

PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

UN GUIDE POUR ENCADRER LA CONCEPTION, LA MISE EN ŒUVRE ET LA MAINTENANCE

TEXTE : PASCAL POGGI PHOTOS : FATH, FRANKEN SOLAR, SAG SOLARSTROM, SCHOTT SOLAR

Le récent Guide *Systemes*

photovoltaïques par modules rigides en toitures inclinées brosse un panorama minutieux et exhaustif des précautions à prendre en conception, installation, exploitation et maintenance, aussi bien du point de vue administratif que technique.



Photo Franken Solar

Photo Schott Solar



Le domaine d'application du guide publié par le programme « Règles de l'art Grenelle Environnement 2012 » sur le photovoltaïque (PV) est extrêmement circonscrit. Il s'agit des « installations photovoltaïques destinées à être mises en œuvre en bâtiments neufs ou existants, en toiture inclinée sur une partie d'un rampant ou sur la totalité d'un rampant, hors climat de montagne et Drom-Com (départements et régions d'outre-mer – collectivités d'outre-mer) ». Ce guide ne vise pas « les systèmes photovoltaïques mis en œuvre au-dessus d'éléments de couverture », mais seulement « les systèmes photovoltaïques constitués de modules rigides et conçus pour remplacer les éléments de couverture », avec ou sans bacs en sous-face, et que la toiture présente un, deux ou plusieurs pans. La publication couvre donc toutes les installations photovoltaïques intégrées à toiture inclinée, depuis les ensembles de 3 kW_c intégrés à la toiture d'une maison individuelle existante jusqu'aux toitures entièrement photovoltaïques des hangars agricoles, sans limite de puissance. Les tuiles photovoltaïques entrent dans le périmètre du guide, tout comme les modules sans cadres métalliques. En revanche, les modules non rigides en sont exclus, ainsi que l'incorporation de modules dans des verrières. Le guide est en partie fondé sur diverses normes techniques relatives aux modules photovoltaïques (NF EN 61215 *Modules PV au silicium cristallin*, NF EN 61646 *Modules PV en couches minces*, etc.), aux



Guide téléchargeable sur www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr.

installations électriques, avec notamment les normes NF C14-100 *Installations de branchement à basse tension* et NF C15-100 *Installations électriques à basse tension* et le Guide pratique UTE C15-712-1 *Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution*. Il liste également 40 autres arrêtés, DTU, normes, etc., que ses prescriptions respectent, couvrant les aspects sismiques, les caractéristiques des couvertures et de leurs revêtements, la sécurité incendie, etc.

Le guide ne se substitue pas aux ATec et notices de pose

Le guide est extrêmement détaillé dans cinq domaines : l'évaluation de la faisabilité (connaissance du site...), le dimensionnement, les démarches administratives, la sécurité (électrique, incendie, des personnes) et la mise en œuvre. Ce caractère très fouillé du document pourrait conduire le lecteur à croire qu'il remplace avantageusement en un seul document les contenus dispersés des DTU, ATec, ainsi que les recommandations de >>>

“Ce guide vise seulement les systèmes photovoltaïques constitués de modules rigides et conçus pour remplacer les éléments de couverture”

Sécurité des personnes

Le guide rappelle utilement que des modules qui restent exposés à la lumière continuent de produire et doivent toujours être considérés sous tension, même lorsque la partie courant alternatif aval est déconnectée.

En ce qui concerne le risque sismique, le guide fournit la carte des zones de sismicité et souligne que les systèmes photovoltaïques ne possédant pas d'évaluation sismique sont autorisés à la mise en œuvre :

- en zone de sismicité 1 : sur les bâtiments de catégories d'importance I à IV ;
- en zone de sismicité 2 : sur les bâtiments de catégories d'importance I et II ;
- en zone de sismicité 3 et 4 : sur les bâtiments de catégories d'importance I.

Le guide fournit aussi la répartition des bâtiments en catégories d'importance.

En ce qui concerne la sécurité des personnes intervenantes (installateurs, entreprise de maintenance), il recommande de suivre la fiche pratique de sécurité ED 137 (1) éditée par l'INRS, ainsi que les recommandations R467 (2) de la Caisse d'assurance-maladie *Pose, maintenance et dépose de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques en sécurité*.

(1) www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/publications.html?reflNRS=ED%20137

(2) www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/publications.html?reflNRS=R%20467



Sur un bâtiment existant, toutes les traversées de toitures – comme les fenêtres de toit – doivent être soigneusement relevées lors de la reconnaissance du site. En construction neuve, elles doivent être incorporées dès la conception.

dimensionnement, d'entretien, d'exploitation et les notices de pose produites par les fabricants. Ce n'est pas le cas. Le guide souligne qu'il n'est pas possible de couvrir en détail l'énorme diversité des systèmes proposés sur le marché français, et qu'il n'en a pas la vocation. Son propos est plutôt de donner les notions de base à maîtriser par un professionnel appelé à contribuer d'une manière ou d'une autre à la détermination, l'installation ou l'exploitation d'un système photovoltaïque intégré en toiture pentue. Par ailleurs, les règles normatives et réglementaires du photovoltaïque évoluent ; en mars dernier, au moment de sa publication, divers travaux normatifs étaient d'ailleurs en cours dans le domaine électrique et de l'incendie.

Étude de faisabilité

Un projet d'installation photovoltaïque commence par l'examen du site et du bâtiment. Inutile d'entreprendre quoi que ce soit si l'orientation des surfaces utilisables de la toiture ne s'y prête pas, concrètement si elles se trouvent au nord. Le guide rappelle que l'implantation idéale pour maximiser la production d'électricité en France métropolitaine est une orientation plein sud avec une inclinaison de 35° par rapport à l'horizontale. Mais un écart de plus ou moins 45° par rapport au sud et une inclinaison de 20 à 60° par rapport à l'horizontale ne grèvent pas trop le bilan de production annuel. L'examen du site ne peut être réalisé uniquement à distance, grâce à des logiciels qui évaluent la production d'électricité,

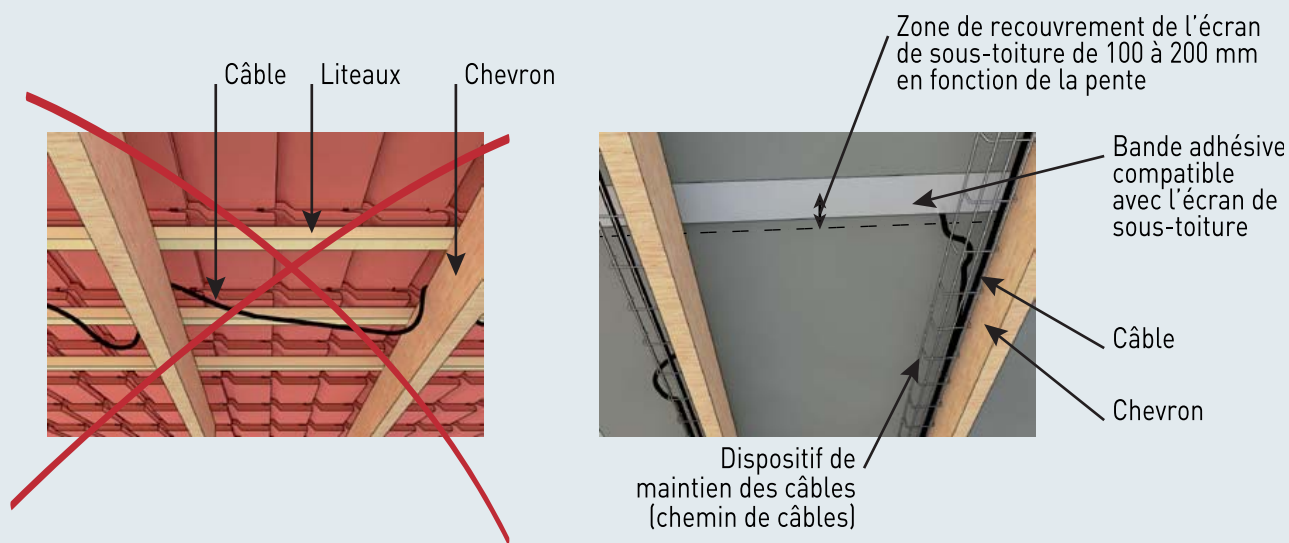
toutes choses égales par ailleurs. Il faut se rendre sur place et vérifier l'absence, à proximité, d'activités susceptibles de générer des poussières qui se déposeraient sur les modules, imposeraient un entretien fréquent et réduiraient la production. L'examen du site est aussi le moment privilégié pour apprécier les risques administratifs – présence de monuments avec des périmètres protégés, etc. – ainsi que l'existence de masques éventuels, voire l'anticipation de leur extension (pousse des arbres, permis de construire de bâtiments à venir aux alentours, etc.), qui pourraient peser sur la production dans les années à venir. L'étude de l'ensoleillement moyen commence par l'examen des cartes d'ensoleillement (1) ou par l'utilisation de sites Internet de simulation de production.

Le guide se penche aussi sur l'atmosphère extérieure et l'ambiance intérieure. À l'extérieur, éviter les atmosphères salines (à moins de 3 km de la mer) ou corrosives (à proximités d'installations industrielles polluantes). À l'intérieur, deux risques sont à considérer si la sous-face des modules est en contact direct avec l'ambiance : une atmosphère trop humide [définie comme $W/n > 5 \text{ g/m}^3$, où W est la quantité de vapeur d'eau produite par heure dans le local et n le taux horaire de renouvellement d'air] ou trop corrosive. Ce dernier problème apparaît surtout dans les hangars abritant un élevage, raison pour laquelle de nombreux fabricants de modules PV soumettent leurs matériels à des essais de résistance à la corrosion interne et externe.

(1) Le guide recommande les cartes du site <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmeps/eur.htm#FR>.

Exemple de circulations des câbles

Source : Guide « RAGE 2012 » Systèmes photovoltaïques par modules rigides en toitures inclinées - Guide de conception, de mise en œuvre et de maintenance.



Les câbles et connecteurs doivent être maintenus de façon à ce qu'aucune traction ne soit exercée au niveau des connecteurs, ce qui conduirait des contraintes (sous l'effet du poids notamment) non prévues dans les câbles et/ou les soumettrait à des efforts d'oscillation.

“Les ATec identifient de manière exhaustive les types de toitures compatibles (bacs acier, tuiles, ardoises, tôles ondulées, avec ou sans écran de sous-toiture, pente minimale et maximale admissible, etc.)”

La solidité de la charpente supportant la couverture et sa capacité à supporter l'installation photovoltaïque doivent être soigneusement vérifiées. L'examen de la toiture offre aussi l'opportunité de rechercher l'éventuelle présence d'amiante (plaques ondulées en amiante-ciment sur les hangars, etc.) et de relever tous les éléments traversant la toiture (cheminée, fenêtre de toit, etc.). La présence d'éléments traversants contribue en effet au choix du système et de son implantation. Enfin, une parfaite planéité de la toiture est absolument nécessaire pour la bonne installation d'un système PV intégré.

Conception, dimensionnement et démarches administratives

Le guide ne traite pas du dimensionnement électrique de l'installation, renvoyant aux prescriptions du guide pratique UTEC C15-712-1 et demandant que les modules bénéficient d'une attestation de conformité électrique en cours de validité (ATec ou solution équivalente). Il s'appesantit davantage sur le dimensionnement mécanique des éléments de structure du bâtiment, rappelant les critères d'évaluation sous charges ascendantes, descendantes et horizontales. Il insiste beaucoup plus encore sur le fait que le système photovoltaïque retenu doit correspondre au type de toiture du



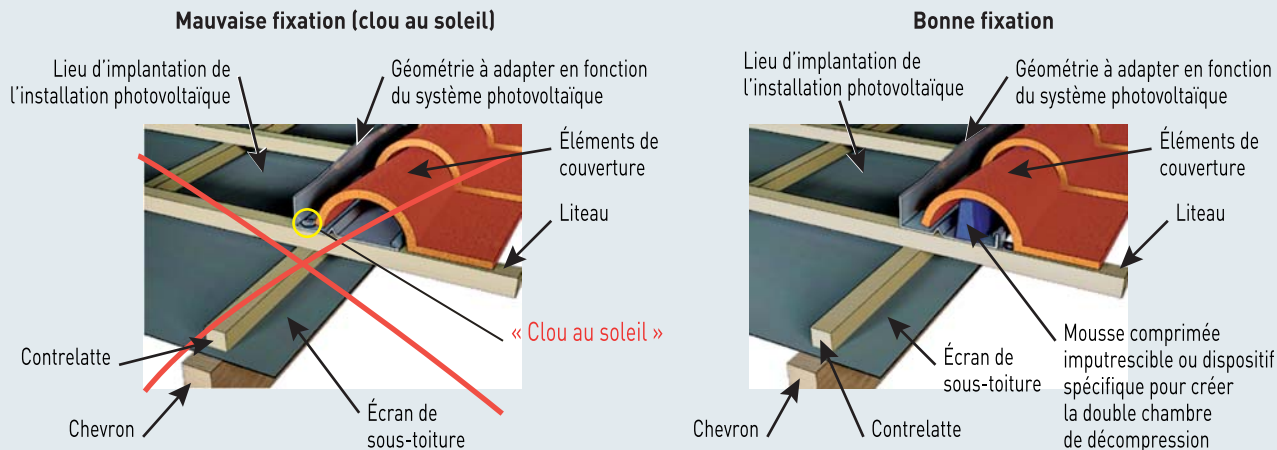
Les toitures photovoltaïques intégrées des hangars agricoles et d'élevage sont traitées en détail au moment de la conception pour tenir compte des conditions ambiantes à l'intérieur du hangar, notamment de la présence d'une atmosphère corrosive.

bâtiment. Les ATec identifient d'ailleurs de manière exhaustive les types de toitures compatibles (bacs acier, tuiles, ardoises, tôles ondulées, avec ou sans écran de sous-toiture, pente minimale et maximale admissible, etc.), et précisent aussi la position des modules en mode portait ou paysage. Le 25 juin 2012, le Conseil d'État a annulé la disposition de la circulaire du 1^{er} juillet 2010 relative aux tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque, qui créait le Comité d'évaluation de l'intégration au bâti (CEIAB). Ce comité éditait en fait la liste des solutions considérées comme intégrées ou semi-intégrées. Du coup, la liste n'existe plus officiellement, et le maître d'ouvrage doit s'en remettre à la bonne foi de ses conseils techniques, installateur, bureau d'études, architecte, etc., puisqu'il doit produire une attestation sur l'honneur, établie par l'installateur et tenue à la disposition du Préfet, justifiant le respect des critères d'intégration qui, comme on vient de le dire, n'existent plus. Si la partie administrative du guide mentionne bien que les modules doivent faire l'objet d'une évaluation positive (ATec, Pass'Innovation, etc.) pour obtenir les divers tarifs d'achat de l'électricité, il n'évoque pas les critères d'intégration et de semi-intégration qui font défaut aujourd'hui. Il rappelle simplement que le système ne doit pas dépasser la couverture existante de plus >>>

Abergements latéraux dans le cas...

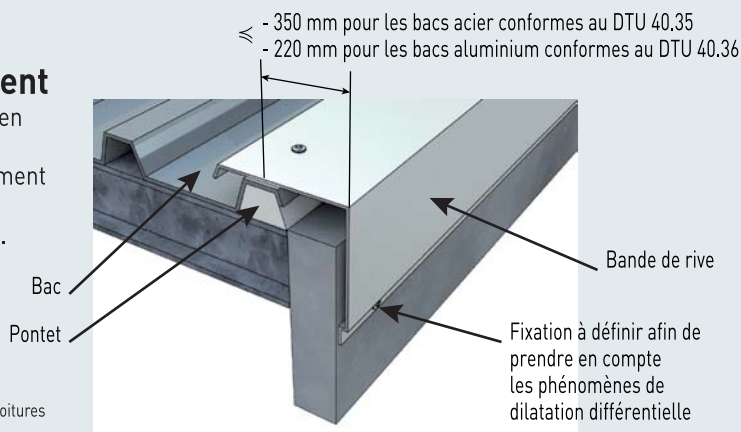
1 d'une toiture partielle

Les abergements latéraux sont destinés à assurer l'étanchéité en drainant l'eau provenant du rampant supérieur ou de la surface des modules vers l'égout. Leur fixation ne doit donc en aucun cas être réalisée dans la zone de passage d'eau.



2 d'une liaison aux rives du bâtiment

Dans le cas des systèmes photovoltaïques avec bacs en sous-face du plan des modules, il est fortement recommandé de réaliser la jonction aux rives du bâtiment via la mise en œuvre de bandes de rives recouvrant la nervure extrême du dernier bac de partie courante.



Source : Guide « RAGE 2012 » Systèmes photovoltaïques par modules rigides en toitures inclinées - Guide de conception, de mise en œuvre et de maintenance.

“Conséquente, la partie mise en œuvre du guide traite par exemple des abergements latéraux dans les cas d'une couverture partielle et d'une liaison aux rives, etc.”

de 20 mm pour accéder à certains tarifs de rachat. Pour toutes les subtilités administratives, le guide renvoie au site www.photovoltaique.info, dont la partie consacrée au cadre réglementaire n'a cependant pas été mise à jour depuis le 24 novembre 2009 et la partie tarifaire date du 4 mars 2011...

Mise en œuvre

La partie mise en œuvre du guide est conséquente et traite :

- des compétences des installateurs : couverture, électricité (avec habilitation correspondante obligatoire selon la NF C18-510 qui prévoit des habilitations spécifiques BP ou BR pour le

photovoltaïque), qualification et/ou certification des entreprises pour la mise en œuvre de systèmes PV (les qualifications et certifications ne sont pas mentionnées) ;

- de la préparation de la toiture : écran de sous-toiture, calepinage, litaunage et voligeage ;
- des installations électriques ;
- de la mise en œuvre en partie courante et aux points singuliers : abergements latéraux dans le cas d'une couverture partielle, dans le cas d'une liaison aux rives, abergements hauts, etc.
- de la pose des éléments de couverture ;
- de l'autocontrôle et de l'attestation de conformité électrique.

L'entretien et la maintenance sont traités rapidement et portent principalement sur le nettoyage et l'inspection des panneaux en toiture, sur la vérification et l'entretien de la partie électrique, sur la procédure à suivre en cas de remplacement d'un ou de plusieurs modules (déconnexion électrique pendant les manipulations, reconnexion en fin de remplacement...). ■