33
II.3.2- Dépôt par évaporation .....	35
II.3.3- L'Epitaxie par Jets Moléculaires (EJM) .....	36
II.3.4- Ablation laser .....	36
II.3.5- Dépôt chimique en phase vapeur (CVD) .....	37
II.3.6- Méthode de sol gel .....	38
II.3.7- Méthode de spray ultrasonique .....	40
II.3.7.1- Principe général du procédé spray .....	40
II.3.7.2- Principe du procédé Spray ultrasonique .....	41
<b>II.4- Mécanisme de croissance des couches minces :.....</b>	<b>42</b>

II.4.1- Introduction.....	42
II.4.1.1- La nucléation.....	42
II.4.1.2- la coalescence .....	43
II.4.1.3- La croissance .....	44
II.4.2- Energie de surface, modes de croissance .....	45
<b>Références du chapitre II .....</b>	<b>47</b>
<b>CHAPITRE 3 : ELABORATION &amp; CARACTERISATION DE ZnO ET SnO<sub>2</sub> .....</b>	<b>49</b>
<b>III.1- Système de depot spray ultrasonique .....</b>	<b>50</b>
III.1.a- Montage utilisé .....	50
III.1.b- Role des éléments du montage .....	51
<b>III.2-Etude des couches minces de ZnO non dopé et dopé Aluminium .....</b>	<b>51</b>
III.2.1- Choix du précurseur pour l'élaboration des couches minces de ZnO .....	51
III.2.2- Choix du dopant des couches minces de ZnO .....	52
III. 2.3- Préparation des solutions pour l'élaboration des couches minces de ZnO .....	52
III.2.4- Procédure de dépôt des couches minces de ZnO .....	52
III.2.4.1- Conditions expérimentales des couches minces de ZnO .....	53
<b>III.3- Elaboration des couches minces de SnO<sub>2</sub> non dopé et dopé Fluore .....</b>	<b>54</b>
III.3.1- Choix du précurseur pour l'élaboration des couches minces de SnO <sub>2</sub> .....	54
III.3. 2- Choix du dopant des couches minces de SnO <sub>2</sub> .....	54
III.3.3- Procédure de dépôt des couches minces de SnO <sub>2</sub> .....	54
III.3.3.1- Conditions expérimentales des couches minces de SnO <sub>2</sub> .....	54
<b>III.4- Procédure expérimentale .....</b>	<b>55</b>
III.4.a- substrat de dépôt (solide glass) .....	55
III.4.b- Préparation des substrats .....	55
<b>III.5- Techniques de caractérisation .....</b>	<b>56</b>
<b>III.5.1- Caractérisation optique .....</b>	<b>56</b>
III.5.1.1- Mesure de la transmittance .....	56
III.5.1.2- La spectroscopie UV-visible .....	56
III.5.1.3- Les spectres de transmittance .....	57
III.5.1.4- Les spectres d'absorption .....	58
III.5.1.5- Détermination du seuil d'absorption optique .....	59
III.5.1.6- Détermination de la largeur de queue de bande .....	60
<b>III.5.2- Mesure de l'épaisseur .....</b>	<b>60</b>
III.5.2.1- La méthode des franges d'interférences .....	60

<b>III.5.3- Caractérisation structurale des couches</b> .....	<b>62</b>
III.5.3.1- Diffraction de rayon X .....	62
III. 5.3.2- Appareillage .....	63
III. 5.3.3- Principe .....	64
<b>III.5.4- Dispositif à quatre pointes</b> .....	<b>66</b>
<b>Références du chapitre III</b> .....	<b>68</b>
<b>CHAPITRE IV: RESULTATS &amp; DISCUSSIONS</b> .....	<b>70</b>
<b>IV.1- Propriétés structurales</b> .....	<b>71</b>
IV.1.1 - Spectres des rayons X .....	71
IV.1.2- La taille des grain .....	73
IV.1.3- L'étude des contraintes en fonction du dopage de ZnO .....	74
<b>IV.2- Propriétés optiques</b> .....	<b>75</b>
IV.2.1- Effet de la température de dépôt sur les spectres de transmittance des couches de ZnO .....	75
IV.2.2- Effet de la concentration du dopant sur les spectres de transmittance des couches de ZnO .....	76
IV.2.3- Variation du gap optique en fonction de la concentration d'Aluminium dans la solution de départ .....	78
IV.2.4- Variation de l'énergie d'Urbach ( $E_{Urb}$ ) en fonction du dopage dans la solution de départ.....	80
IV.2.5- Corrélation entre le désordre et le gap optique en fonction du dopage .....	81
IV.2.6- Détermination de l'indice de réfraction et l'épaisseur .....	82
<b>IV.3- Influence de la température de dépôt sur la structure des couches</b> .....	<b>83</b>
<b>IV.4- Propriétés électriques</b> .....	<b>85</b>
IV.4.1- Résistivité électrique .....	85
IV.4.2- Conductivité électrique .....	86
<b>IV.5- Caractérisations des couches de SnO<sub>2</sub> dopé fluor</b> .....	<b>87</b>
IV.5.1- Propriétés structurales .....	87
IV.5.2- Propriétés Optiques .....	88
IV.5.2.1- Détermination du gap optique des couches minces de SnO <sub>2</sub> .....	89
IV.5.2.2- Détermination de l'épaisseur et le nombre des porteurs optiquement .....	90
IV.5.3- Propriétés électriques .....	91
<b>Références du chapitre IV</b> .....	<b>93</b>
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>94</b>