

Table des matières

| | |
|--|-----|
| Avant-propos | VII |
| Chapitre 1 ■ Énergie lumineuse et conversion photovoltaïque | 1 |
| 1.1 La lumière sous toutes ses formes | 1 |
| 1.1.1 Dualité onde-particule | 2 |
| 1.1.2 Sources de lumière | 4 |
| 1.2 Le rayonnement solaire terrestre | 8 |
| 1.2.1 Géométrie Terre-Soleil | 8 |
| 1.2.2 Caractéristiques du rayonnement solaire | 11 |
| 1.2.3 Le rayonnement solaire sur notre planète | 16 |
| 1.3 La conversion photovoltaïque | 24 |
| 1.3.1 L'absorption de la lumière | 25 |
| 1.3.2 Le transfert d'énergie des photons aux charges électriques | 28 |
| 1.3.3 La collecte des charges | 32 |
| 1.4 Le fonctionnement de la jonction photovoltaïque | 35 |
| 1.4.1 Caractéristique courant/tension | 35 |
| 1.4.2 Réponse spectrale | 39 |
| Chapitre 2 ■ Technologie des panneaux solaires | 41 |
| 2.1 Cellules et panneaux au silicium cristallin | 42 |
| 2.1.1 Préparation du silicium et des cellules | 42 |
| 2.1.2 Propriétés des cellules cristallines | 55 |
| 2.1.3 De la cellule au panneau photovoltaïque | 60 |
| 2.1.4 Caractéristiques électriques et climatiques des panneaux | 65 |
| 2.1.5 Assemblage de panneaux | 72 |
| 2.2 Cellules et panneaux couches minces | 77 |
| 2.2.1 La particularité des couches minces | 77 |
| 2.3 Panneaux au CdTe | 77 |
| 2.4 Panneaux au CIS et CIGS | 79 |
| 2.5 Panneaux spéciaux | 79 |
| 2.5.1 Panneaux souples | 79 |
| 2.5.2 Éléments architecturaux | 80 |

| | |
|---|------------|
| Chapitre 3 ■ Équipements pour installations raccordées au réseau | 85 |
| 3.1 Panneaux solaires | 86 |
| 3.1.1 Grands panneaux à cellules de 166, 182 ou 210 mm | 87 |
| 3.1.2 Panneau en couches minces de 440 W | 89 |
| 3.1.3 Vieillissement, points critiques | 91 |
| 3.1.4 Fiabilité des producteurs | 92 |
| 3.1.5 Retour d'expérience | 92 |
| 3.1.6 Vieillissement actuel | 93 |
| 3.2 Installation mécanique des panneaux | 94 |
| 3.2.1 Structures support | 94 |
| 3.2.2 Types de montage | 95 |
| 3.2.3 Panneaux solaires pour intégration en toiture | 97 |
| 3.3 Onduleurs | 98 |
| 3.3.1 Critères de choix | 99 |
| 3.3.2 Rendement de l'onduleur | 100 |
| 3.3.3 Rendement européen | 101 |
| 3.3.4 Transformateur d'isolement et mise à la terre | 102 |
| 3.3.5 Tension de l'onduleur | 104 |
| Chapitre 4 ■ Systèmes basse puissance | 107 |
| 4.1 Choix techniques | 107 |
| 4.2 Étapes du projet | 108 |
| 4.3 Dimensionnement | 109 |
| 4.3.1 Localisation du bâtiment | 110 |
| 4.3.2 Données météorologiques | 110 |
| 4.3.3 Autoconsommation et stockage | 120 |
| 4.4 Dessin 3D et calcul des ombrages | 125 |
| 4.4.1 Importance de l'environnement | 131 |
| 4.4.2 Puissance de l'onduleur et du champ photovoltaïque | 134 |
| 4.5 Exemple d'intégration | 135 |
| 4.6 Montage et câblage | 136 |
| 4.7 Effets d'ombrages | 137 |
| Conclusion | 138 |
| Chapitre 5 ■ Centrales photovoltaïques | 139 |
| 5.1 Montage en dômes | 139 |
| 5.2 Montage en sheds fixes et suiveurs | 140 |
| 5.3 Données climatiques | 141 |
| 5.4 Étapes du projet | 142 |

| | |
|--|------------|
| 5.5 Dimensionnement | 144 |
| 5.5.1 Variante modules standards | 144 |
| 5.5.2 Variante modules bifaciaux | 160 |
| 5.5.3 Variante suiveurs standards | 162 |
| 5.5.4 Variante suiveurs bifaciaux | 166 |
| 5.6 Centrale solaire | 168 |
| 5.6.1 Variante centrale à – 20 degrés est | 169 |
| 5.6.2 Variante centrale à sheds orientés sud | 172 |
| 5.6.3 Terrain – sol irrégulier | 175 |
| 5.7 Variabilité, P90, TMY | 179 |
| 5.7.1 Variabilité | 179 |
| 5.7.2 P90 | 180 |
| 5.7.3 TMY | 181 |
| Conclusion | 182 |
| | |
| Chapitre 6 ■ Contrôle et maintenance des systèmes photovoltaïques | 183 |
| 6.1 Précision de la simulation | 184 |
| 6.2 Simulation « ciel clair » | 189 |
| 6.2.1 Salissures | 189 |
| 6.2.2 Vieillissement | 191 |
| | |
| Conclusion | 197 |
| Annexes | 199 |
| 1 Grandeurs physiques et unités | 201 |
| 2 Données d'ensoleillement | 205 |
| Bibliographie | 206 |
| Organismes et associations | 209 |
| Lexique | 211 |
| Index | 213 |