

Quel système d'intégration PV adapté à votre toiture ?

Bertrand Aucordonnier - ADEME

Céline Galliot - Région Bourgogne Franche Comté

Nicolas Peiffer - PLANAIR

Daniel Mugnier - PLANAIR

Jeudi 30 janvier 2025

Besançon Chambéry Lyon





Sommaire

- Les principaux types de toitures
- Les exigences à respecter
- Les évaluations techniques
- Présentation de l'outil

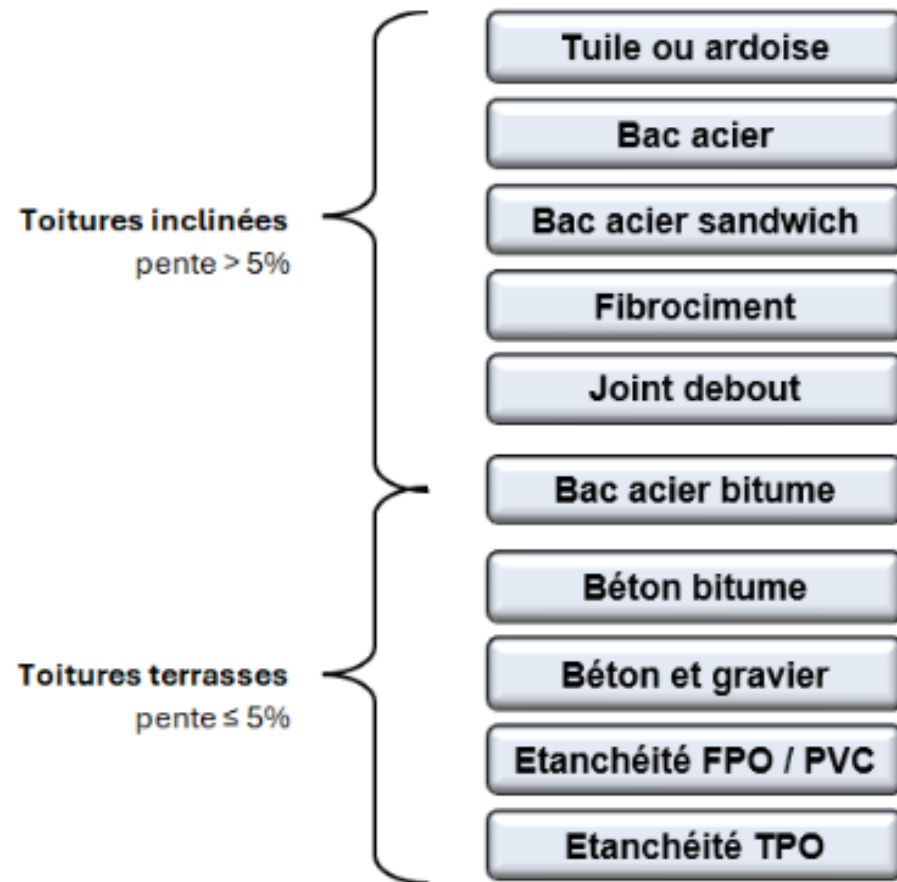


Les principaux types de toitures



Les principaux types de toitures

La toiture est composée d'un support et d'une couverture



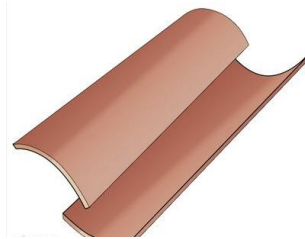
Les principaux types de toitures

Exemples de toitures : couverture en petits éléments – tuiles en terre cuite

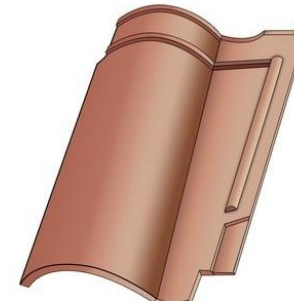
Tuile plate



Tuile canal



Tuile à emboîtement





Les principaux types de toitures

Exemples de toitures : couverture en petits éléments – autre type

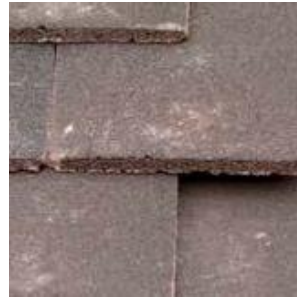
Tuile en ardoise



Bardeau bituminé ou shingle



Tuile béton plate

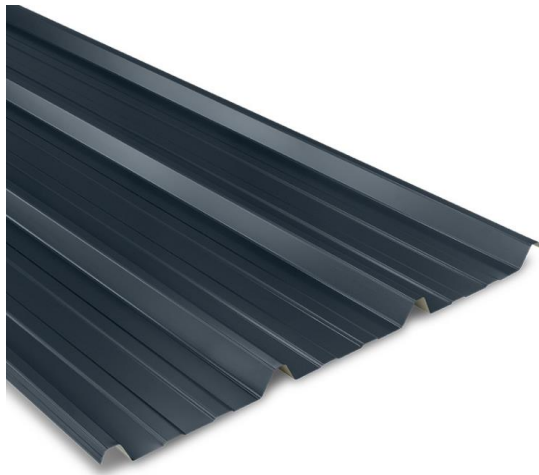


Les principaux types de toitures

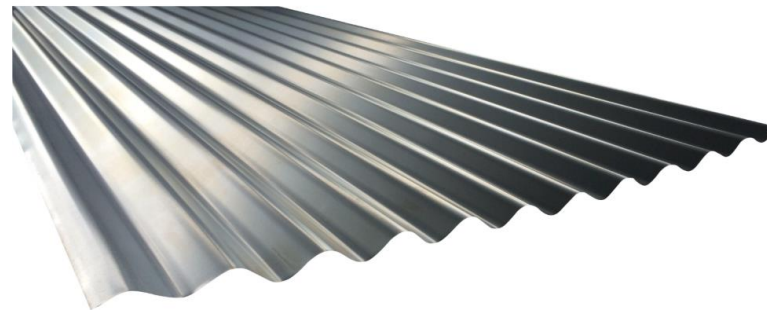
Exemples de toitures : couverture en grands éléments – bac

Bac simple peau

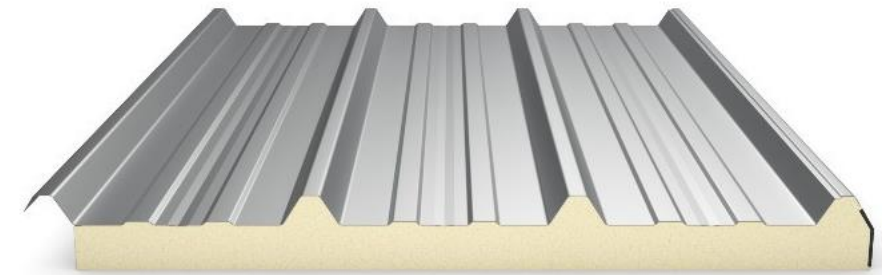
Plaque nervurée ou Tôle
acier nervuré (TAN)



Plaque ondulée ou tôle
ondulée



Bac sandwich



Les principaux types de toitures

Exemples de toitures : couverture en grands éléments – autres

Joint debout

zinc, aluminium



Fibrociment

Sans amiante

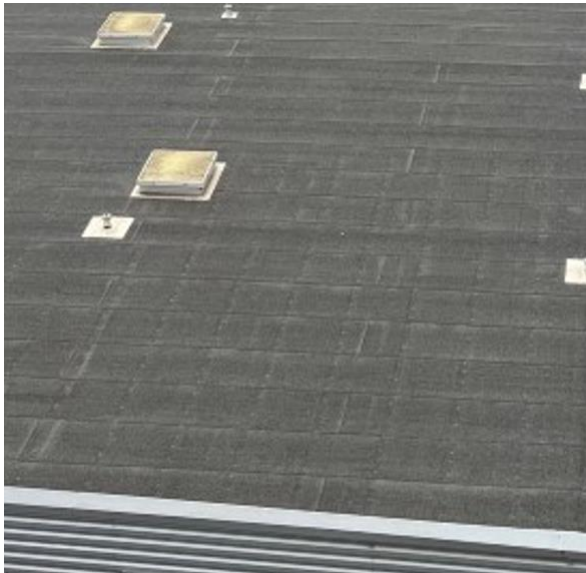
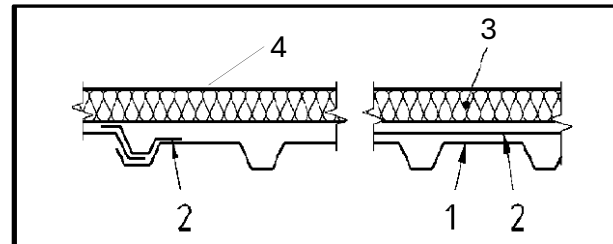


Les principaux types de toitures

Exemples de toitures : toiture étanchée - autoprotégée

Bitume

- (1) support en maçonnerie béton ou en bac acier ou bois
- (2) avec ou sans pare vapeur
- (3) isolant
- (4) étanchéité bitume



Les principaux types de toitures

Exemples de toitures : toiture étanchée avec protection lourde

Béton et gravier

Ajout de gravillons sur une épaisseur de 4cm au dessus du complexe d'étanchéité





Les principaux types de toitures

Exemples de toitures : toiture synthétique

FPO

plusieurs coloris (gris,
vert, brun, blanc...)



PVC



TPO



...Seul l'étancheur ou le DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) de la toiture permettront d'identifier précisément cette couverture



Les exigences à respecter



Les exigences à respecter

Textes de référence

Les toitures doivent respecter les **NF DTU** (document technique unifié) des documents à statut normatif décrivant les règles de l'art pour les différents types de toitures (spécifications de calculs, de construction et de mise en œuvre) elles appartiennent au domaine traditionnel.

Les éléments de couverture de la toiture doivent être conformes aux prescriptions des **DTA** (document technique d'application) ou **ATec** (Avis Technique) ils appartiennent au domaine non traditionnel.

Les isolants (supports d'étanchéités) autrefois appartenait au domaine d'application des avis techniques, ils appartiennent à présent au domaine traditionnel et sont consacrés par les règles professionnelles établies par la CSFE (Chambre syndicale française de l'étanchéité) et font l'objet d'un certificat [ACERMI](#) (Association pour la CERTification des Matériaux Isolants).

Tous ces documents sont cités en références dans les évaluations techniques des systèmes d'intégrations PV.



Les exigences à respecter

Toiture PV Ready

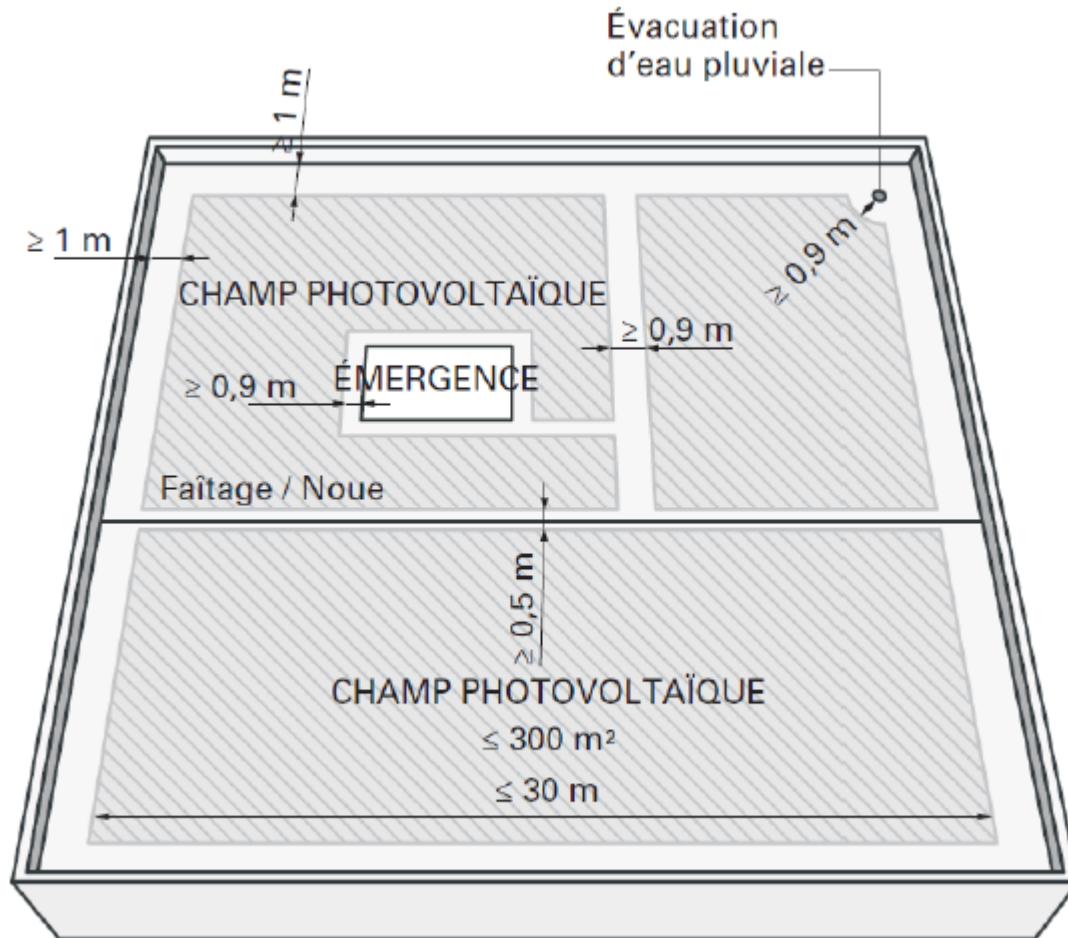
Cette appellation **n'est pas normative** mais employée commercialement pour indiquer que la toiture est prête à accueillir des panneaux PV :

Cela implique généralement que :

- la structure est conçue pour supporter le poids des panneaux solaires -> une étude structure est nécessaire pour valider cette caractéristique
- l'étanchéité est compatible avec l'installation de panneaux solaire garantissant une fixation stable sans compromettre l'intégrité de la toiture

Les exigences à respecter

Règles d'implantation à respecter en toiture-terrasse



Source : CSTB

Les câbles et connecteurs électriques doivent être placés dans des chemins de câble et ne pas se trouver en contact direct avec le revêtement d'étanchéité ou les zones d'écoulement d'eau.

La surface maximale de chaque champ photovoltaïque d'un seul tenant ne doit pas dépasser 300 m² et ses longueurs ne doivent pas dépasser 30 m afin de pouvoir assurer leur entretien.

Des largeurs minimales de cheminement doivent être prévues pour assurer l'entretien.

D'autres règles s'appliquent au cas par cas pour les **toitures inclinées** (voir évaluations techniques)



Les exigences à respecter

Classe de compressibilité de l'isolant en toiture-terrasse

Classe de compressibilité de l'isolant : désigne la capacité d'un matériau à résister à une compression (charge) les isolants ont des classes de compressibilité allant de **classe A** (peu résistant, non employé en support d'étanchéité) à **classe D** (très résistant).

Un isolant de **classe C à 60°C** est prévu pour une protection lourde, un isolant de **classe C à 80°C** est prévu sans protection lourde (il s'agit de la température des essais réalisés).

Classe	Résistance	Température (°C)	Charge d'essai (kPa)	Déformation (%)
A	-	23 et 80 (60)	20 20	≤ 10% ≤ 15 %
B	+	80 (60)	20	≤ 5 %
C	++	80 (60)	40	≤ 5 %
D	+++	80 (60)	80	≤ 5 %

Source : CSTB

Tableau 2 - Exemple d'aptitude à l'emploi de différentes classes d'isolants

A	B	C	D
Toiture uniquement accessible pour l'entretien. À n'utiliser qu'avec appréciation particulière de l'Institut	Toiture uniquement accessible pour l'entretien. Peut être utilisée sans restrictions	Toiture accessible aux piétons. Peut être utilisée pour entretien fréquent d'équipements	Toiture accessible aux véhicules légers. Ne peut être utilisée que si le revêtement d'étanchéité est protégé par un dallage en béton ou autre

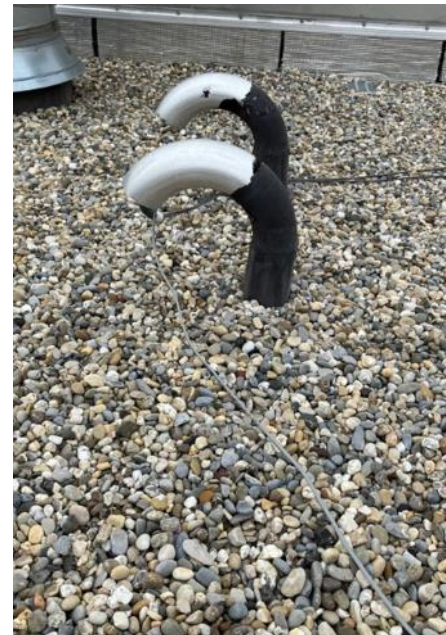
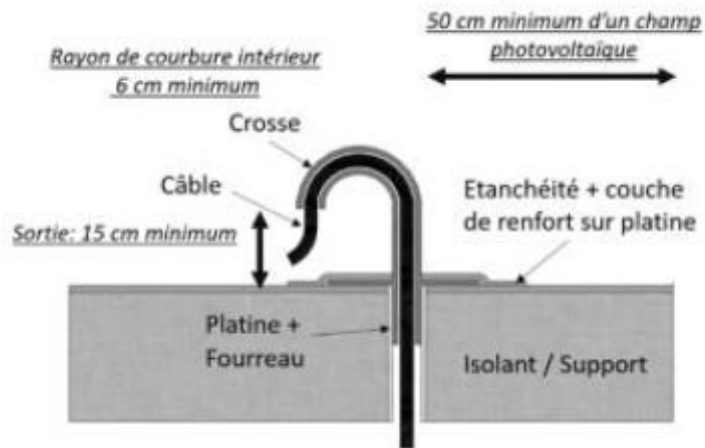
Les exigences à respecter

Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment en toiture-terrasse

Il doit être réalisé sans rompre l'étanchéité.

Il peut être réalisé soit :

- au niveau des traversées de toiture par l'intermédiaire de crosses de passage de câbles conformément au DTU 43.3
- via une descente en façade dans une gaine technique ou un chemin de câbles.





Les évaluations techniques



Evaluation technique des systèmes d'intégration PV

Ces évaluations sont requises par les assureurs pour délivrer une garantie décennale.

3 types d'évaluations techniques des panneaux PV :

<p>ATec : Avis Technique + Liste verte de la C2P</p> <ul style="list-style-type: none">• Demandé par : fabricant• Délivré par : GS21 (groupe d'experts de la CCFAT) et CSTB• Attribué pour une durée de 2 à 7 ans <p>(Pour les consulter voir site du CSTB ou site fabricants)</p>	<p>= technique courante pour les assureurs si l'ATEC est sur la liste verte de la C2P</p> <p>Dans ce cas pas de risque assurantiel</p>
<p>ATEx : Appréciation Technique d'Expérimentation</p> <ul style="list-style-type: none">• Demandée par : fabricant qui souhaite innover• Délivrée par : CSTB après consultation d'un comité d'experts<ul style="list-style-type: none">Cas A : durée limitée / chantiers limitésCas B : valable pour 1 chantierCas C : renouvelle le B• Attribuée pour une durée de 2 à 3 ans <p>(Pour les consulter voir site du CSTB ou site fabricants)</p>	<p>= technique courante pour les assureurs si ATEx de cas A</p> <p>Dans ce cas pas de risque assurantiel</p>
<p>ETN : Enquête de Technique Nouvelle</p> <ul style="list-style-type: none">• Demandée par : fabricant• Délivrée par : bureau de contrôle• Attribuée pour une durée de 1 à 3 ans <p>(pour la consulter contacter le fabricant)</p>	<p>= technique non courante pour les assureurs</p> <p>Déclaration préalable de la part de l'entreprise et éventuelle adaptation de la prime d'assurance</p>



Evaluation technique des systèmes d'intégration PV

Les évaluations techniques définissent un procédé qui comprend notamment :

- le **panneau photovoltaïque** : une grille de modules photovoltaïques accompagne le document et certifie que le module cité est compatible avec le procédé
- le **système d'intégration**
- les **éléments constitutifs de la toiture de destination**
- les **conditions d'emploi** : (zone géographique, charges climatiques admissibles, caractéristiques du bâtiment et de sa couverture, implantation des modules, exposition atmosphérique et ambiance intérieure du bâtiment)

Elles sont toujours associées à une **grille de modules** qui liste les modules (marque et modèle) compatibles.

En cas de sinistre l'expert aura pour mission de comparer le domaine d'emploi et le système photovoltaïque indiqués dans l'évaluation technique.

Les **ATec** ajoute des exigences sur les caractéristiques électriques de l'installation, exemple :

Le phénomène de “point chaud” pouvant conduire à une détérioration du module est évité grâce à l'implantation de diodes bypass sur chacun des modules photovoltaïques.



Evaluation technique des systèmes d'intégration PV

Assurance

En amont d'un projet, il est nécessaire d'informer l'assureur du système d'intégration pressenti et de son évaluation technique. L'assureur pourra ainsi donner son aval pour la délivrance d'une **garantie décennale** aux constructeurs de l'ouvrage, une **assurance dommages ouvrage** au MOa et une **assurance responsabilité civile professionnelle** à tous les professionnels.

L'attestation d'assurance responsabilité civile décennale :

- pour un bureau d'étude mentionne les activités de maîtrise d'œuvre et de conception de systèmes électriques, elle doit préciser la conception des installations photovoltaïques en toiture
- pour un installateur précise la réalisation d'installations photovoltaïques

Les attestations d'assurance décennales sont transmises par le MOa à l'assureur Dommage Ouvrage.

En cas de désordre, l'assurance dommages ouvrage permet un financement rapide des travaux de réparation des dommages relevant de la garantie décennale.

Une **attestation nominative de chantier** sera demandée par les partenaires du chantier (MOa, MOe, assureur Dommage Ouvrage) en cas d'utilisation d'un système d'intégration PV sous ETN.

Source : [Guide pour installer des systèmes photovoltaïques à l'attention des maîtres d'ouvrages, maîtres d'oeuvres, entreprises](#)



Evaluation technique des systèmes d'intégration PV

Divers points abordés dans les évaluations techniques :

- ERP (établissements recevant du public) : caractéristique de résistance au feu avec le classement **Broof T3** de la toiture et du système d'intégration des panneaux PV (pénétration et propagation du feu > 30 min)
- -> Il faut y ajouter les **recommandations du SDIS** (Service départemental d'incendie et de secours) pour les ERP qui doivent être consultées par département (abordé dans l'outil)
- Contraintes liées à la neige et au vent selon **règle NV 65 -> Eurocode**

Les évaluations techniques : ATec, ETN, ATex ont une **période de validité et de nouvelles évaluation techniques sont publiées régulièrement** donc l'outil présenté a une durée de vie limitée.



Présentation de l'outil



Merci de votre attention

Daniel Mugnier

Directeur délégué Solaire et Innovation
Responsable Agence Lyon

PLANAIR FRANCE SAS • INGENIEURS CONSEILS

18 rue Gabriel Péri • F- 69100 Villeurbanne • France

P +33 (0) 6 67 52 41 06

T +33 (0) 4 51 08 10 21

daniel.mugnier@planair.fr • www.planair.fr

Nicolas Peiffer

Ingénieur d'études
Agence Lyon

PLANAIR FRANCE SAS • INGENIEURS CONSEILS

18 rue Gabriel Péri • F- 69100 Villeurbanne • France

P +33 (0) 6 84 77 34 67

T +33 (0) 4 51 08 10 23

nicolas.peiffer@planair.fr • www.planair.fr