

CALEPIN DE CHANTIER

SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES PAR MODULES RIGIDES INTÉGRÉS EN COUVERTURE

FÉVRIER 2017

● NEUF ● RÉNOVATION



AVANT-PROPOS

Programme PACTE

Le Programme d'Action pour la qualité de la Construction et la Transition Energétique a pour objectif d'accompagner la montée en compétences des professionnels du bâtiment dans le champ de l'efficacité énergétique dans le but d'améliorer la qualité dans la construction et les travaux de rénovation.

Financé par les Pouvoirs publics, le programme PACTE s'attache depuis 2015 à favoriser le développement de la connaissance, la mise à disposition de référentiels techniques et d'outils pratiques modernes adaptés aux pratiques des professionnels et, à soutenir les territoires dans toutes leurs initiatives dans ce champ.

Les actions menées s'inscrivent dans la continuité des travaux de modernisation des Règles de l'art initiés dans le cadre du programme RAGE.

Les Calepins de chantier PACTE

Les calepins de chantier favorisent l'appropriation sur le terrain de Règles de l'art nouvellement définies. Destinés principalement aux personnels de chantier, ils présentent de manière illustrée les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles contenues dans un document de référence (NF DTU, Recommandations professionnelles RAGE, etc.)

SOMMAIRE

Généralités.....	4
Démarrage du chantier.....	5
Installation.....	16
Mise en main au client.....	37

AVERTISSEMENT


! Ce calepin vise les installations photovoltaïques destinées à être mises en œuvre, en bâtiments neufs ou existants, en toitures inclinées sur une partie ou sur la totalité d'un rampant. Il vise ainsi les systèmes constitués de modules rigides intégrés et conçus pour remplacer les éléments de couverture.

Il ne se substitue pas au guide RAGE : « Systèmes photovoltaïques par modules rigides en toitures inclinées » ni aux avis techniques, ni aux préconisations du fabricant.

Il est destiné aux compagnons sur le chantier et ne traite pas de l'étude faite en amont.

La mise en œuvre, tout comme la maintenance et l'entretien des systèmes photovoltaïques, requiert les compétences suivantes :

- Compétences en couverture,
- Compétences électriques

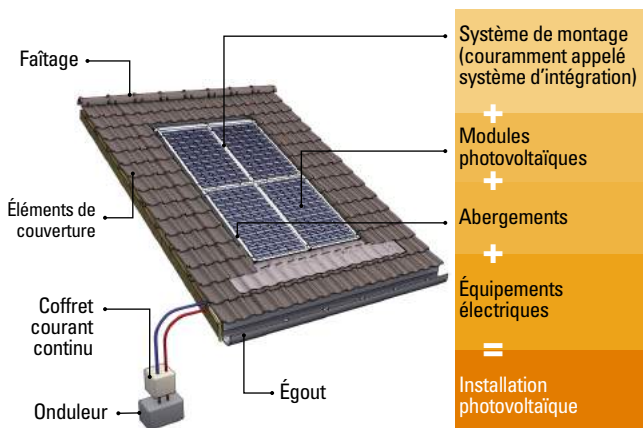
 Au-delà de ces compétences couverture et/ou électrique, il convient que les entreprises soient qualifiées et/ou certifiées pour la mise en œuvre de systèmes photovoltaïques. En complément, les fabricants proposent, voire imposent, une formation photovoltaïque théorique et pratique destinée aux entreprises du bâtiment afin de mieux appréhender les systèmes photovoltaïques en général ainsi que les prescriptions de mise en œuvre de leur propre système.

Ce calepin ne vise pas les techniques de surimposition.

GÉNÉRALITÉS



En captant le rayonnement solaire, les cellules constitutives des modules photovoltaïques génèrent un courant électrique continu (DC). Un onduleur permet ensuite de transformer ce courant en courant alternatif (AC) à destination d'une installation autonome (autoconsommation de l'électricité) ou du réseau public de distribution (injection de l'électricité).





● Remise du dossier technique du chantier



● Livraisons et stockage

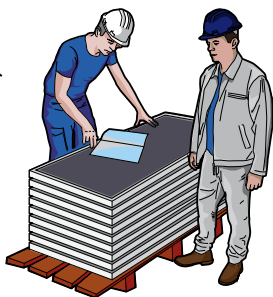
■ Livraison du système



! Prévoir l'outillage adapté au poids et au volume du colis.



Contrôles à réception

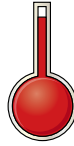


Vérifier la conformité du bon de livraison avec le dossier technique du chantier.

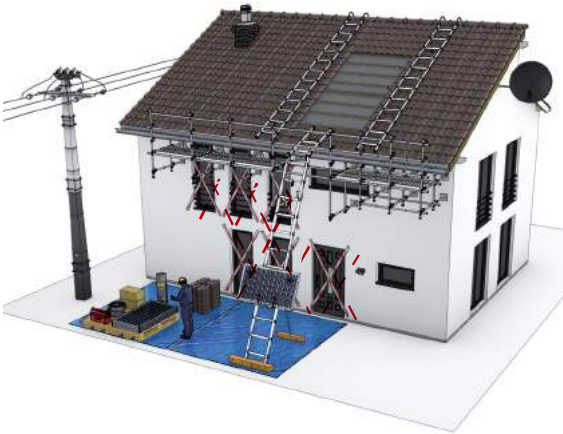
Stockage dans un local fermé



● Équipements de protection collective



■ Identification a priori des risques et dommages



Conditions climatiques



Risques



Proximité d'ouvrage électrique



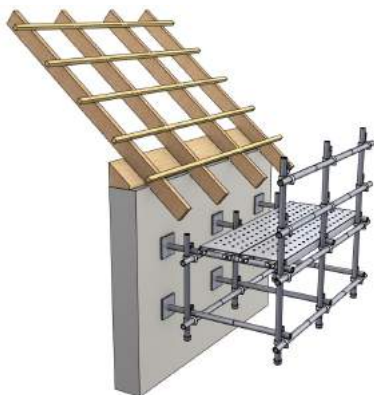
L'organisation du chantier doit tenir compte de l'évolution des conditions climatiques dans la journée.

Mesures de prévention contre la chute de hauteur : accès à la toiture

! Dans l'habitat existant, la mise en œuvre d'un système photovoltaïque est rarement conjointe à un autre corps d'état, ce qui implique que l'entreprise doit assurer seule tous les aspects de la sécurisation du chantier.

Protection en rive d'égout :

La protection doit couvrir toute la longueur de la zone d'évolution prévue pour les travaux, augmentée de 1,5m de chaque côté de part et d'autre.

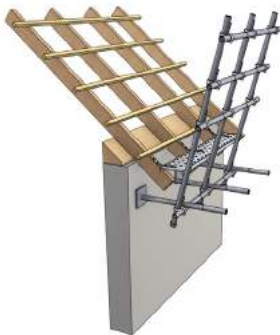


Console traversée de mur





Console sur chevron



Protection bas de pente (mini console)

Protection en rives de pignon



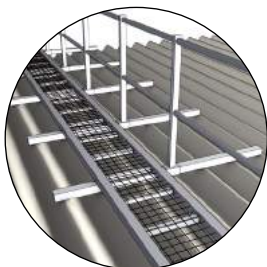
Installation sur toiture complète : prévoir des protections en rive de pignon.

Mesures de prévention pour la circulation sur toiture

Des dispositifs permettant la circulation des personnes sans appui direct sur les modules doivent être prévus.



Exemple d'échelles de couvreur



Circulation spécifique pour les toitures
fibro ciment ou bac acier



Pour les interventions ponctuelles ultérieures, il peut être utile de prévoir des points d'ancrage permanents.

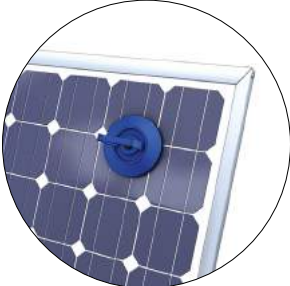
■ Mesures de prévention pour la manutention : approvisionnement et poste de travail

Exemple de matériel d'élévation sécurisé



Prise de saisie

! •



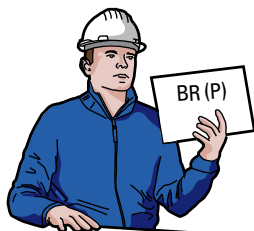
Consulter la notice du fabricant des modules avant de choisir les moyens de saisie type ventouses ou autres.

Mesures de prévention contre les risques électriques 

D'un point de vue électrique, au voisinage des pièces nues sous tension, l'installateur doit impérativement être habilité (selon la NF C 18-510 qui prévoit notamment des habilitations spécifiques au photovoltaïque telles que BP ou BR)



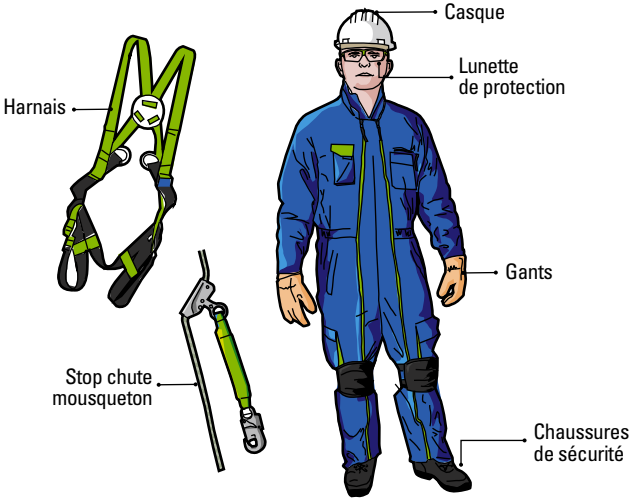
Habilitation électrique
des installateurs couvreurs



Habilitation électrique
des installateurs électriciens

● Équipements de protection individuelle (EPI)

! Privilégier la protection collective.



Importance des points d'ancrage

● Outillages et matériels nécessaires



Prévoir une boîte à outils complète.

Outils spécifiques



● Point d'attention avant travaux



Vérifier les conditions de pose.
De nouveaux éléments peuvent apparaître par rapport à l'étude, tels que : arbres, nouveaux bâtiments, création d'une fenêtre de toit, de ventouses...

Vérifier la conformité avec le dossier technique du chantier.





● Préparation de la toiture pour l'existant



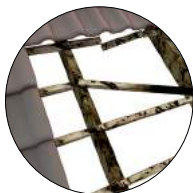
Bâtiments existants

■ Dépose et évacuation des éléments de couverture



Être vigilant à la présence d'amiante non consignée dans le dossier technique.

Le toit en mauvais état.



Prévenir le chef en cas de :

- découverte d'amiante ;
- charpente en mauvais état ;
- écran de sous-toiture abîmé.

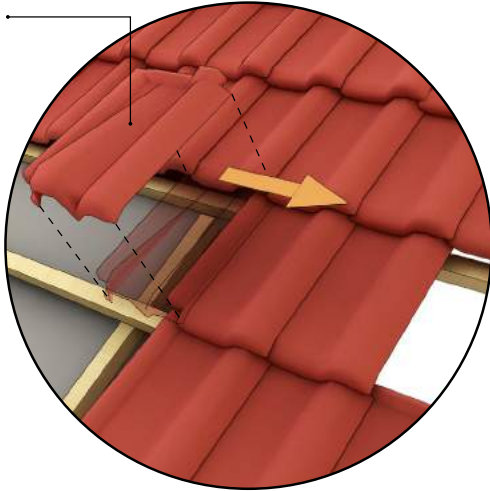
Cas des bâtiments existants avec écran de sous toiture existant

Prévenir le chef si mauvais état.

■ Maintien de la ventilation de la toiture

Déplacer les éléments nécessaires à la ventilation

chatière

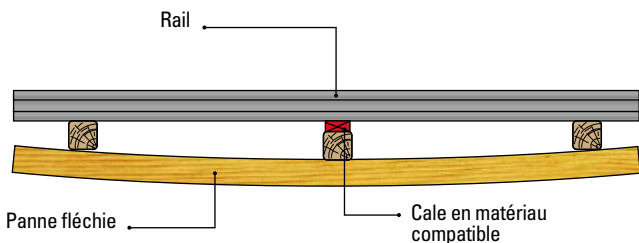


! Dans le cas de pose sur toiture existante, si des tuiles chatières étaient présentes sur la surface découverte pour la mise en place des modules photovoltaïques, celles-ci doivent être repositionnées sur le pourtour de l'installation photovoltaïque.



Liteaunage/voligeage

Calage pour retrouver la planéité de la couverture



Attention caler ne pas couper.

Remplacer tous les liteaux et/ou voliges destinés à recevoir les fixations du système photovoltaïque et les fixer par vis (et non par clou).



Se conformer aux prescriptions du fabricant

Fixation

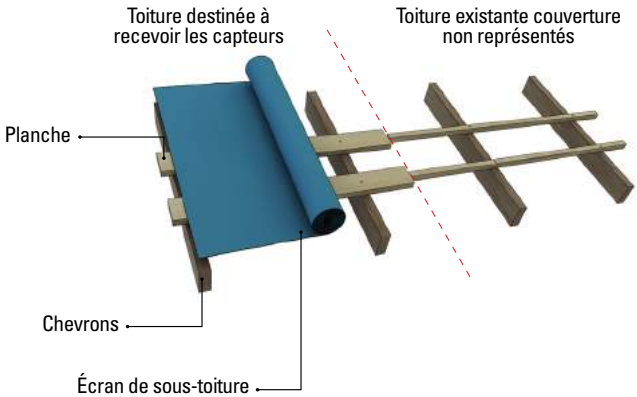


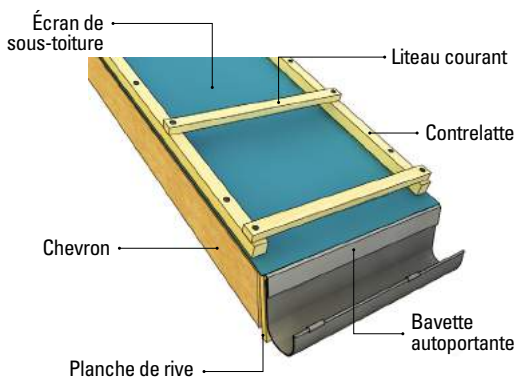


■ Réserve à prévoir autour de l'emplacement du champ de modules



Écran de sous-toiture recommandé si non présent

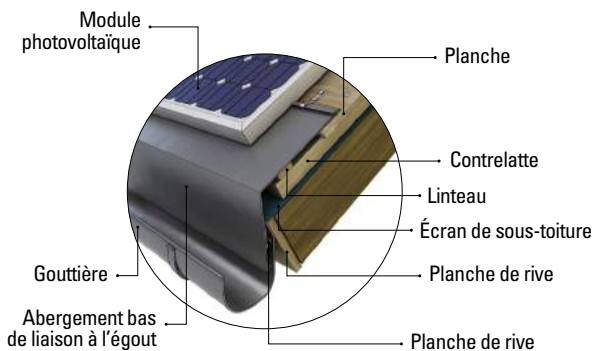




Exemple de configuration

Attention à l'étanchéité !

En partie basse de l'installation photovoltaïque, pour s'affranchir des difficultés de pose et des risques de fuites, il est impératif de descendre cet écran de sous-toiture jusqu'à l'égout.



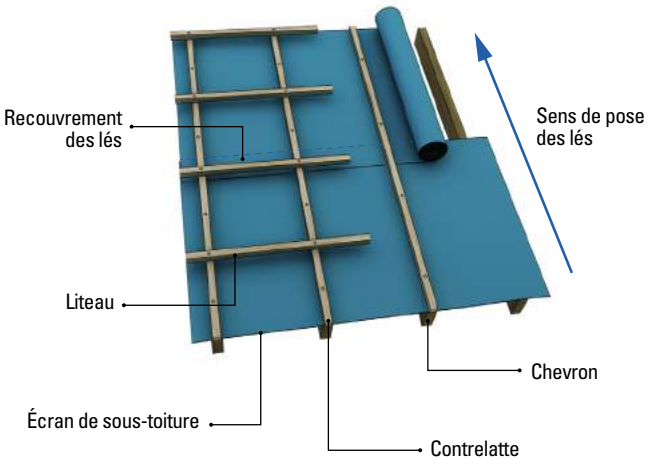
En parties hautes et latérales, l'écran de sous-toiture doit être installé au-delà de la stricte surface des modules et être présent sous les abergements.



Bâtiments neufs

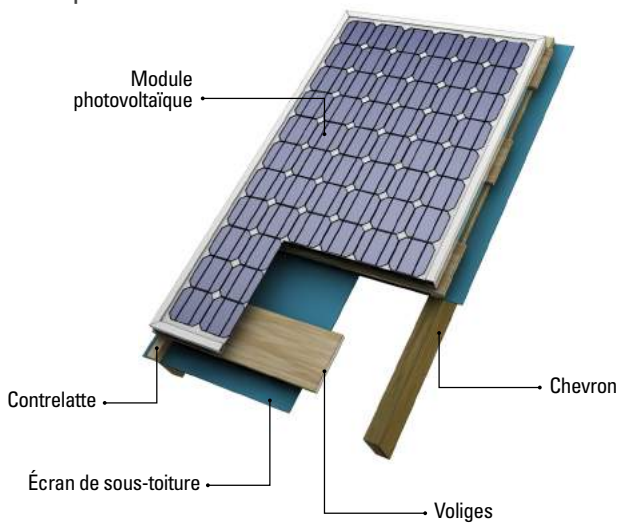
! L'écran souple de sous-toiture doit être installé sur toute la toiture et mis en œuvre conformément aux préconisations du cahier du NF DTU 40-29 : « Mise en œuvre des écrans souples de sous-toiture ».

Ecran souple de sous-toiture

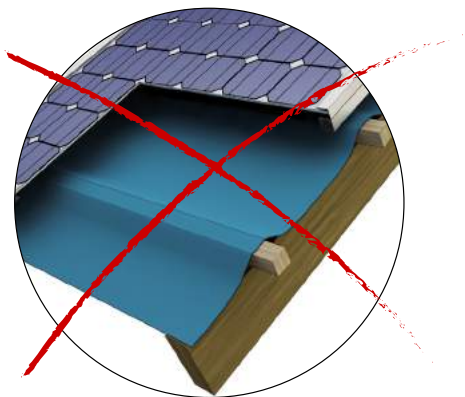




Bonne disposition

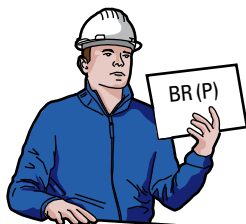


Mauvaise disposition



Attention l'écran de sous-toiture n'assure pas l'étanchéité. Elle est assurée par la pose des modules et leur bonne intégration.

● Installation électrique



Habilitation électrique
des installateurs électriciens

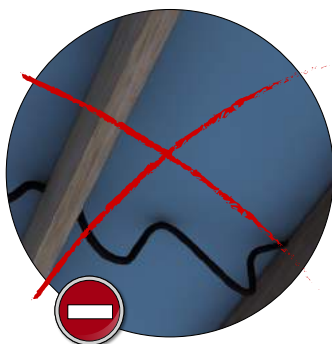
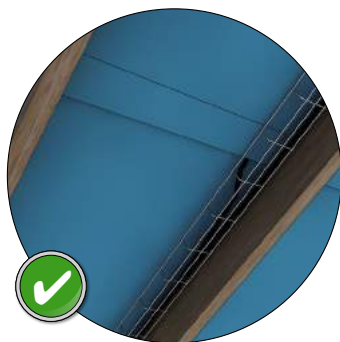
■ Les câbles

- Courant continu : câble PV 1000 F.
- Courant alternatif : câble électrique traditionnel.

Cheminement



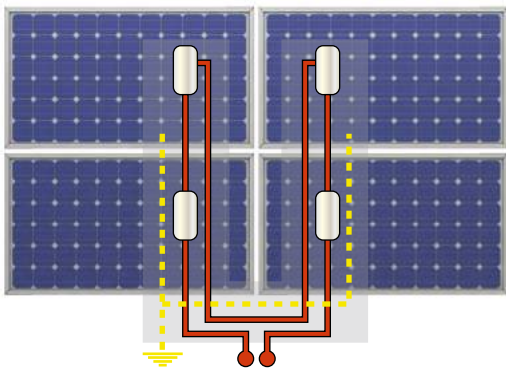
Porter une attention particulière au cheminement des câbles, notamment en présence d'isolant ou de contact avec d'autres matériaux.



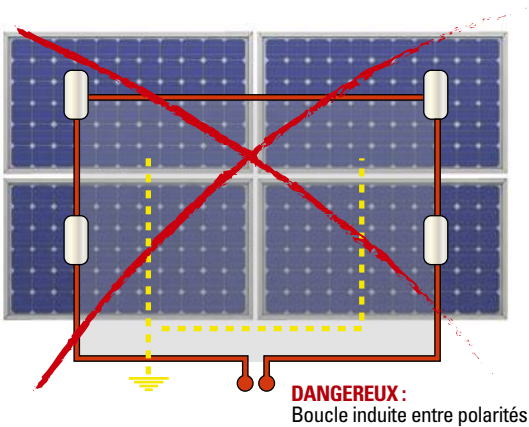
Les câbles et connecteurs doivent être maintenus sans aucune traction et sans aucun pincement.

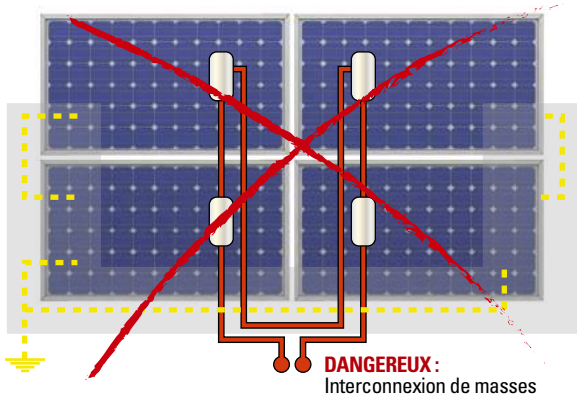
Pour éviter de générer un champ magnétique pouvant perturber l'environnement, le cheminement des câbles ne doit pas générer de boucles d'induction.

Bon câblage



Mauvais câblage





Voir la notice du fabricant
et l'avis technique

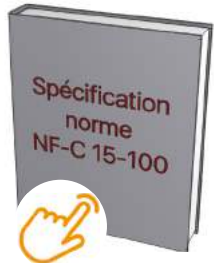
Précautions en rapport avec le risque incendie :

- Connecteurs non débrochables sans outils avec indice de protection minimal IP 65 ;
- Raccordement entre connecteurs de même fabricant, même type et même marque ;
- Ne pas changer les connecteurs livrés sur les modules ;
- Lorsque des sertissages doivent être réalisés sur chantier, il est impératif d'utiliser le matériel de sertissage adapté ;
- Rayons de courbures des câbles, préconisés par les fabricants, respectés ;
- Parties métalliques reliées électriquement par des câbles de mise à la terre ;
- Cadres ne doivent être percés (conformité des modules aux normes électriques perdues).

La norme NF C 15-100 impose d'interconnecter toutes les prises de terre d'un même bâtiment.

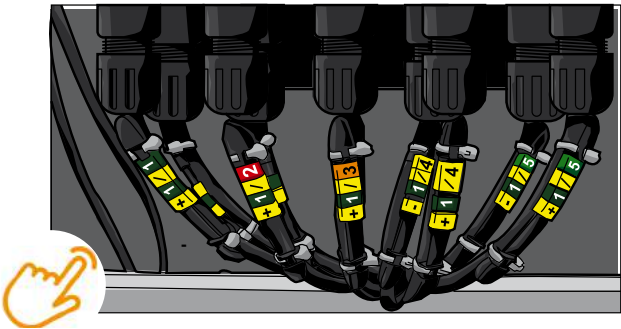
Le plus simple consiste à connecter le conducteur de terre de l'installation photovoltaïque sur la borne principale de terre de l'installation consommatrice.

Si la valeur de la prise de terre est suffisante, nul besoin de créer un second piquet de terre.

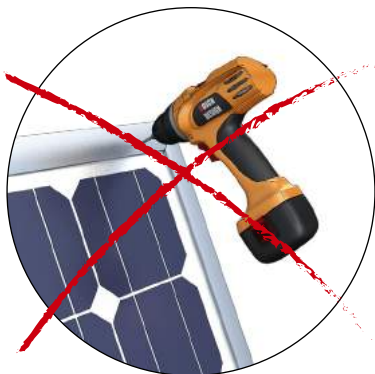


Les connexions électriques et l'étiquetage de l'ensemble de l'installation photovoltaïque sont à réaliser au fur et à mesure de la mise en œuvre.

Réaliser et conserver un chemin du cablage



Attention à l'étanchéité à l'eau et à l'air lors du passage des câbles à l'intérieur du bâtiment.



● Finitions en périphérie

Ce chapitre ne traite que du cas des toitures revêtues de petits éléments de couverture

Les finitions sont adaptées en fonction de la couverture existante et du système

Respecter les prescriptions de mise en œuvre (pente, longueur de rampant,...) précisées dans les NF-DTU relatifs aux éléments de couverture (séries 40.1, 40.2 et 40.3) pour leur mise en œuvre au pourtour de l'installation photovoltaïque.

Il est fortement recommandé d'utiliser des systèmes photovoltaïques livrés avec les abergements adaptés à la toiture d'implantation (pente, type d'éléments de couverture, contraintes de calepinage,...).

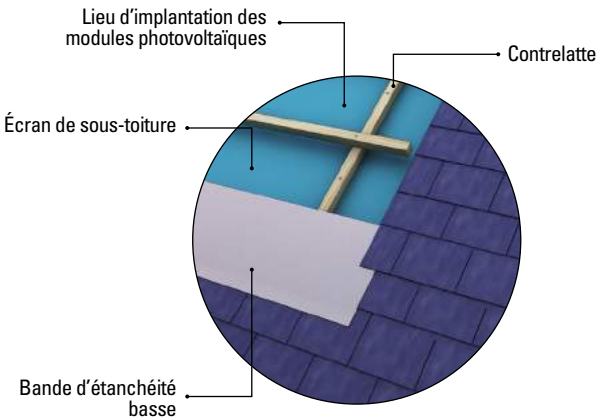
■ Matériaux

Éviter le contact entre les différents métaux.

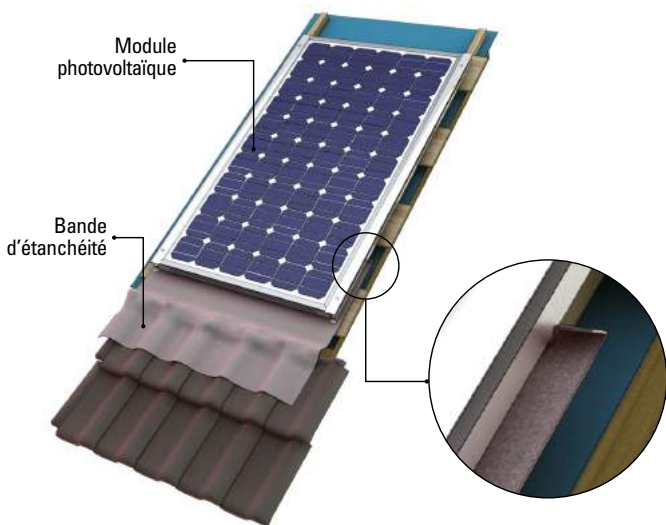
■ Étanchéité basse dans le cas d'une toiture partielle



Les constituants destinés à l'évacuation des condensats (écran souple de sous-toiture, tôles, ...) doivent descendre jusqu'à l'égout.



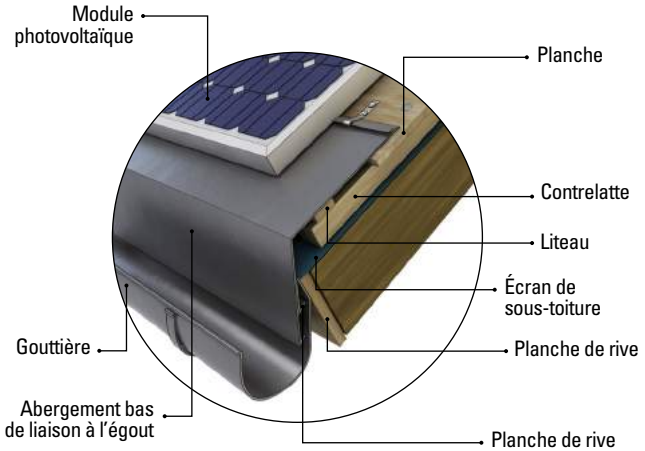
Mise en place des extrémités de la bavette d'étanchéité basse



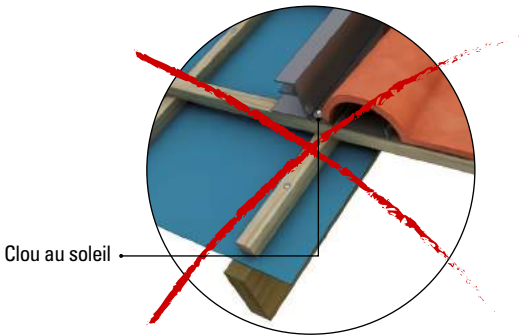
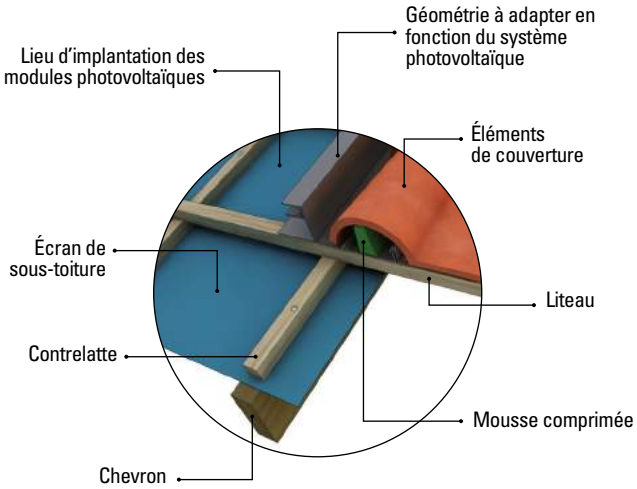
Exemple de disposition haute de la bavette d'étanchéité basse

■ Étanchéité basse dans le cas d'une liaison à l'égout du bâtiment

! Veiller à la bonne longueur des bavettes pour assurer l'étanchéité.



■ **Abergements latéraux dans le cas d'une toiture partielle**

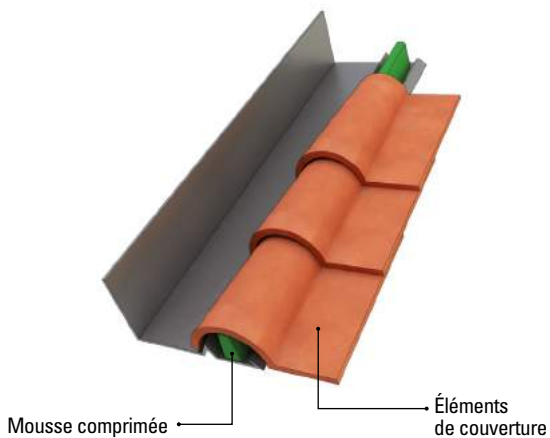


Pose de couloirs d'évacuation



! Si non fourni par le fabricant des modules, le système doit être conçu pour accueillir un abergement.

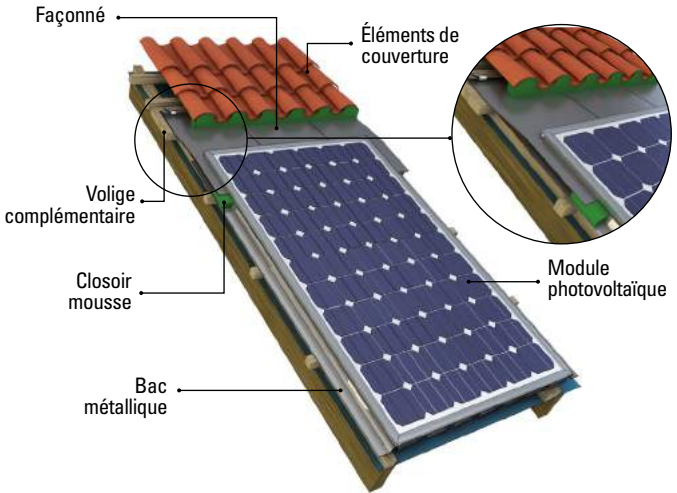
Abergement latéral



! La mousse comprimée n'assure pas à elle seule l'étanchéité.

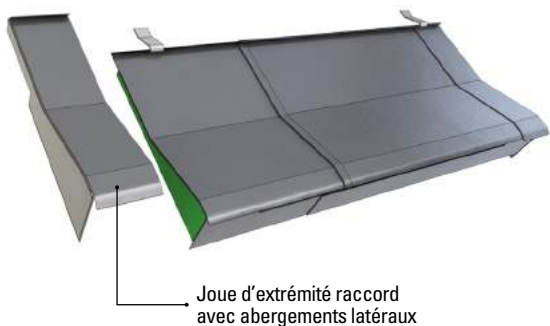
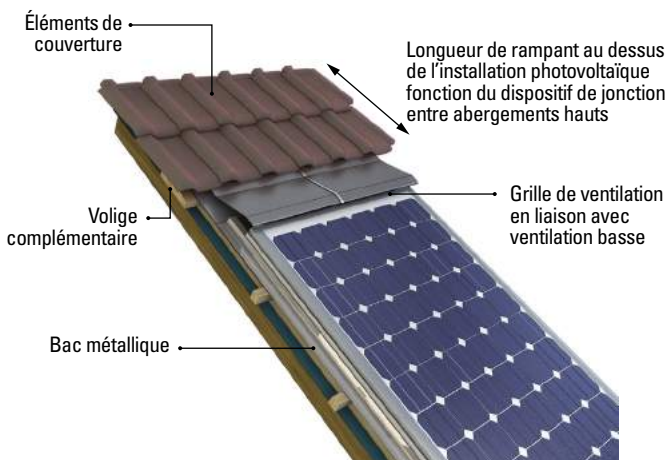
■ Abergements hauts dans le cas d'une toiture partielle

Exemple de mise en œuvre d'abergement haut dans le cas de système photovoltaïque avec bacs de sous-face



Exemples de mise en œuvre d'abergement haut dans le cas de système photovoltaïque sans bac de sous-face

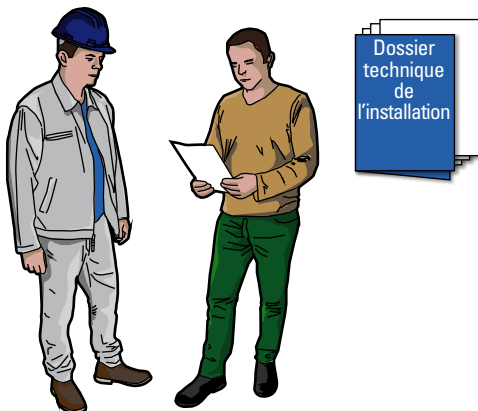
Respecter les longueurs de recouvrement.





● Mise en main

L'installateur intègre ce document au dossier technique remis au client :



- Un schéma électrique du système ;
- un plan d'implantation des différents composants ainsi que des liaisons ;
- une description de la procédure d'intervention sur le système : méthode de mise en service et hors service ;
- des consignes de sécurité.



Remettre un contrat de maintenance et proposer un contrat d'entretien.

SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES PAR MODULES RIGIDES INTÉGRÉS EN COUVERTURE

FÉVRIER 2017

Les productions du programme PACTE sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.

LES PARTENAIRES DU PROGRAMME PACTE

MAÎTRES D'OUVRAGE



ENTREPRISES/ARTISANS



MAÎTRES D'ŒUVRE



CONTRÔLEURS TECHNIQUES



INDUSTRIELS



ASSUREURS



PARTENAIRES PUBLICS



Plan Transition Numérique dans le Bâtiment

ADEME



Plan Recherche et Développement Amiante



Le Secrétariat Technique du programme PACTE est assuré par l'Agence Qualité Construction.