

# LISTE DE FIGURES

## CHAPITRE I

Figure I.1 : Représentation graphique des spectres AM0 et AM1.5 .....	3
Figure I.2 : Transitions inter-bandes d'électrons dans un semi-conducteur.....	4
Figure I.3 : Coefficient d'absorption du silicium et profondeur de pénétration.....	5
Figure I.4 : L'effet photovoltaïque.....	7
Figure I.5 : Structure (a) et diagramme de bande (b) d'une cellule photovoltaïque. Les.....	7
Figure I.6 : Principales pertes intrinsèques pour une cellule photovoltaïque en silicium. ....	9
Figure I.7 : Rendement quantique externe d'une cellule photovoltaïque .....	11
Figure I.8 : Schéma électrique équivalent d'une cellule photovoltaïque.....	12
Figure I.9 : Jonction P-N .....	13
Figure I.10 : Jonction P-N .....	13
Figure I.12 : La caractéristique d'une cellule photovoltaïque non éclairée est celle en.....	14
Figure I.13 : les différentes zones de caractéristique $I=f(V)$ d'une cellule photovoltaïque .....	15
Figure I.14 : Schéma électrique d'une cellule photovoltaïque en court-circuit .....	16
Figure I.15 : Schéma électrique d'une cellule Photovoltaïque en circuit ouvert.....	16
Figure I.16 : détermination graphique de résistance shunt Et série.....	17
Figure I.17: La caractéristique de $I=f(V)$ en fonction de température .....	18
Figure I.18 : La caractéristique de $P= f(V)$ en fonction de température.....	18
Figure I.19 : La caractéristique $I=f(v)$ en fonction de l'éclairement.....	19
Figure I.20 : La caractéristique $P=f(v)$ en fonction de l'éclairement.....	19
Figure I.21: Caractéristique courant tension de $N_s$ cellule en série .....	20
Figure I.22 : Caractéristique courant tension de $(N_p)$ cellule en parallèle.....	20
Figure I.23 : Types de cellules photovoltaïques. (A) silicium monocristallin, .....	21

## Liste de figures

Figure I-24 : Maille élémentaire d'un cristal de silicium .....	22
Figure I. 25. Principe de la cellule à hétérojonction [17] .....	22
Figure I. 26. Schéma de principe d'un concentrateur photovoltaïque [17]. .....	24
Figure I. 27. Schéma de principe d'une cellule organique [17] .....	25
Figure I. 28. Cellule solaire tout.....	26
Figure I. 29. Procédé technologique de dépôt chimique nommé PECVD [17]. .....	27
Figure I. 30. -Schéma de principe d'une cellule à base de silicium amorphe .....	27
Figure I. 31. Schéma simplifié d'un module a-Si en couche mince.....	28
Figure I. 32. Principaux nano-objets 1D : les nano fils, les nanotubes, les nano bâtonnets .....	31
Figure I. 33. Evolution théorique et expérimentale de ZT .....	31

## CHAPITRE II :

Figure II-1: Les deux approches de fabrication de nanostructures.....	34
Figure II-2: Les trois principaux modes de croissance des nanostructures .....	35
Figure II-3: Schéma de principe de l'ablation laser .....	36
Figure II-4:Image TEM de nano fils de silicium élaboré par ablation laser [24] .....	37
Figure II-5: Schéma de principe de l'épitaxie par jet moléculaire (MBE) .....	38
Figure II-6 : Schéma des étapes utilisées lors du processus MBE, et les images MEB .....	38
Figure II-7: Images MEB de nanotubes de carbone et nano fils de silicium obtenus, .....	39
Figure II-8: Schéma descriptif du réacteur PECVD,.....	40
Figure II-9: Diagramme de phase binaire (Au-Si)[31] .....	41
Figure II-10: Précipitation d'un nano fil par le mode de croissance VLS [31]......	42
Figure I-11: A) Image MEB des nano fils de silicium synthétisés par VLS, B) un nano fil.....	42
Figure II-12:Vue schématique de la réalisation de nano fils hétéro structurés par VLS.....	43
(a) l'incorporation préférentielle d'un réactif mène à la croissance axiale 1D ; .....	43
Figure II-13 : Représentation schématique du mécanisme de croissance VSS.....	44

## Liste de figures

Figure II-14: Image MEB de nano fils de silicium obtenus par croissance VSS .....	44
Figure II-15: Représentation schématique du mécanisme de croissance SLS. ....	45
Figure II-16 : Image MEB de nano fils de silicium obtenus par SLS. ....	45
Figure II-17 : (a-d) Image MET (a) de nano fil de Si obtenus par croissance assistée .....	47
Figure II-18 :(a) Principe de la photolithographie, (b) Elaboration de nano fils .....	48
Figure II-19: Schéma d'un réacteur de gravure RIE. ....	50
Figure II-20: (a) Gravure Isotrope et (b) Gravure Anisotrope. ....	51
Figure II-21: Gravure de silicium dans une solution aqueuse à base d'HF. ....	52
Figure II.22 (a) Transistor conventionnel à effet de champ (MOSFET) .....	55
par la grille. (d) Transistor MOS à grille en face arrière à canal nanofil. ...	55
Figure II.23 détection d'un virus à l'aide d'un MOSFET à canal nano fil .....	56
Figure II.24- (a) Cellule solaire à nano fil unique à jonction radiale p-i-n. ....	58

## CHAPITRE III :

Figure III 1 – Schéma de la cellule solaire à nano fils. Les différentes couches .....	60
Figure III.2 – Images SEM d'une cellule à nano fils avec les couches de a. ....	62
Figure III.3 – Image SEM d'une cellule à nano fils qui montre la variation d'épaisseur .....	62
Figure III.4 – Schéma de la cellule solaire à nano fil vue de haut, avec la grille .....	63
Figure III.5 – Images SEM de la cellule finale sur (a) une zone sans grille et (b) sur une zone. ....	64
Figure III.6 – Caractéristique courant-tension de la cellule à nano fils. ....	64
Figure III.7 – (a) Caractéristique courant-tension de la cellule à nano fils sous obscurité .....	64
Figure III.8 – Mesures de réflectivité de la cellule à nano fils comparée à un substrat d. ....	66
Figure III.9 – Mesure de rendement quantique (a) externe et (b) interne de la cellule .....	67
Figure III.10 – Diffusion de la lumière par un fil de longueur infinie. ....	67
Figure III.11 (a) Section transversale d'un nanofil coaxial de cœur Si .....	73

## Liste de figures

Figure III.12. (a) Efficacités d'absorption $Q_{scaUP}$ et $Q_{scaUP}$ de diffusion de la lumière.....	76
Figure III.13 – (a) Spectre d'efficacité d'absorption d'un nanofil .....	77
Figure III.14 – Idem mais pour un nanofil cœur/gain Si/Ge .....	78
Figure III.15 – Variation de la valeur t de l'épaisseur de la gaine .....	79
Figure III.16: Structure de la cellule de référence simulée sous Microvolt.....	81
Figure III.17. la simulation de nano fils avec un profil de génération substitué.....	81
Figure III.18. Maillages qu'utilises dans la modélisation 3D de nano fils.....	82
Figure III.19. Nano fil Utilisation de coordonnées radiales.....	82
Figure III.20. Evolution de la caractéristique I-V en fonction de la largeur.....	83
Figure III.21. Evolution du rendement de la cellule en fonction la longueur des nan fils .....	83
Figure III.22 Evolution du courant de court-circuit (a), de la tension de circuit.....	84
Figure III.23 Evolution du rendement de la cellule en fonction du dopage du substrat Pour la cellule de référence et pour deux diamètres.....	85
Figure III.24. Schéma de la cellule p-i-n simulée. ....	86
Figure III.25. Variation des caractéristiques de la cellule p-i-n en fonction de l'épaisseur de la couche intrinsèque : (a) le courant de court-circuit JSC, (b) la tension en circuit-ouvert VOC, (c) le facteur de forme (FF) et (d) l'efficacité. ....	89
Figure III.26. Variation de la réponse spectrale de la cellule p-i-n en fonction de l'épaisseur de la .....	90
Figure III.27. Variation des caractéristiques de la cellule p-i-n en fonction de l'épaisseur de .....	92
Figure III.28. Variation de la réponse spectrale de la cellule p-i-n en fonction de l'épaisseur de la .....	92
Figure III.29. Variation des caractéristiques de la cellule p-i-n en fonction de l'épaisseur de la .....	94
Figure III.30. Variation de la réponse spectrale de la cellule p-i-n en fonction de l'épaisseur de .....	94
Figure III.31. Variation des caractéristiques de la cellule p-i-n en fonction du gap de la couche pnc-Si:H.....	95
Figure III.32. Variation de la réponse spectrale de la cellule p-i-n en fonction du gap de la couche ....	96
Figure III.33. Diagramme de bande d'énergie de la cellule p-i-n. ....	97
Figure III.34. Diagrammes de bande d'énergie de la cellule p-i-n pour différentes valeurs du gap .....	98
Figure III.35. Variation des caractéristiques de la cellule p-i-n en fonction du gap de la couche.....	99
Figure III.36. Diagrammes de bande d'énergie de la cellule p-i-n pour différentes valeurs du gap ....	100
Figure III.37. Variation des caractéristiques de la cellule p-i-n en fonction du gap de la couche.....	101
Figure III.38. Variation de la réponse spectrale de la cellule p-i-n en fonction du gap de la couche ..	102

## *Liste de figures*

Figure III.39. Diagrammes de bande d'énergie de la cellule p-i-n pour différentes valeurs du gap de la.....	102
---	-----