

Sommaire

Introduction.....	1
Chapitre 1 Les batteries	2
1 Les différentes technologies de batteries acide-plomb.....	3
1.1 Les batteries ouvertes.....	4
1.2 Les batteries étanches	5
2 La décharge d'une batterie acide-plomb.....	6
2.1 Principe électrochimique de la décharge	7
2.2 Décharge profonde & Phénomène de sulfatation	10
2.3 Autodécharge des batteries	12
3 La charge d'une batterie acide-plomb.....	15
3.1 Principe électrochimique de la charge	15
3.2 Stratification de l'électrolyte & Surcharge	17
3.3 Vitesse de charge.....	22
4 Tension(s) des batteries acide-plomb.....	24
4.1 Caractéristiques courant-tension.....	24
4.2 Evolution de la tension pendant la décharge	28
4.3 Effet de la température sur la tension	29
5 Capacité(s) des batteries acide-plomb	30
5.1 Définition de la capacité d'une batterie	30
5.2 Capacité nominale	31
5.3 Loi de peukert	31
5.4 Effet de la température sur la capacité	36
6 Entretien et maintenance des batteries	37
6.1 Température de fonctionnement des batteries.....	37

6.2	Ventilation du local batteries	37
6.3	Mise à niveau du volume d'eau des batteries	40
6.4	Nettoyage des batteries.....	41
Chapitre 2 Cellules & Modules Photovoltaïques		42
1	Les cellule photovoltaïques	43
1.1	Caractéristique courant-tension	43
1.2	Effet du niveau d'éclairement sur une cellule photovoltaïque	45
1.3	Effet de la température sur une cellule photovoltaïque	51
2	Les modules photovoltaïques	54
2.1	Des cellules au module photovoltaïque	54
2.2	CAractéristique courant-tension d'un module PV.....	56
2.3	Savoir lire une fiche technique	58
Chapitre 3 La régulation photovoltaïque.....		66
1	Rôles de la régulation photovoltaïque	67
1.1	Gérer la charge des batteries	67
1.2	Gérer la décharge des batteries.....	70
1.3	Indiquer l'état du système	72
2	Petit Historique de la régulation photovoltaïque	74
2.1	Régulation "tout ou rien"	74
2.2	Régulation de type MLI (Modulation Largeur Impulsion).....	76
2.3	Régulation de type PPM (Point de Puissance Maximum).....	78
3	Rendement des régulateurs.....	81
Chapitre 4 L'onduleur.....		84
1	Rôle de l'onduleur	85
2	Dimensionnement de l'onduleur.....	87
2.1	Partie CC.....	87

2.2	Partie CA	87
2.3	Puissance nominale	87
2.4	Courants de démarrage des appareils électriques	87
3	<i>Performance de l'onduleur</i>	90
3.1	Rendement de l'onduleur	90
3.2	Effet de la température sur l'onduleur.....	91
3.3	Consommation en veille.....	92
	<i>Chapitre 5 Conception et dimensionnement.....</i>	94
1	<i>Définition du besoin électrique.....</i>	95
1.1	INventaire des appareils électriques.....	95
1.2	Calculs des besoins électriques.....	107
2	<i>Evaluation du gisement solaire local</i>	109
2.1	Influence de la localisation.....	109
2.2	Angle d'inclinaison optimale	114
2.3	Orientation.....	116
3	<i>Qualité d'une installation photovoltaïque autonome.....</i>	119
3.1	Rendement des modules.....	120
3.2	Pertes par échauffement des câbles	126
3.3	Rendement du régulateur	129
3.4	Pertes par absence du MPPT	129
3.5	Rendement des batteries	129
3.6	Rendement de l'onduleur	130
3.7	Autres pertes.....	130
3.8	Le ratio de performance.....	130
4	<i>Production électrique d'une installation</i>	132
4.1	Calcul du productible électrique	132
4.2	Impacts des ombrages > Les masques.....	134

4.3	Impacts des ombrages > Rôle des diodes by-pass.....	136
4.4	Impacts des ombrages > Phénomène de courant-retour	139
5	<i>Dimensionnement du champ photovoltaïque</i>	141
5.1	Formule de calcul.....	141
5.2	Analyse de la formule	143
5.3	Exemple simple	148
6	<i>Dimensionnement du parc de batteries</i>	152
6.1	Choix de la tension du parc de batteries	152
6.2	Choix de la capacité du parc de batteries.....	157
7	<i>Choix du régulateur.....</i>	162
7.1	Les 3 paramètres de dimensionnement	162
7.2	Identifier les paramètres de dimensionnement sur la fiche technique	163
8	<i>Choix de l'onduleur</i>	164
9	<i>Dimensionnement des câbles</i>	165
9.1	Courant admissible des câbles.....	165
9.2	Chute de tension	166
9.3	Exemple de calcul	167
9.4	Conditionnement de fonctionnement des câbles PV	172
	<i>Chapitre 6 Etude de cas.....</i>	174
1	<i>Etape N°1 - Déterminer les besoins électriques</i>	175
1.1	Inventaire des appareils électriques	175
1.2	Bilan de puissance et d'énergie	178
2	<i>Etape N°2 - Dimensionner le champ photovoltaïque</i>	179
2.1	Evaluation du gisement solaire.....	179
2.2	Calcul de la puissance crête du champ PV.....	181
2.3	Intégration du champ photovoltaïque	185
3	<i>Etape N°3 - Dimensionner le parc de batteries</i>	190

3.1	Choix de la tension	190
3.2	Calcul de la capacité du parc de batteries	192
4	<i>Etape N°4 - Choix du régulateur.....</i>	194
4.1	Choix de la technologie de régulation.....	194
4.2	Dimensionnement du régulateur.....	194
4.3	Câblage des modules PV	197
5	<i>Etape N°5 - Calculer la section des câbles.....</i>	199
5.1	Câbles côté Champ PV	199
5.2	Câbles côté parc de batteries	202
5.3	Câbles côté Récepteurs électriques	202
6	<i>Etape N°6 - Calibrer les dispositifs de coupure et de protection</i>	204
6.1	Côté Champ PV.....	204
6.2	Côté Batteries.....	209
6.3	Côté Régulateur.....	216
<i>Chapitre 7 Intégration architecturale des panneaux</i>		219
1	<i>Intégration sur toiture inclinée</i>	220
1.1	La surimposition	220
1.2	Couvertures photovoltaïques.....	222
1.3	Montage sur châssis.....	224
2	<i>Intégration sur toiture plate.....</i>	225
2.1	Montage sur châssis.....	225
2.2	Montage sur bac lesté.....	226
2.3	Montage en applique.....	226
3	<i>Membrane souple photovoltaïque.....</i>	228
4	<i>Intégration en façades</i>	230
4.1	Bardage photovoltaïque	230
4.2	Mur rideau	231

4.3	Brise soleil	232
4.4	Garde-corps.....	233
4.5	Allèges de fenêtres	234
5	<i>Verrière photovoltaïque.....</i>	<i>235</i>
	<i>Annexe 1 Fabrication des batteries acide-plomb.....</i>	<i>237</i>
	<i>Annexe 2 Coefficients correctifs en tension et en courant pour les modules PV.....</i>	<i>245</i>
	<i>Annexe 3 Facteur de forme d'une cellule ou d'un module PV</i>	<i>249</i>
	<i>Annexe 4 Données solaires sur le site de l'INES</i>	<i>255</i>
	<i>Annexe 5 comment réaliser un relevé de masques.....</i>	<i>261</i>
	<i>Annexe 6 Valeurs des courants admissibles dans un cable ...</i>	<i>277</i>
	<i>Annexe 7 Apparition de l'effet point chaud.....</i>	<i>281</i>
	<i>Annexe 8 Apparition d'un courant retour.....</i>	<i>289</i>