

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1. Les diodes électroluminescentes organiques . . .	5
1.1. Introduction	5
1.2. Rappels d'optique	6
1.2.1. Photométrie et radiométrie	6
1.2.2. Couleurs.	8
1.2.2.1. Diagramme de chromaticité	8
1.2.2.2. Température de couleur.	9
1.2.2.3. Indice de rendu des couleurs.	10
1.3. Principe de fonctionnement des OLED.	10
1.3.1. LED à jonction P-N	10
1.3.1.1. Principe de fonctionnement	10
1.3.1.2. Matériaux et couleurs	13
1.3.1.3. Extraction de la lumière émise	14
1.3.1.4. Rendements des LED	17
1.3.2. OLED	19
1.3.2.1. Principe de fonctionnement	20
1.3.2.2. Formation et recombinaison des excitons	22
1.3.2.3. Matériaux et couleurs	25
1.3.2.4. OLED et émission de lumière blanche	28
1.3.2.5. Émission de la lumière vers le milieu extérieur	32
1.3.2.6. OLED transparente	36
1.3.2.7. OLET	37

1.3.2.8. Rendements des OLED	39
1.4. Applications des OLED	40
1.4.1. OLED pour l'éclairage	41
1.4.2. OLED pour l'affichage	43
1.4.2.1. Écrans à matrices passives PMOLED	43
1.4.2.2. Écrans à matrices actives AMOLED	44
1.4.3. OLED pour les équipements d'automobile	45
1.5. Conclusion	45
Chapitre 2. Les cellules solaires organiques	47
2.1. Introduction	47
2.2. Spectre solaire	48
2.3. Principe de fonctionnement	50
2.3.1. Absorption des photons	51
2.3.2. Diffusion des excitons	52
2.3.3. Dissociation des excitons	52
2.3.4. Diffusion des porteurs vers les électrodes	55
2.3.5. Collecte des charges	56
2.3.6. Optimisation des processus pour une cellule solaire organique	56
2.4. Paramètres caractéristiques des cellules solaires	57
2.4.1. Caractéristiques courant-tension	57
2.4.2. Paramètres photovoltaïques d'une cellule solaire	59
2.4.2.1. Courant de court-circuit	60
2.4.2.2. Tension à circuit ouvert	60
2.4.2.3. Facteur de forme	61
2.4.3. Rendement	63
2.5. Matériaux organiques	64
2.5.1. Matériaux donneurs d'électrons	65
2.5.2. Matériaux accepteurs d'électrons	67
2.5.2.1. Fullerènes	67
2.5.2.2. Non-fullerènes	67
2.6. P3HT:PCBM	68
2.7. Pérovskite	71
2.7.1. Structure de la pérovskite	72
2.7.2. Cellules solaires à base de pérovskite	73
2.7.3. Rendement de conversion	75

2.7.4. Problèmes de l'emploi des cellules à base de pérovskite	75
2.7.4.1. Toxicité du plomb	76
2.7.4.2. Instabilité et dégradation de la pérovskite	76
2.7.4.3. Hystérésis des caractéristiques courant-tension	78
2.8. Cellules solaires à base de matériaux organiques, hybrides et de silicium	79
2.9. Stratégies pour améliorer les performances des cellules solaires organiques et hybrides.	82
2.9.1. Semi-conducteurs (SC) à faible gap	83
2.9.2. Cellules tandem	85
2.9.2.1. Sous-cellules branchées en série ou terminal 2 fils	86
2.9.2.2. Sous-cellules branchées en parallèle ou terminal 3 fils	86
2.9.2.3. Types de cellules tandem selon les matériaux	87
2.10. Conclusion.	89

Chapitre 3. Les transistors organiques 91

3.1. Introduction	91
3.2. Principe de fonctionnement	92
3.2.1. Effet transistor	93
3.2.2. Effet de champ	94
3.2.2.1. Diodes métal/isolant/SC ou MIS	94
3.2.2.2. Fonctionnement des transistors OFET	96
3.2.2.3. Structures des transistors OFET	98
3.2.2.4. Caractéristique courant-tension	100
3.3. Paramètres d'un OFET	101
3.3.1. Mobilité des porteurs	102
3.3.2. Résistance de contact	103
3.3.2.1. Techniques de mesure de la résistance de contact	103
3.3.2.2. Origine de la résistance de contact	104
3.3.3. Hystérésis	107
3.3.4. Stress de tension V_{GS}	108
3.3.5. Rapport de courant I_{on}/I_{off}	108
3.4. Matériaux	109
3.4.1. Métaux utilisés pour les électrodes	109
3.4.2. Matériaux diélectriques	110
3.4.2.1. Capacité de la couche isolante.	110

3.4.2.2. Effets de la couche isolante	111
3.4.2.3. Matériaux isolants	112
3.4.3. Matériaux organiques actifs	115
3.4.3.1. Polymères	116
3.4.3.2. Petites molécules	119
3.5. SC et transistors ambipolaires	121
3.5.1. SC ambipolaires	122
3.5.2. Transistors ambipolaires	123
3.6. Transistors électroluminescents	124
3.6.1. OLET ambipolaires à structure BHJ	125
3.6.2. OLET ambipolaires à SC unique	125
3.6.3. OLET verticaux	127
3.7. Applications des OFET	128
3.7.1. Étiquettes d'identification RFID	128
3.7.2. Capteurs	129
3.7.3. Écrans à matrice active	131
3.8. Conclusion	131

Chapitre 4. Le triangle de Brabec 133

4.1. Introduction	133
4.2. Rendement des dispositifs	134
4.2.1. Rendement des OLED	134
4.2.2. Rendement des cellules solaires	136
4.2.2.1. Cellules solaires organiques	136
4.2.2.2. Cellules solaires à base de pérovskite	138
4.2.3. Performances des OFET	140
4.3. Stabilité des matériaux et des dispositifs	141
4.3.1. Processus de dégradation des matériaux et dispositifs organiques	141
4.3.1.1. Dégradation des matériaux	142
4.3.1.2. Dégradation des dispositifs	143
4.3.2. Classification des mécanismes de dégradation des dispositifs	143
4.3.2.1. Dégradation par croissance des points noirs	144
4.3.2.2. Dégradation intrinsèque	145
4.3.2.3. Dégradation extrinsèque	147
4.3.3. Dégradation des OFET	150

4.3.3.1. Rôle des facteurs intrinsèques	151
4.3.3.2. Rôle des facteurs extrinsèques	152
4.3.4. Mesures de la durée de vie des dispositifs	154
4.3.4.1. Détermination de la durée de vie des dispositifs . . .	154
4.3.4.2. Amélioration de la durée de vie des dispositifs	157
4.4. Coût de production et commercialisation des dispositifs organiques	160
4.4.1. Production des OLED	161
4.4.2. Production des OSC	162
4.4.3. Production des OFET	164
4.5. Synthèse sur les critères de Brabec	165
4.6. Dimension environnementale.	166
4.6.1. Analyse du cycle de vie	167
4.6.2. Coût actualisé de l'énergie	169
4.6.3. Temps de récupération énergétique.	170
4.6.4. Cycle de vie des cellules solaires organiques.	170
4.6.5. Devenir des polluants libérés.	171
4.6.5.1. Dégradation des cellules et modules.	172
4.6.5.2. Émission des gaz à effet de serre	172
4.6.5.3. Toxicité des matériaux polluants	173
4.6.6. Production en masse et environnement	175
4.7. Perspectives et évolution.	177
Liste des acronymes	183
Bibliographie.	191
Index	207
Sommaire de <i>Introduction à l'électronique organique 1</i>	209