

**Installations
photovoltaïques
en toiture et façade**

S O M M A I R E

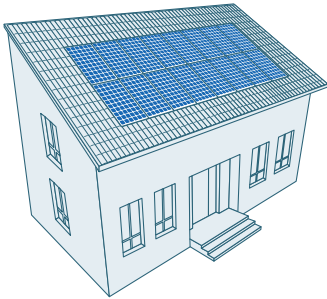
7	CHAPITRE 1 : Domaine d'application du guide
9	CHAPITRE 2 : Principe d'une installation photovoltaïque sur un bâtiment
9	1. Marché photovoltaïque
10	2. Production d'électricité solaire
14	3. Différences entre installations intégrées et surimposées
16	4. Qu'est-ce qu'un procédé photovoltaïque ?
19	CHAPITRE 3 : Fabrication, distribution
19	1. Fabricant de modules photovoltaïques
19	2. Fabricant du système de montage sur le bâtiment
20	3. Distributeur
20	4. Installateur
21	5. Maître d'œuvre ou bureau d'études
21	6. Maître d'ouvrage
21	7. Utilisateur
21	8. Assureur
22	9. Contrôleurs
23	CHAPITRE 4 : Dimensionnement
23	1. Situation du champ photovoltaïque sur l'enveloppe du bâtiment
27	2. Dimensionnement électrique
29	3. Charges climatiques
32	4. Réglementation pour la prévention du risque sismique
35	5. Prise en compte de l'exposition atmosphérique et de l'ambiance intérieure
37	CHAPITRE 5 : Transport, manutention et stockage
39	CHAPITRE 6 : Modules photovoltaïques
39	1. Principaux types de modules photovoltaïques
44	2. Éléments constitutifs d'un module photovoltaïque standard
51	3. Contrôle des modules photovoltaïques sur chantier

53	CHAPITRE 7 : Mise en œuvre
53	1. Principales familles de procédés photovoltaïques et points de vigilance associés
74	2. Recommandations communes
87	CHAPITRE 8 : Maintenance
87	1. Entretien
89	2. Réparations
91	CHAPITRE 9 : Valorisations des installations photovoltaïques
91	1. Déclaration environnementale – label E+C, RE 2020
93	2. BIM
95	CHAPITRE 10 : Autres applications photovoltaïques existantes
95	1. Installations hybrides photovoltaïques thermiques (PVT)
98	2. En façades, brise-soleil, garde-corps
103	3. Installations dans les DROM-COM
103	4. Installations en climat de montagne
105	CHAPITRE 11 : Aides financières pour les installations photovoltaïques
107	CHAPITRE 12 : Évaluations techniques et certifications
107	1. Évaluations techniques arrêté du 6 octobre 2021
109	2. Certification de conformité des modules photovoltaïques
111	CHAPITRE 13 : Liste des points de contrôle
111	1. Avant les travaux
112	2. Pendant les travaux
116	3. Après les travaux
117	Glossaire
119	Réglementation, normes et autres documents de référence
119	1. Textes législatifs et réglementaires
120	2. DTU et normes de mise en œuvre
121	3. Recommandations professionnelles
121	4. Autres normes
122	5. Eurocodes
122	6. Autres documents de référence
123	7. Sites internet utiles
125	Index

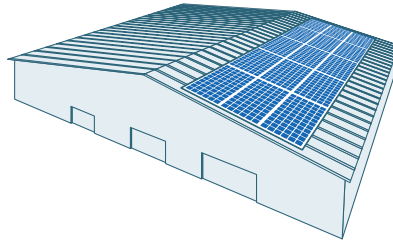
Domaine d'application du guide

Ce guide décrit les bonnes pratiques, les méthodes de dimensionnement et les points de vigilance applicables à la mise en œuvre d'installations photovoltaïques sur bâtiments neufs ou existants. Il s'applique aux installations photovoltaïques mises en œuvre en :

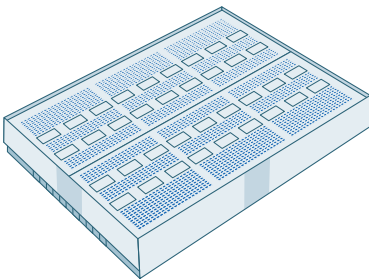
- toitures inclinées en petits éléments de couverture (tuiles ou ardoises) ;
- toitures inclinées en grands éléments de couverture (plaques nervurées en acier ou aluminium ou plaques ondulées en fibre-ciment ou feuilles métalliques) ;
- toitures avec étanchéité (toitures-terrasses ou toitures inclinées) ;
- façades ;
- verrières, ombrières ou pergolas.



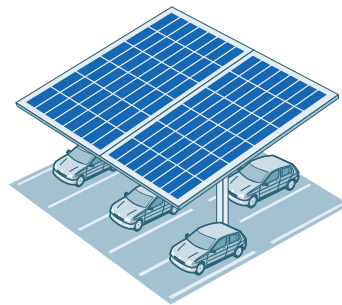
Toitures inclinées en petits éléments de couverture



Toitures inclinées en grands éléments de couverture



Toitures avec étanchéité



Verrières, ombrières ou pergolas

Figure 1 : Types d'installations photovoltaïques

permettent toutefois de limiter ces pertes à une partie de chaîne seulement). Il faut enfin anticiper la croissance de la végétation alentour ou les constructions à venir pouvant créer un masque additionnel.

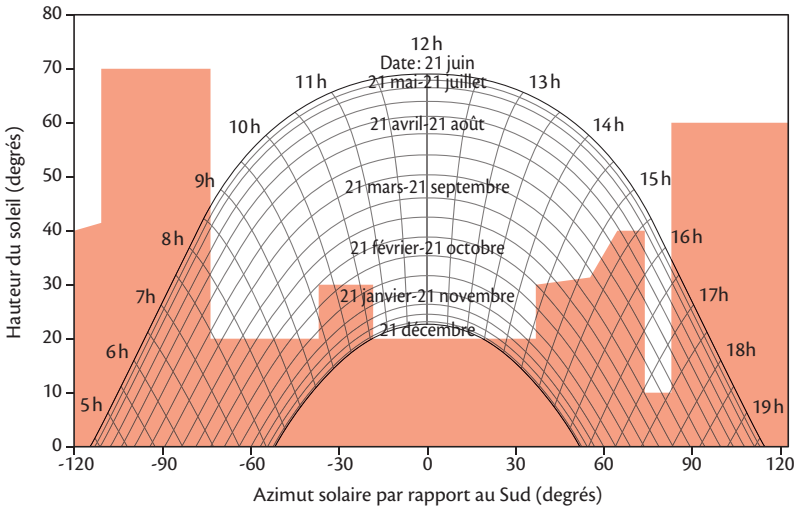


Figure 1 : Exemple de relevé de masque d'ombre

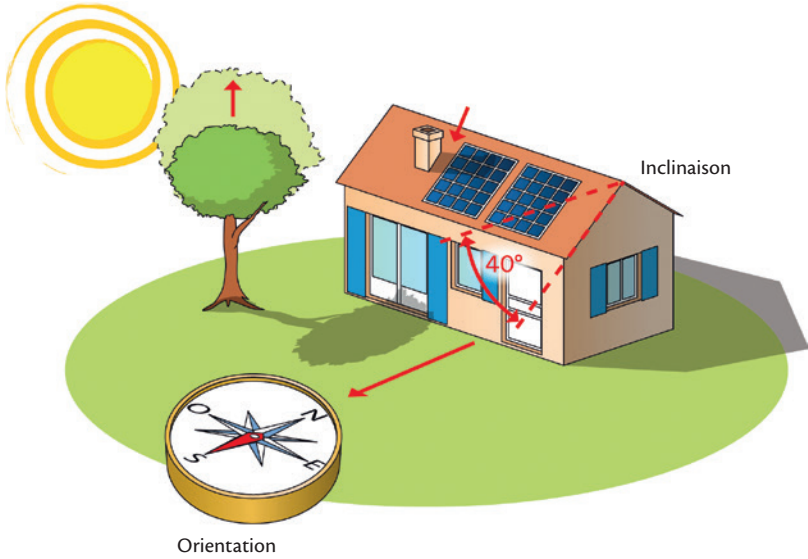


Figure 2 : Précautions vis-à-vis de l'ombrage

Mise en œuvre

1. Principales familles de procédés photovoltaïques et points de vigilance associés

1.1 En intégration avec de petits éléments de couverture

■ Solutions existantes

De nombreuses solutions intégrées en toiture existent sur le marché français compte tenu des conditions tarifaires avantageuses offertes par les dispositifs de soutien successifs jusqu'en 2016. En association avec de petits éléments de couverture (tuiles ou ardoises), on distinguera les types de systèmes suivants :

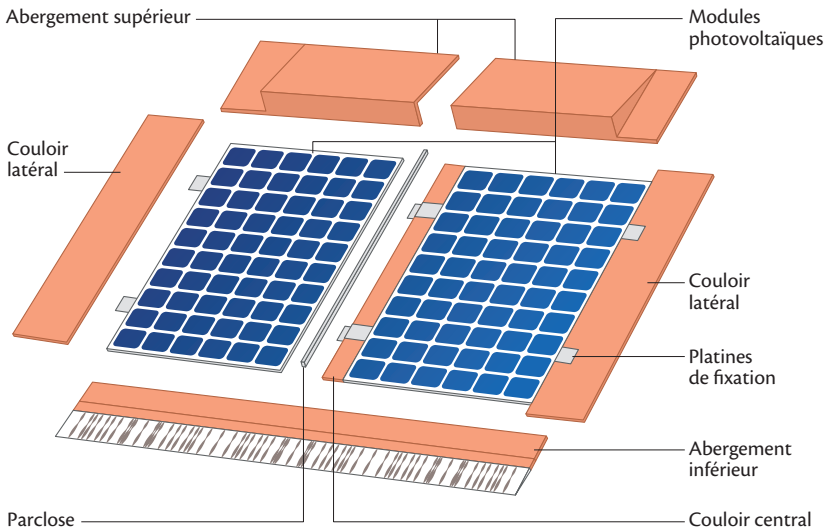


Figure 1 : Exemple de procédé photovoltaïque à base d'éléments métalliques formant une sous-structure de fixation de modules photovoltaïques standard

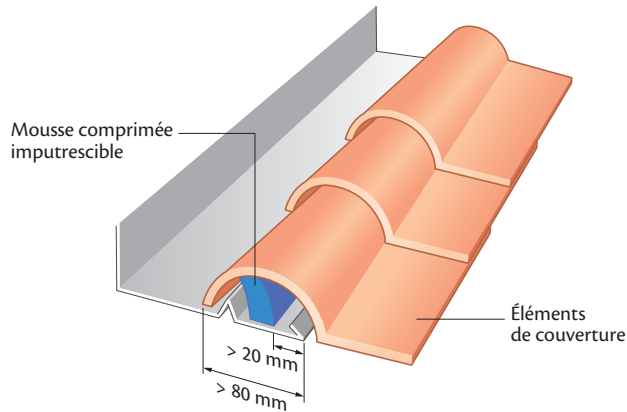


Figure 8 : Exemple de raccordement latéral de tuiles sur abergement latéral

- ne pas créer de contre-pente au niveau des abergements, notamment l'abergement bas qui remonte sur les tuiles inférieures. Une marge de sécurité d'au moins 5 % (3 °) de pente à tout endroit doit être respectée afin de prendre en compte les non-planéités locales éventuelles ;

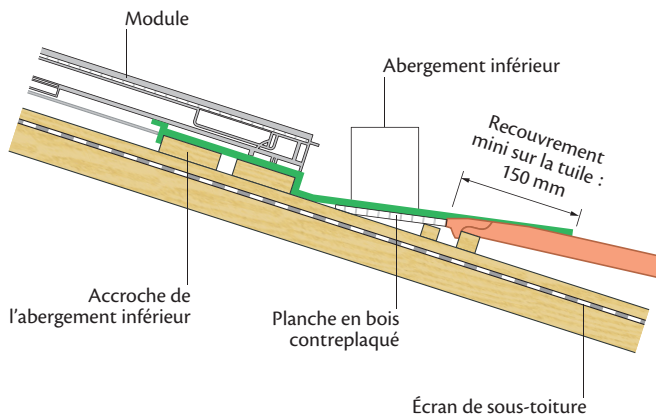


Figure 9 : Mise en œuvre du bas de champ photovoltaïque

- en cas de raccordement aux extrémités de toiture (égout, rives latérales, faîtage), il convient d'utiliser des abergements adaptés au procédé photovoltaïque et aux préconisations des DTU de la série 40.1 ou 40.2 pour le traitement des points singuliers.

Le guide RAGE photovoltaïque et le calepin de chantier du programme PACTE (programme d'action pour la qualité de la construction et la transition énergétique) donnent un certain nombre d'indications au sujet de la conception et de la mise en œuvre de ces procédés photovoltaïques.

La conception et le dimensionnement de ce type de systèmes doivent prendre en compte notamment les éléments suivants :

- les efforts ponctuels (poids propre, neige, vent, etc.) ramenés sur les membranes d'étanchéité, les isolants et l'élément porteur (en particulier dans le cas d'éléments porteurs en tôles d'acier nervurées) par l'intermédiaire de rails ou de plots soudés à la membrane ;
- la dilatation différentielle entre le système de fixation des modules et la membrane d'étanchéité.

Dans le cas de modules fixés sur rails, ceux-ci ne doivent pas faire obstacle à l'écoulement de l'eau sur la toiture-terrasse.

■ Modules standard sur rails fixés sur relevés traditionnels

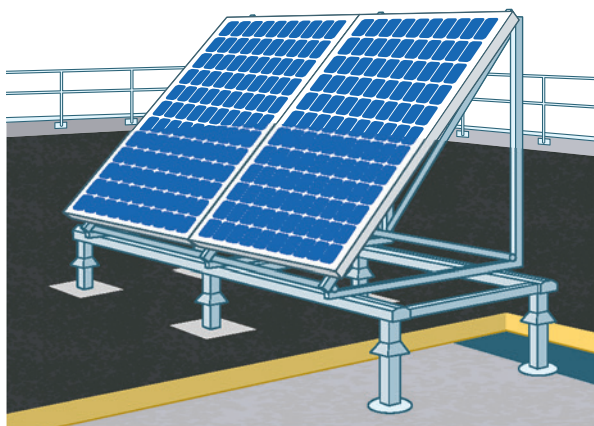


Figure 22 : Structure métallique supportant des modules PV standard reposant sur relevés traditionnels

Les relevés doivent être réalisés conformément aux exigences des DTU (20.12, 43.1, 43.3, etc.).

Une hauteur minimale entre le bas de la structure métallique et le revêtement d'étanchéité doit être prévue afin de pouvoir notamment effectuer les opérations d'entretien de la toiture (se reporter aux DTU correspondants).

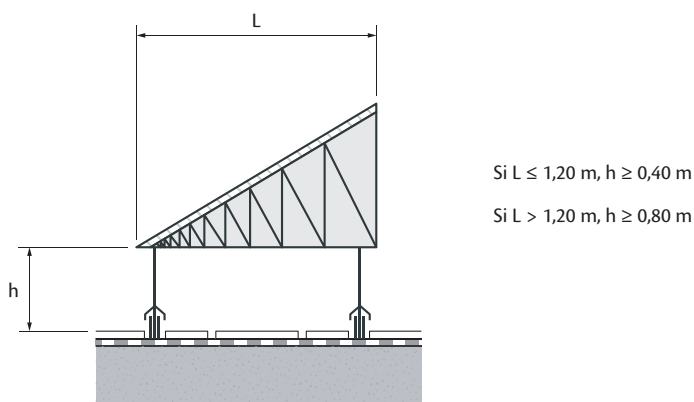


Figure 23 : Exemple de préconisation pour une toiture-terrasse avec élément porteur en maçonnerie