

## Table des matières

Dédicace.....	i
Remerciements.....	ii
Table des matières.....	iv
Liste des abréviations et symbols.....	ix
Liste des tableaux.....	xiii
Liste des figures.....	xv
Résumé.....	xix
Resumen.....	xx
Resum.....	xxi
Resumen.....	xxii
Abstract.....	xxiii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
Références bibliographiques.....	6
<b>CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA CONVERSION PHOTOVOLTAIQUE.....</b>	<b>9</b>
Introduction.....	10
<b>I.1- Description du soleil et mouvement terre-soleil.....</b>	<b>10</b>
I.1.1- Description du soleil.....	10
I.1.2- Mouvement terre-soleil.....	11
I.1.2.1- Mouvement de la terre autour du soleil.....	11
I.1.2.2- Mouvement apparent du soleil.....	12
<b>I.2- Rayonnement solaire.....</b>	<b>13</b>
I.2.1- Constante solaire.....	13
I.2.2- Atténuation du rayonnement solaire.....	14
I.2.3- Rayonnement reçu au sol.....	14
I.2.4- Spectre solaire.....	15
<b>I.3- Energie photovoltaïque.....</b>	<b>17</b>
I.3.1- Généralités sur l'énergie photovoltaïque.....	17
I.3.1.1- Contexte.....	17

I.3.1.2- Principe de l'effet photovoltaïque.....	19
I.3.2- Cellules photovoltaïques.....	22
I.3.2.1- Historique.....	22
I.3.2.2- Structure des cellules photovoltaïques.....	23
I.3.2.3- Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.....	25
I.3.2.4- Circuit équivalent.....	26
I.3.3- Caractéristique courant-tension d'une cellule photovoltaïque.....	28
I.3.3.1- Courant de court-circuit.....	29
I.3.3.2- Tension en circuit ouvert.....	29
I.3.3.3- Facteur de forme.....	30
I.3.3.4- Rendement de conversion.....	30
I.3.4- Différentes générations des cellules photovoltaïques.....	30
I.3.4.1- Première génération.....	31
I.3.4.2- Deuxième génération.....	31
I.3.4.3- Troisième génération.....	32
I.3.5- Avantages et inconvénients de l'énergie photovoltaïque.....	34
I.3.5.1- Avantages de l'énergie photovoltaïque.....	34
I.3.5.2- Inconvénients de l'énergie photovoltaïque.....	35
<b>I.4- Différentes filières des cellules photovoltaïques.....</b>	<b>35</b>
I.4.1- Filière silicium.....	35
I.4.1.1- Filière silicium monocristallin.....	35
I.4.1.2- Filière polycristallin.....	36
I.4.1.3- Filière silicium amorph.....	37
I.4.2- Filière CIGS.....	38
I.4.3- Filière CdTe.....	40
I.4.4- Cellules organiques.....	40
I.4.5- Filière Graetzel.....	41
I.4.6- Filière pérovskite.....	42
Conclusion.....	44
Références bibliographiques.....	45

<b>CHAPITRE II : COUCHES MINCES DE TiO<sub>2</sub>, NiO ET ZnO.....</b>	<b>50</b>
Introduction.....	51
<b>II.1- Applications des oxydes transparents conducteurs.....</b>	<b>51</b>
II.1.1- Capteur à gaz.....	51
II.1.2- Revêtement couches minces protectrices.....	52
II.1.3- Système optoélectronique.....	53
II.1.4- Cellules solaires.....	54
<b>II.2- Couches minces et leurs techniques de dépôts.....</b>	<b>54</b>
II.2.1- Couches minces.....	54
II.2.2- Techniques de dépôts.....	54
II.2.2.1- Processus physique de dépôt.....	55
II.2.2.1.1- Ablation laser.....	55
II.2.2.1.2- Evaporation sous vide.....	56
II.2.2.1.3- Epitaxie par jet moléculaire.....	57
II.2.2.1.4- Pulvérisation cathodique.....	57
II.2.2.2- Processus chimique de dépôt.....	59
II.2.2.2.1-Dépôt chimique en phase vapeur.....	59
II.2.2.2.2- Spray pyrolyse.....	60
II.2.2.2.3- Sol-gel.....	61
II.2.2.2.4- Dépôt par bain chimique.....	63
<b>II.3- Propriétés des couches minces métalliques.....</b>	<b>63</b>
II.3.1- Propriétés de TiO <sub>2</sub> .....	63
II.3.2- Propriétés de NiO.....	69
II.3.3- Propriétés de ZnO.....	71
<b>II.4- Travaux réalisés sur quelques oxydes transparents conducteurs.....</b>	<b>73</b>
II.4.1- Travaux réalisés sur le TiO <sub>2</sub> .....	73
II.4.2- Travaux réalisés sur le NiO.....	78
II.4.3- Travaux réalisés sur le ZnO.....	81
Conclusion.....	86
Références bibliographiques.....	88

<b>CHAPITRE III : TECHNIQUES EXPERIMENTALES.....</b>	<b>94</b>
Introduction.....	95
<b>III.1- Choix des techniques de dépôt.....</b>	<b>95</b>
III.1.1- Dépôt par spray pyrolyse.....	95
III.1.2- Dépôt par spin coating.....	95
<b>III.2- Choix et traitement des substrats.....</b>	<b>95</b>
III.2.1- Choix des substrats.....	95
III.2.2- Traitement des substrats.....	96
<b>III.3- Préparation des solutions pour les différents dépôts.....</b>	<b>97</b>
III.3.1- Solution de ZnO.....	97
III.3.2- Solution de TiO <sub>2</sub> .....	97
III.3.3- Solution de NiO .....	98
III.3.4- Solution de pérovskite.....	98
<b>III.4- Procédure de dépôt des couches minces.....</b>	<b>100</b>
III.4.1- Dépôt par spray pyrolyse.....	100
III.4.2- Dépôt par spin coating.....	101
<b>III.5- Techniques de caractérisations.....</b>	<b>103</b>
III.5.1- Diffraction des rayons X.....	103
III.5.1.1- Méthode.....	103
III.5.1.2- Détermination de quelques paramètres.....	104
III.5.1.3- Diffractomètre DRX.....	105
III.5.2- Caractérisation optique.....	105
III.5.2.1- Spectromètre.....	105
III.5.2.2- Détermination du coefficient d'absorption.....	106
III.5.2.3- Détermination de l'énergie de la bande interdite E <sub>g</sub> .....	107
III.5.2.4- Calcul de l'épaisseur.....	107
III.5.3- Microscope électronique à balayage.....	108
Conclusion.....	109
Références bibliographiques .....	110

<b>CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....</b>	<b>112</b>
Introduction.....	113
<b>IV.1- Etude des couches minces de ZnO, TiO<sub>2</sub> et NiO.....</b>	<b>113</b>
IV.1.1- Analyse de la diffraction des rayons X.....	113
IV.1.2- Analyse de la spectroscopie UV-Visible.....	116
IV.1.3- Analyse de la microscopie électronique à balayage.....	118
<b>IV.2- Etude de l'influence de la concentration de TiO<sub>2</sub>.....</b>	<b>120</b>
IV.2.1- Analyse de la diffraction des rayons X.....	120
IV.2.2- Analyse de la spectroscopie UV-Visible.....	121
IV.2.3- Analyse de la microscopie électronique à balayage.....	122
<b>IV.3- Etude de l'influence du nombre de couche de ZnO.....</b>	<b>123</b>
IV.3.1- Analyse de la diffraction des rayons X.....	123
IV.3.2- Analyse de la spectroscopie UV-Visible.....	126
IV.3.3- Analyse de la microscopie électronique à balayage.....	127
<b>IV.4- Etude de l'influence de la concentration de ZnO.....</b>	<b>128</b>
IV.4.1- Analyse de la diffraction des rayons X.....	128
IV.4.2- Analyse de la spectroscopie UV-Visible.....	130
IV.4.3- Analyse de la microscopie électronique à balayage.....	131
<b>IV.5- Etude du dopage de ZnO par l'alumine.....</b>	<b>132</b>
IV.5.1- Analyse de la diffraction des rayons X.....	132
IV.5.2- Analyse de la spectroscopie UV-Visible.....	133
IV.5.3- Analyse de la microscopie électronique à balayage.....	134
<b>IV.6- Etude de l'hétérojonction ZnO/MAPbBr<sub>2</sub>I.....</b>	<b>135</b>
IV.6.1- Analyse de la diffraction des rayons X.....	135
IV.6.2- Analyse de la spectroscopie UV-Visible.....	137
IV.6.3- Analyse de la microscopie électronique à balayage.....	138
<b>IV.7- Etude de mixage de l'hétérojonction MAPbI<sub>3</sub>.....</b>	<b>139</b>
IV.7.1- Analyse de la diffraction des rayons X.....	139
IV.7.2- Analyse de la spectroscopie UV-Visible.....	141
IV.7.3- Analyse de la microscopie électronique à balayage.....	143

IV.7.4- Etude de la dégradation des échantillons de pérovskite.....	144
Conclusion.....	147
Références bibliographiques.....	149
CONCLUSION GENERALE.....	151
ANNEXE.....	154