
Préambule

Le présent ouvrage est beaucoup plus qu'un simple guide de montage ou qu'un condensé d'informations techniques pour installations photovoltaïques.

Par l'intermédiaire de ce guide nous souhaitons surtout atteindre des objectifs concrets, à savoir :

- augmentation du chiffre d'affaires des artisans spécialisés,
- montage et optimisation du fonctionnement des installations photovoltaïques,
- satisfaction des clients qui apprécieront durablement leur installation photovoltaïque.

Certes, il s'agit avant tout de communiquer à l'artisan des connaissances pratiques qui lui permettront de réaliser le montage d'installations photovoltaïques dont le fonctionnement sera optimal. Pour cela, il convient toutefois de ne pas négliger certains aspects économiques. Dans la partie 2 du manuel consacrée à la planification « purement technique », il nous importe de signaler également des astuces pour effectuer les « bons » dimensionnements. Le tableau de calculs figurant à la fin de la seconde partie fournit le détail des étapes de travail et peut être repris sous la même forme dans les descriptifs techniques.

Que le marché du photovoltaïque soit en plein développement et que les installations photovoltaïques soient montées dans les règles de l'art importent peu si l'artisan-installateur ne peut pas en tirer une marge correcte ou si un concurrent s'avère être « meilleur vendeur » que lui. À notre avis, le niveau de qualité (actuellement élevé en France) ainsi que la courbe de développement du marché ne peuvent être maintenus sans artisans hautement qualifiés sur le plan technique et commercial. Aussi, nous avons consacré une grande place à la « vente » en première partie de l'ouvrage.

La satisfaction des clients est aussi importante que le bon montage des installations et l'augmentation du chiffre d'affaires des artisans. Dans le manuel, nous indiquons à de nombreuses reprises et de façon détaillée comment obtenir cette satisfaction en considérant les souhaits et les opinions des clients-proprétaires.

L'intérêt du présent manuel dépasse les simples opérations de planification et de montage d'une installation photovoltaïque.

Nous sommes convaincus que le raccordement au réseau d'une installation solaire sous-entend également les points suivants :

- conseil au client concernant les possibilités de soutien et de financement,
- réponses aux questions relatives aux impôts, aux obligations professionnelles, à l'amortissement et aux assurances,
- connaissances et maîtrise de l'artisan en matière de connaissances légales,
- traitement des réclamations,
- information des clients sur des questions sans caractère technique portant sur la politique environnementale et énergétique.

Pour cibler et permettre la consultation rapide du manuel, nous l'avons subdivisé en quatre parties importantes :

1. vente et financement,
2. conception et calculs,
3. montage et mise en service,
4. fonctionnement et maintenance.

Les aspects sous-jacents concernant la politique en matière d'environnement, d'économie et de sécurité sont largement traités dans le guide. La connaissance de tous ces aspects permet d'argumenter avec succès lors de la vente, et de faire preuve de compétences auprès des clients au fait de l'actualité.

Bonne et agréable lecture !

Falk Antony

Christian Dürschner

Karl-Heinz Remmers

Table des matières

1	Financement et vente des systèmes photovoltaïques	9
1.1	Introduction	9
1.1.1	Présentation des sources d'énergies renouvelables	9
1.1.2	Quelles sont les énergies renouvelables principalement utilisées en France et en Europe et dans quelles proportions ?	10
1.1.3	Pourquoi nous devons passer aux énergies renouvelables rapidement	12
1.1.4	Importance de l'énergie solaire dans les énergies renouvelables	14
1.1.5	Quels sont les types de technologies solaires existantes ?	17
1.1.6	Quels sont les avantages du solaire photovoltaïque ?	18
1.1.7	Que nous apporte le soleil en France ?	20
1.1.8	Pourquoi faut-il construire les centrales photovoltaïques en France plutôt que dans le Sahara ?	21
1.1.9	Pourquoi les installations doivent-elles être solidement conçues, construites et exploitées ?	22
1.2	Informations essentielles	24
1.2.1	Pourquoi l'électricité solaire favorise-t-elle l'essor de la technologie ? Des opportunités pour l'artisanat, le commerce et l'industrie	25
1.2.2	À quoi ressemble l'avenir et comment cela fonctionne-t-il ?	31
1.2.3	Parts de marché du solaire photovoltaïque dans les énergies renouvelables en France	37
1.2.4	Développement mondial des installations photovoltaïques reliées au réseau	37
1.2.5	Évolution des coûts d'une installation photovoltaïque reliée au réseau en France	39
1.2.6	Présentation des programmes de soutien à la technologie photovoltaïque en France	39
1.3	À quoi votre offre doit-elle ressembler ?	41
1.3.1	Sur site, recueillez les données correspondant aux conditions de la future installation	41
1.3.2	Ce qui doit être contenu dans une offre	43
1.3.3	Logiciel de simulation de rendement	46
1.3.4	Rayonnement solaire en France, rendements moyens des installations photovoltaïques	49
1.4	Important : les caractéristiques garanties sont contractuelles pour le vendeur et le client	50
1.5	La différence entre « bon marché » et « pas cher »	50
1.6	Amélioration des procédures	51
1.6.1	Qualification des installateurs	51
1.6.2	Simplification des procédures	51
1.7	Encore un peu plus ?	52
1.7.1	Pourquoi vous ne devez pas négliger le contrat de maintenance	52
1.7.2	Quand et pourquoi devez-vous parler des installations solaires thermiques aux clients qui sont intéressés par le photovoltaïque ?	53
1.7.3	Vers la maison à énergie positive	54
1.7.4	Recyclage	55
1.7.5	Une assurance pour l'installation est recommandée	55
2	Conception et calcul des installations photovoltaïques raccordées au réseau	57
2.1	Principes de fonctionnement	57
2.1.1	Composants de base d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau	57
2.1.2	Notions générales : plaquette de silicium – cellule – module – string – générateur – installation photovoltaïque – centrale photovoltaïque	58
2.1.3	Technologie des modules photovoltaïques	59
2.1.4	Structure et mode de fonctionnement d'une cellule	64

2.1.5 Le module	68
2.1.6. Technologie des onduleurs	83
2.1.7 Autres composants d'une installation photovoltaïque	99
2.1.8 Systèmes de montage	104
2.1.9 Installation en toiture ou en façade ?	107
2.1.10 Protection de l'installation photovoltaïque contre les surtensions et la foudre	110
2.1.11 Protection contre l'incendie	122
2.2 Exemple de conception d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau ..	124
2.2.1 Exemple : maison individuelle, sans obstacle au rayonnement, 5 kWc	126
2.2.2 Exemple : hangar agricole (toit incliné, environ 15 kWc)	135
2.2.3 Exemple : bâtiment industriel (toiture-terrasse, environ 30 kWc)	138
2.3 Obstacles au rayonnement solaire	142
2.3.1 Pourquoi les obstacles au rayonnement solaire sont-ils si critiques ?	143
2.3.2 Quels sont les différents types d'obstacles ?	143
2.3.3 Outil d'aide à l'analyse des ombres	144
2.3.4 Solutions contre les ombres	146
2.4 Si le toit n'est pas orienté vers le sud	150
2.5 Temps de montage	154
3 Montage et mise en service des installations photovoltaïques	155
3.1 Demande de raccordement	155
3.1.1 Qui peut émettre la demande ?	155
3.1.2 Pourquoi la demande est-elle nécessaire ?	155
3.1.3 Comment établir la demande ?	155
3.2 Montage de l'installation	156
3.2.1 Qui peut procéder au montage, qui peut procéder au raccordement ?	156
3.2.2 Sécurité en cas de travaux sur toiture	156
3.2.3 Attention danger ! Particularités du courant continu par comparaison au courant alternatif	157
3.2.4 Montage des modules	161
3.3 Indications générales pour la pose des câbles de courant continu	166
3.3.1 Installation du courant continu des modules	168
3.3.2 Montage du boîtier de raccordement pour le générateur (BRG) et connexion du circuit électrique de la rangée	168
3.3.3 Installation du courant continu du BRG jusqu'à l'onduleur	169
3.3.4 Montage de l'interrupteur principal du courant continu	170
3.3.5 Montage et raccordement de l'onduleur	171
3.3.6 Installation d'un téléaffichage	174
3.3.7 Dispositifs de sécurité	175
3.3.8 Compteurs d'entrée	175
3.4 Déclaration de fin de travaux	177
3.5 Raccordement au réseau	177
3.5.1 Les règles applicables au raccordement des installations photovoltaïques	177
3.5.2 Point d'alimentation au réseau	177
3.5.3 Détails du raccordement au réseau	178
3.5.4 Contrats d'alimentation	181
3.6 Mise en service : première exploitation en parallèle au réseau	181
3.7 Réception, prise en main et remise	183
4 Exploitation et maintenance des installations photovoltaïques	185
4.1 Exploitation d'une installation photovoltaïque	185
4.1.1 Exploitation : ce que l'exploitant doit faire	185
4.2 Maintenance	187
4.2.1 Maintenance : ce que l'exploitant peut faire	187
4.2.2 Maintenance : ce que l'exploitant doit faire	189
4.3 Baisse de rendement, optimisation et recherche de défauts	190
4.3.1 Baisse de rendement	190

4.3.2 Défauts provenant du réseau d'alimentation public	191
4.3.3 Recherche de défauts et optimisation	194
5 Systèmes autonomes	199
5.1 Présentation	199
5.1.1 Qu'entend-on par systèmes autonomes ?	199
5.1.2 Part de marché	200
5.1.3 Ce que les installations autonomes ne peuvent pas faire	200
5.1.4 Ce que peuvent faire les installations autonomes : importance et champ d'application	200
5.1.5 Quelles évolutions techniques sont prévisibles ? Quel est l'avenir des installations autonomes ?	201
5.2 Montage et fonctionnement des installations autonomes	202
5.2.1 Modules photovoltaïques/générateur photovoltaïque	207
5.2.2 Régulateur de charge	209
5.2.3 Accumulateur	210
5.3 Appareils électriques	221
5.4 Onduleur autonome	222
5.5 Composants de l'installation électrique	225
5.6 Conception des systèmes autonomes	228
5.6.1 Relevé	228
5.6.2 Détermination des besoins énergétiques	228
5.6.3 Conception	229
5.6.4 Détermination du rayonnement solaire disponible	230
5.7 Dimensionnement	231
5.7.1 Étude du générateur photovoltaïque	231
5.7.2 Étude de l'accumulateur	233
5.7.3 Étude de la section de câble	234
5.8 Exemple de conception : étude d'une alimentation pour une maison de vacances à Strasbourg	236
5.9 Installation et mise en service	241
5.9.1 Règles générales de sécurité	241
5.9.2 Particularités de l'installation électrique	241
5.9.3 Particularités de manipulation des accumulateurs	242
5.9.4 Mise en service des accumulateurs	243
5.9.5 Remarques sur le local où est installé l'accumulateur	243
5.10 Maintenance	245
5.10.1 Maintenance du générateur	245
5.10.2 Maintenance des accumulateurs	245
6 Terminologie	247
6.1 Abréviations	247
6.2 Unités	249
6.3 Glossaire	250
6.4 Index	256
7 Annexe	258
7.1 Foire aux questions (FAQ)	258
7.2 Financements : vue d'ensemble	260
7.3 Normes : vue d'ensemble	261
7.4 Acteurs institutionnels	264
7.5 Renseignements et littérature complémentaires	266
7.6 Modèles et listes de vérification	268
7.7 Que faire si...	277