

Pour des bâtiments neufs "Solarisables"

Guide d'intégration du photovoltaïque dès la conception du bâtiment

Juin 2021



HESPUL

ÉNERGIE
PARTAGÉECentrales
Villageoises
Association

Ce guide est une nouvelle coopération des réseaux des énergies citoyennes. Ce travail a été animé et soutenu par Hespul (l'association pionnière du photovoltaïque, qui édite le site photovoltaïque.info).

Nous remercions tous les rédacteur.trice.s d'une ligne ou d'une page, les relectrice.teur.s, mais aussi celles et ceux qui ont osé poser des questions pour clarifier les explications.



HESPUL

Introduction

Partout en France les collectivités réalisent des Plans Climat Air Énergie prévoyant le développement des énergies renouvelables et particulièrement du photovoltaïque. Les toitures constituent un potentiel de développement du photovoltaïque important, leur équipement est donc un enjeu clé !

L'objectif de ce guide est de donner les clés aux collectifs citoyens pour inciter les maîtres d'ouvrages privés et publics à construire des bâtiments solarisables à moindre coût, en leur fournissant un argumentaire et les éléments techniques nécessaires.

AMÉLIORATION CONTINUE

Pour toutes questions merci de :

- contacter : eric.bureau@energie-partagee.org
- ou de commenter le document partagé via [ce lien](#). Les auteurs seront directement informés de vos commentaires.

Dans le même document, vous pouvez contribuer grâce aux suggestions (modification directement dans le texte), afin d'améliorer le document en continu. Vous pouvez proposer de nouvelles explications et vos propositions de mise à jour.

Vos contributions sont essentielles au réseau ! N'hésitez pas à participer !

Soutenu
par

Sommaire

Glossaire	3
Chapitre 1 : Pourquoi prévoir du photovoltaïque dans la conception de son bâtiment ?	4
A . Argumentaire	4
B. Comment détecter les projets de bâtiment auprès des collectivités (cible principale) et aménageur / promoteur ?	7
Chapitre 2 : Conception technique du bâtiment et suivi du chantier	8
A. Contraintes techniques liées à l’installation PV	8
B. Retours d’expérience et bonnes pratiques pour la préparation et le suivi du chantier	9
Chapitre 3 : Démarches administratives	10
A. Démarches d’urbanisme	10
B. Demande de raccordement	11
Chapitre 4 : Démarches foncières	12
A. À quel moment contractualiser ? Sous quelle forme ?	12
B. Répartition des surcoûts	14
Conclusion	14
Bibliographie	15
ANNEXE 1 : ATec validé par l’AQC	16
ANNEXE 2 – Contraintes à prendre en compte par les maitres d’ouvrage/maitres d’œuvre d’un bâtiment neuf pour le rendre solarisable de façon efficace et à moindre coût	18
1. Contraintes administratives	18
2. Contraintes techniques	18
2.1 Contraintes structurelles	19
2.2 Procédés de mise en œuvre	20
2.3 Contraintes techniques particulières pour toiture terrasse	20
2.4 Toits inclinés	22
2.5 Contraintes particulières pour les ERP/ICPE	22
2.6 Contraintes techniques spécifiques aux systèmes photovoltaïques	23

Glossaire

PV : photovoltaïque

ATec : L'Avis Technique ou ATec désigne l'avis formulé par un groupe d'experts représentatifs des professions, appelé Groupe Spécialisé (GS), sur l'aptitude à l'emploi des procédés innovants de construction. Les Avis Techniques sont délivrés par la Commission Chargée de Formuler les Avis Techniques (CCFAT) rattachée au ministère en charge de la construction et de l'habitation.

ATex : Procédure rapide d'évaluation technique formulée par un groupe d'experts sur tout produit ou procédé innovant. Cette évaluation permet des premiers retours d'expérience sur la mise en œuvre de produits ou procédés en préalable à un Avis Technique.

ETN : L'évaluation des innovations permet d'apporter aux acteurs de la construction des informations fiables sur l'intégration à l'ouvrage et la durabilité des procédés dans un domaine d'emploi et des conditions de mise en œuvre bien définies. Cette évaluation se fait via une Enquête de Technique Nouvelle (ETN), réalisée par un bureau de contrôle. À partir des éléments techniques et juridiques fournis, l'ETN vise à donner un avis de principe sur un procédé innovant de technique non traditionnelle.

PLU : Plan Local d'Urbanisme

CSPS : Le coordonnateur SPS (Coordonnateur en matière de Sécurité et de Protection de la Santé, ou CSPS) intervient sur les chantiers de bâtiment ou de génie civil lorsque plusieurs entrepreneurs ou travailleurs indépendants y officient.

B Roof (t3) : Classe de résistance au feu (définition de l'arrêté du 14/02/2003) pour les toitures garantissant un temps de passage du feu au travers de la toiture et une durée de la propagation du feu à la surface de la toiture supérieure à trente minutes. C'est l'équivalent de l'indice T30-1.

Chapitre 1 : Pourquoi prévoir du photovoltaïque dans la conception de son bâtiment ?

A . Argumentaire

Au-delà de l'argumentaire économique (loyer et cession de l'installation à l'issue du bail), les propriétaires de bâtiments ont bien d'autres intérêts à équiper leurs toitures. Il convient néanmoins de souligner que le photovoltaïque ne doit pas être un levier pour réduire les obligations d'efficacité énergétique.

Par ailleurs, certains types de bâtiments sont soumis à une obligation d'inclure des surfaces solaires ou une végétalisation, et généraliser cette obligation à l'ensemble de son patrimoine permet de consolider les compétences nécessaires à la conception, le maintien et l'exploitation du parc foncier.

A.1 Responsabilité Sociétale / Environnementale

Développement des énergies renouvelables et limitation de l'artificialisation des sols

Le fait d'équiper les toitures de photovoltaïque permet, à terme, une optimisation de l'espace ; en maximisant la puissance photovoltaïque installée en toiture, on limite la puissance à installer au sol et on rentabilise mieux les zones déjà urbanisées. En effet, toute surface anthropisée devrait être mise à profit pour la production d'énergie, lorsque cela est possible, afin d'éviter l'artificialisation des sols. De la même façon, si l'installation photovoltaïque répond à une obligation, il est préférable de maximiser la puissance installée dans le but d'utiliser tout le gisement disponible.

Liens aux objectifs énergétiques du territoire

Pour l'ensemble des collectivités, le fait de permettre à sa toiture d'accueillir du photovoltaïque en la mettant à disposition permet de répondre aux objectifs de production d'énergie qu'elles se sont données (TEPOS, TEPCV, PCAET,...).

D'autres parts, la mise à disposition des toitures à un groupe citoyen donne l'opportunité de prendre part et de soutenir une démarche d'appropriation de la production d'énergie. Il permet aussi aux collectivités d'ajouter des centrales photovoltaïques sur leur patrimoine sans investissement, tout en favorisant un circuit court des bénéfices de la production.

Image

L'équipement des bâtiments en panneaux photovoltaïque est généralement bénéfique en termes d'image auprès du grand public. La centrale représente un outil visible, mobilisable, qui peut faire l'objet de visites pédagogiques sur place. Si le projet est citoyen, il mobilise plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de personnes ; c'est donc un bon moyen de se faire connaître pour les entreprises et une belle vitrine pour les collectivités.

A.2 Certifications et démarches volontaires

Le photovoltaïque peut permettre d'obtenir certaines certifications :

- Bâtiment basse consommation (BBC)
- Dans ces certifications le photovoltaïque peut être un plus
- Valorisation de l'image (ISO 14001, RSE ...)
- Valorisation du PV dans des appels d'offre, concours archi, etc. pour les promoteurs

A.3 Obligations

La loi Climat Énergie Climat du 8 novembre 2019 a introduit l'obligation d'équiper en photovoltaïque ou en végétalisation 30% des toitures des bâtiments nouvellement créés de plus de 1000 m² d'emprise au sol. La mise à disposition des toitures à une centrale citoyenne permet d'alléger l'investissement tout en remplissant les obligations réglementaires.

Un guide sur le sujet a été réalisé par AtlanSun, à retrouver sur [ce lien](#).

Extrait de la loi :

“L'article L111-18-1 du code de l'urbanisme, modifié par la loi Climat Énergie du 8 novembre 2019, prévoit que les permis de construire des bâtiments d'emprise au sol supérieure à 1000 m², devront intégrer, un procédé de production d'énergie renouvelable ou un système de végétalisation. Le photovoltaïque peut constituer une réponse à cette obligation. Si le permis de construire inclut également un parking, une partie ou la totalité du système photovoltaïque peut être installée sur des ombrières. Le procédé de production d'énergie renouvelable ou le système de végétalisation devra alors couvrir au moins 30 % de la surface totale des toitures et des ombrières créées.

Les constructions concernées par l'obligation sont les suivantes :

- *les nouvelles constructions soumises à une autorisation d'exploitation commerciale,*
- *les nouvelles constructions de locaux à usage industriel ou artisanal, d'entrepôts, de hangars non ouverts au public faisant l'objet d'une exploitation commerciale,*
- *les nouveaux parcs de stationnement couverts accessibles au public.”*

Sauf si cela vient aggraver un risque, en cas de difficulté technique insurmontable à des coûts modérés, en cas de site en périmètre classé. Sur les ICPE des dérogations sont également possibles.

Une obligation de production d'énergie renouvelable dans le plan local d'urbanisme (PLU) peut aussi être présente (par exemple sur la métropole de Lyon).

A.4 Opportunité pour les rénovations

Dans le cas d'une rénovation de la toiture, l'installation de photovoltaïque ou la mise à disposition de la toiture peut permettre de financer une partie des travaux (ex : financement de la membrane d'étanchéité pour une toiture plate).

Il est également possible d'intéresser le propriétaire en remplaçant le loyer par la mise à disposition d'une petite installation en autoconsommation.

Retours d'expériences

Massilia Sun System verse ses loyers à l'avance, en une seule fois (soulte), pour aider le financement des travaux d'un bâtiment en rénovation.

Point d'attention : un unique versement initial peut fragiliser la relation à long terme entre bailleur et locataire. Un versement régulier, même de montant modeste, permet d'asseoir une relation de confiance à long terme.

A.5 Faible surcoût lors de la construction

Enerplan a commandé une étude au bureau d'ingénierie Cardonnel pour évaluer le surcoût pour rendre "prêt au solaire" une construction neuve (logements individuels ou collectifs).

Cette étude a calculé les coûts additionnels à la construction d'un bâtiment liés au fait que celui-ci soit prêt à être équipé de photovoltaïque en toiture. Les différents paramètres étudiés sont :

- le dimensionnement des structures qui doit permettre d'accueillir les panneaux solaires,
- la couverture de la toiture qui doit être compatible (complexe d'étanchéité, bac acier, ...),
- la mise en place de fourreaux pour le passage des câbles.

D'après cette étude le surcoût serait inférieur à 0,5% pour tout type de bâtiment.

Pour plus de détails : [RE 2020 Étude du surcoût de bâtiments prêts à solariser - Enerplan](#)

Selon d'autres estimations, le surcoût est compris entre 5 et 30€/m², ou entre 1 et 3% du prix du bâtiment (variable selon le type de bâtiment).

Mais l'on peut affirmer avec certitude que **l'équipement d'un bâtiment qui n'a pas été conçu pour accueillir du photovoltaïque entraîne des frais plus conséquents**. La conception des bâtiments en PV ready permet d'anticiper toute évolution future législative qui pourrait amener une obligation de solarisation (par exemple lors de travaux de rénovation) sans avoir à faire de modification structurelle importante et plus coûteuse à l'avenir.

B. Comment détecter les projets de bâtiment auprès des collectivités (cible principale) et aménageur / promoteur ?

Pour détecter les projets de bâtiments neufs, le principal interlocuteur est la collectivité. Il est pertinent d'entrer en contact avec les services en charge de l'énergie au sein des communes, communauté de communes, département ou région et de les rencontrer régulièrement pour être au courant des projets d'aménagement.

Les services les plus concernés sont :

- PETR (Pôle Equilibre Territorial et Rural)
- CEP (Conseiller Energie Partagée)
- chargé de mission énergie
- chargé de mission aménagement / urbanisme

Pour les projets sous maîtrise d'ouvrage privée, il est intéressant de rencontrer les promoteurs pressentis pour la mise en œuvre des projets d'aménagement au plus tôt pour pouvoir présenter l'intérêt d'un projet photovoltaïque.

Idéalement, il faudrait arriver en amont des ZAC et définir, en concertation avec l'architecte en chef, un cahier des charges favorable au photovoltaïque, avec des orientations et type de toit obligatoire par exemple.

Retours d'expériences

Les Centrales Villageoises des Vallons du Lyonnais (CEVIVAL) sont en lien avec un chargé de mission de la Communauté de Communes, ce qui a permis d'obtenir le schéma d'attribution des lots sur une ZAC, avec les surfaces et les coordonnées des entreprises.

Chapitre 2 : Conception technique du bâtiment et suivi du chantier

Ce chapitre présente les détails techniques nécessaires à la construction d'un bâtiment solarisable. L'annexe 2, disponible au format Word, est cessionnelle en l'état au maître d'ouvrage, architecte ou bureau d'étude.

A. Contraintes techniques liées à l'installation PV

Les principales contraintes de conception du bâtiment à prendre en compte sont les suivantes :

- Orientation et inclinaison du toit du bâtiment : inclinaison entre 10° et 30° et orientation de Sud-Est à Sud-Ouest
- Structure compatible : fournir surpoids au m², préconisation entraxe pannes, caractéristique bac acier / plots...
- Compatibilité avec ombrages propres du bâtiment (acrotères, cheminées...) et encombrement toiture (évents, velux...)
- Compatibilité avec ombrages extérieurs au bâtiment (vérifier aussi le PLU pour voir si des évolutions pourraient modifier les ombrages, construction d'un immeuble, etc.)
- Dans le cas des toitures plates : compatibilité du complexe d'étanchéité (isolant et membrane d'étanchéité) avec la fixation de panneaux (classe de compressibilité C et BROOFT3 par exemple)

D'autres aspects techniques plus spécifiques sont également à considérer dans la conception/réalisation du bâtiment :

- Prévoir la position du local onduleur : fournir dimensions, localisation préférentielle et contraintes d'accès (accès même lorsque le bâtiment est fermé en cas de tiers investisseur)
- Prévoir le cheminement des câbles courant continu (DC) entre les panneaux et le local (en extérieur de préférence), et la pose des fourreaux en tranchées du local, jusqu'au coffret ENEDIS
- Fournir les contraintes des interventions ultérieures sur la toiture PV (accès à la toiture, ligne de vie et/ou garde corps, accès à l'eau pour nettoyage/maintenance...)
- Fournir l'Avis Technique (ATec), ATex ou l'Enquête de Technique Nouvelle (ETN) du système de pose pressenti.
- Prendre en compte les aspects spécifiques demandés par la commission de sécurité s'il s'agit d'un ERP du 1er groupe :
 - Localisation des arrêts d'urgence photovoltaïque (à proximité immédiate des autres arrêts d'urgence du site) si imposé par le site
 - Passage des câbles à l'extérieur du bâtiment

Les principales contraintes techniques à prendre en compte par les maitrises d'ouvrage et les maitres d'œuvre du bâtiment sont fournies en annexe 2.

En pratique pour la phase travaux :

- Dossier d'appel d'offre entreprise : vérifier avec l'hébergeur que les contraintes ont été prises en compte et bien définir les limites de prestations et de lots (exemple : couverture/étanchéité et photovoltaïque)
- Au démarrage des travaux, l'installateur photovoltaïque doit :
 - Valider le planning des travaux de la construction avec l'intervention prévue pour la centrale
 - Fournir au coordonnateur SPS, les éléments règlementaires (PPSPS)
 - Fournir qualifications et attestations assurances responsabilité civil (RC) et décennale
 - Faire faire un état des lieux contradictoire avant et après son intervention

B. Retours d'expérience et bonnes pratiques pour la préparation et le suivi du chantier

Avantages à intervenir avant les travaux	Inconvénients à intervenir avant les travaux
<ul style="list-style-type: none"> ● Prise en compte du photovoltaïque dans la conception du bâtiment : surcharge, ombrage, raccordement... ● Limitation des démarches urbanistiques si le photovoltaïque est déjà intégré au permis de construire ● Signature des baux avec un seul interlocuteur (avec le promoteur en amont de la création de la copropriété) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Chronophage dans la gestion des changements : modification du projet, panneaux initiaux plus disponibles, participation aux réunions de chantier ... ● Si inclusion dans un appel d'offre public : absence de choix de l'installateur ● Obligation de bien connaître l'installation qu'il faut faire pour donner les bonnes informations ● Prise en compte du délai des 18 mois entre la demande de raccordement et la mise en service de l'installation photovoltaïque

Suivi des travaux

Deux cas ont été expérimentés à ce jour :

- Le CSPS était à la charge du maître d'ouvrage du bâtiment donc la gestion de l'ensemble était géré par le maître d'ouvrage
- Le collectif citoyen et son installateur ont été intégrés aux réunions de chantier (ou ont au moins reçu les comptes rendus de réunion)

Chapitre 3 : Démarches administratives

A. Démarches d'urbanisme

Le cas idéal consiste à intégrer la centrale photovoltaïque au Permis de Construire (PC) initial. Dans ce cas, la procédure est prise en charge par la maîtrise d'ouvrage du bâtiment et ne génère aucun frais pour le collectif.

Si le projet arrive après le dépôt du permis de construire, il existe 2 options :

- déposer un permis de construire (PC) modificatif (ce qui implique des frais d'architecte et des risques de délais)
- attendre la fin des travaux du bâtiment pour déposer une demande préalable de travaux (DP) comme dans la procédure "habituelle" (mais cela retarde la demande de raccordement)

Dans le cas des ERP il faudra anticiper le délai de l'autorisation de travaux (AT) en plus de la déclaration préalable (DP).

Retours d'expériences

Lorsque l'installation photovoltaïque a été anticipée dès le permis de construire, il est possible de faire une réception partielle de la toiture puis de la mettre à disposition, avec un état des lieux, afin que l'installation du système photovoltaïque puisse avoir lieu avant la réception du bâtiment dans sa totalité. C'est la solution qui a été mise en œuvre par les Centrales Villageoises du Pays d'Aigues pour leur [projet sur l'école de Pertuis](#).

En ce qui concerne la possibilité de faire des achevements partiels : *"La Daact (déclaration attestant l'achèvement et la conformité des travaux) doit préciser si l'achèvement concerne la totalité des travaux ou une tranche des travaux selon un programme autorisé. Par exemple, en cas d'échelonnement des travaux dans le cadre de la construction de logements en l'état futur d'achèvement. À la fin de chaque tranche de travaux, une Daact est adressée à la mairie."* (source : service-public.fr)

Et, en travaillant sur l'organisation du planning des travaux on peut réussir à scinder dans le temps les travaux sur le lot photovoltaïque et le reste des travaux du bâtiment.

Cas des Établissements Recevant du Public (ERP)

Démarches administratives préalables :

Il n'y a pas de démarche administrative particulière à mener par le collectif citoyen dans le cas où la centrale photovoltaïque serait intégrée dans le permis de construire. En effet, les démarches spécifiques aux ERP sont alors menées par le maître d'ouvrage du bâtiment, considérant également la centrale photovoltaïque.

Si la centrale photovoltaïque est ajoutée via un permis de construire modificatif ou une demande préalable, le collectif citoyen doit mener les mêmes démarches que sur un bâtiment existant (cf guide sur

les contrôles techniques réglementaires : [lien Energie Partagée](#), [lien Centrales Villageoises](#)).

Contrôles réglementaires avant la mise en service

Les contrôles réglementaires à réaliser par un bureau de contrôle avant la mise en service sont obligatoires sur un bâtiment neuf, au même titre que sur un bâtiment existant (cf guide sur les contrôles techniques réglementaires : [lien Energie Partagée](#), [lien Centrales Villageoises](#)).

On peut mutualiser les actions en faisant appel au même bureau de contrôle que pour le bâtiment (les retours d'expériences indiquent cependant que ce n'est pas toujours une solution pertinente, car les bureaux de contrôles ne sont pas tous habitués à travailler avec du photovoltaïque, il faut voir au cas par cas en fonction du bureau de contrôle).

Recommandations de la commission générale de sécurité (CCS) et instruction par le SDIS

Si l'installation est sur un ERP, il faudra prendre contact avec le SDIS local pour connaître leurs préconisations et à défaut se reporter aux recommandations de la CCS.

B. Demande de raccordement

Un raccordement en injection (centrale photovoltaïque) et soutirage (consommation du bâtiment) ne peut être simultané que si le consommateur et le producteur sont la même entité juridique.

Dans le cas contraire, la mutualisation des travaux de raccordement semble possible, mais pas systématique, en particulier parce qu'ils ne sont pas réalisés auprès des mêmes services ENEDIS. Pour favoriser cette mutualisation, il est recommandé de donner les références de la demande de raccordement en soutirage pour celle en injection, ou vice-versa, et d'être en relation avec ENEDIS le plus tôt possible (en même temps que le consommateur par exemple).

Astuces :

- Pour limiter les frais, il peut être pertinent de faire réaliser la tranchée dans le domaine privé par un prestataire et non par ENEDIS.
- Le consommateur fait la demande de raccordement en consommation et en production pour que le raccordement soit étudié et réalisé en simultané, puis transfère les contrats (contrat d'achat et contrat de raccordement au réseau) après la mise en service de l'installation photovoltaïque.
- Ne pas hésiter à s'appuyer sur la commune ou le syndicat d'énergie pour négocier avec ENEDIS et favoriser une mutualisation de la demande en consommation et en production malgré l'absence d'entité juridique similaire.

Un point de vigilance majeur à prendre en compte concernant la demande de raccordement est le délai de mise en service, qui est de 18 mois suite à demande complète de raccordement. Or le planning des travaux de construction du bâtiment n'est pas maîtrisé par le collectif citoyen et le chantier peut facilement prendre du retard. Il convient donc d'être prudent et de ne pas demander le raccordement trop tôt.

Retours d'expériences

Un témoignage des Centrales Villageoises du Pays Mornantais le précise : « *La partie électrique (pose onduleur et le raccordement au réseau) s'est effectuée beaucoup plus tard, en fin de construction du bâtiment juste avant sa livraison. C'est donc un encours très long par rapport à une installation sur l'existant où les deux phases (pose PV et partie électrique) sont traitées dans la foulée. Un des effets de cet encours est le non-respect du délai de 18 mois dans lequel le raccordement doit être réalisé. Il a été dépassé (décembre 2016- septembre 2018) et nous avons perdu un trimestre sur la durée de notre contrat EDF OA... Mais c'est surtout ENEDIS qu'il a fallu convaincre d'attendre entre décembre 2016, date du dépôt de la demande de raccordement, février 2017, date de la première étude de raccordement et sa mise en œuvre effective au cours du raccordement général du bâtiment au réseau en août 2018.* »

Chapitre 4 : Démarches foncières

A. À quel moment contractualiser ? Sous quelle forme ?

D'après un recensement réalisé en 2020/2021 auprès de plusieurs collectifs citoyens, les pratiques pour la maîtrise foncière dans le cadre de projets sur bâtiments neufs sont les suivantes :

- 10 collectifs ont contractualisé (signature bail ou COT) **avant** que le bâtiment soit construit/rénové
- 4 collectifs ont signé une **promesse** avant puis contractualisé formellement à l'issue des travaux
- 1 collectif a contractualisé (signature bail ou COT) **après** que le bâtiment soit construit/rénové

Ces résultats montrent qu'il est primordial d'avoir pu contractualiser, a minima via une **promesse de bail**, avant les travaux.

Retours d'expériences

- Un collectif a fait signer la COT par la mairie bien en amont, puis ne l'a signé en retour qu'au lancement du chantier de la centrale photovoltaïque : ils ont ainsi été assurés de la possibilité de location du toit avant d'avancer des frais, et ne se sont engagés contractuellement qu'une fois qu'ils étaient certains de pouvoir réaliser l'installation.
- Le collectif Toits en Transition a signé une promesse de bail avec un promoteur devant notaire. La promesse de bail reprenait l'ensemble des termes du futur bail. Le bail sera signé lors de la réception de la toiture avec l'état des lieux.

Nature des baux

Les baux de mise à disposition des toits sont de la même nature que pour des toitures existantes. Un bail civil ou une convention d'occupation temporaire, sans droits réels, suffit donc dans la grande majorité des cas.

Cas particulier des copropriétés

Dans ce cas, le collectif citoyen serait amené à contractualiser avec une copropriété qui n'existe pas encore au moment des travaux, il est donc impossible de l'engager contractuellement. La solution identifiée consiste à acquérir un petit local au sein du bâtiment, donnant droit de jouissance du toit/de la terrasse. Le collectif citoyen devient ainsi copropriétaire.

Par ailleurs, la centrale photovoltaïque doit être mentionnée dès le début dans le règlement de copropriété, car une modification du règlement nécessite un vote à l'unanimité des copropriétaires.

Retours d'expériences

- Enercitif a "gravé dans le marbre" la présence de la centrale PV en toiture sur le règlement de copropriété et dans les actes de vente.
- Toits en Transition avec promoteur : engagement (promesse de bail) très en amont, avant la vente des logements, pour que la mise à disposition du toit apparaisse dans le règlement de copropriété. Accord sur des "jalons" dans la construction pour être sûr de la temporalité des travaux et éviter de s'engager sur des pénalités de retard.

B. Répartition des surcoûts

Les premiers témoignages reçus indiquent que les surcoûts de conception dus à la prise en compte du PV sur le bâtiment ont été pris en charge par le maître d'ouvrage du bâtiment.

Cependant, certains collectifs ont promis un loyer de location de la toiture plus élevé que pour un bâtiment existant de façon à compenser ce surcoût.

Retours d'expériences

CV du Pays d'Aigues : les coûts liés aux gaines et tranchées ont été pris en charge par la commune de Pertuis pour un projet de centrale photovoltaïque sur un bâtiment neuf.

Conclusion

Au-delà d'une toiture solarisable c'est tout le bâtiment qui doit être conçu pour accueillir du photovoltaïque que ce soit la charpente, la couverture, les fondations, mais aussi l'ensemble des gaines techniques.

Les différentes études sont unanimes sur le fait que le surcoût à la construction ou en rénovation est négligeable par rapport au surcoût si aucun des paramètres n'a été pris en compte à la conception.

Enfin, les collectifs citoyens apportent une solution de financement et de valorisation des surfaces disponibles qui permet aux propriétaires de se décharger de ces travaux d'installations photovoltaïques tout en permettant un investissement capitalistique simple.

Bibliographie

Enquête auprès des collectifs citoyens en introduction du groupe de travail sur les bâtiments PV ready :
[résultats complets](#) et [synthèse](#)

[Guide AtlanSun sur la loi Energie Climat et le PV](#)

[Etude ENERPLAN sur le surcoût des bâtiments prêts à solariser](#)

[Guide Systèmes photovoltaïques sur toiture-terrasse du GMPV](#)

[Webinaire de l'entreprise SOG Solar sur le sujet](#)

Soutenu
par



ANNEXE 1 : ATec validé par l'AQC

Vous pouvez retrouver les listes à jour sur le site :

<http://listeverte-c2p.qualiteconstruction.com/multi.asp>

Dans recherche avancée, cliquez sur famille et choisissez la famille concernée

En mars 2021 :

Famille : Module photovoltaïque rigide en surimposition couverture grands éléments

Numéro d'avis	Produit / Procédé	Nom du titulaire	Date d'enregistrement
21/19-66_V1	BELIGHT-ST	VOLTINOV	07/11/2019
21/19-67_V1	BELIGHT-SD	VOLTINOV	07/11/2019
21/18-63_V1	Kogysun +	DOME SOLAR SAS	07/02/2019
21/18-64_V1	Kogysun i+	DOME SOLAR SAS	07/02/2019
21/18-64_V1-E1	Kdisolar Kogysun i+	DOME SOLAR SAS	16/05/2019
21/16-59_V2	SOLABAC	SOLAPRO	12/05/2020
21/15-53_V3	HELIOS B2	DOME SOLAR SAS	10/07/2019
21/15-53_V3-E1	KDISOLAR HELIOS B2	DOME SOLAR SAS	10/07/2019
21/14-49_V2	KOMET840®	ArcelorMittal ConstructionFrance	17/02/2019

Module photovoltaïque rigide fixé au-dessus du revêtement d'étanchéité, en pose surimposée

Numéro d'avis	Produit / Procédé	Nom du titulaire	Date d'enregistrement
21/20-72_V1	ROOF-SOLAR BITUME 600	DOME SOLAR SAS	02/07/2020
21/20-71_V1	SOPRASOLAR FIX EVO TILT – béton	SOPRASOLAR SAS	12/05/2020
21/16-60_V1	ALKORSOLAR STP	RENOLIT Belgium NV	06/02/2018
21/16-60_V1.1	ALKORSOLAR STP	RENOLIT Belgium NV	11/03/2020

Soutenu
par



ANNEXE 2 – Contraintes à prendre en compte par les maitres d’ouvrage/maitres d’œuvre d’un bâtiment neuf pour le rendre solarisable de façon efficace et à moindre coût

Ce document résume les différentes contraintes à prendre en compte pour concevoir et réaliser un bâtiment neuf prêts à solariser. Il s’adresse aux divers corps de métiers et entreprises impliquées.

Vous trouverez une version modifiable sur les espaces adhérents :

- d’Energie Partagée : <https://adherents.energie-partagee.org/ressources/batiments-neufs-solarisables/>
- des Centrales Villageoises : [lien vers le document modifiable](#)

Pour minimiser le coût de l’installation d’une centrale photovoltaïque sur un bâtiment neuf et faire en sorte que celle-ci soit optimisée, il est très important que la maîtrise d’ouvrage et le maître d’œuvre du bâtiment intègrent, dès les phases préliminaires du projet, une entreprise spécialisée dans le domaine photovoltaïque.

Cette entreprise peut être l’installateur ou un bureau d’étude photovoltaïque en fonction de la taille et de la complexité de l’installation photovoltaïque.

Cette entreprise sera à même d’explicitier les contraintes et de conduire les études de faisabilité propres au système photovoltaïque et à son dimensionnement. Elle accompagnera ensuite la maîtrise d’ouvrage et le maître d’œuvre du bâtiment tout au long du projet.

1. Contraintes administratives

Le PLU doit être respecté.

Des démarches peuvent également être amorcées avec les Architectes des Bâtiments de France (ABF) afin de valider le projet en cas de contraintes architecturales fortes.

Nous recommandons d’inclure l’installation photovoltaïque dans le permis de construire pour éviter les frais et délais ultérieurs en cas de modification du permis de construire. L’installation photovoltaïque peut éventuellement faire l’objet d’une tranche spécifique pour faciliter la gestion des fins de travaux si elle devait être réalisée en décalage par rapport à la construction du bâtiment.

Il faudra valider que si l’installation photovoltaïque n’était pas réalisée cela ne sera pas un souci pour le maître d’ouvrage du bâtiment. (dans le cas des bâtiments concernés par l’obligation des 30%, l’installation photovoltaïque est obligatoire, dans le cadre de la RE2020 le photovoltaïque a un impact, ...)

2. Contraintes techniques

Lors de la conception du bâtiment, le maître d’œuvre du bâtiment doit, avec le concours d’une entité spécialisée en photovoltaïque (installateur ou bureau d’étude) :

- optimiser l'orientation (le plus proche du plein sud sauf dispositions particulières dans le cas de l'autoconsommation par exemple), la pente des toitures, et les dimensions (longueur et largeur des rampants)
- optimiser la position des appendices (cheminées, puits de jour, etc.) qui pourraient empêcher la pose des panneaux photovoltaïques (placer les appendices sur toiture nord ou le plus au nord possible des toitures recevant les panneaux)
- optimiser l'aménagement paysager et notamment les arbres, pour éviter les ombrages futurs
- prendre en compte, au niveau de la structure du bâtiment, les charges résultantes du système photovoltaïque.
- prévoir l'accessibilité à l'installation photovoltaïque pour les opérations d'installation et de maintenance, les gaines nécessaires au raccordement au réseau, la position des dispositifs associés aux panneaux solaires (onduleurs, dispositifs de gestion électrique DC et AC, arrêt d'urgence, etc.).
- vérifier la bonne adéquation entre le bâtiment (structure, couverture) et les domaines d'emploi des solutions photovoltaïques disponibles (par exemple : si l'architecte souhaite une toiture zinc à joint debout, il sera compliqué de trouver un système de fixation)
- en cas de panneaux photovoltaïques à plat ou d'environnement particulièrement salissant (carrière, autoroute, ...) : prévoir un point d'eau en toiture pour d'éventuels nettoyages

Par ailleurs, la nature du toit (toit terrasse, toit incliné) conduit également à certaines contraintes qu'il faut prendre en compte de façon combinée avec l'installation photovoltaïque dès la conception.

Recommandations : attention lors de la rédaction du cahier des charges à la répartition des lots, car il faut prévoir le photovoltaïque au marché du contrôle technique et faire intervenir le contrôleur technique le plus en amont possible.

2.1 Contraintes structurelles

Le bâtiment doit être capable de supporter le poids des modules photovoltaïques, de leur système de fixation et des éléments associés (câblage, optimiseur, etc.) : entre 15 et 20 kg/m² hors bac lesté où le surpoids est plutôt de 40 à 50 kg/m².

Il existe des modes de pose différents :

- Toit terrasse : sur plots thermosoudés ou en lestés, (CF détail ci-après)
- Toit incliné : sur bac acier et panneaux sandwichs, sur ardoises ou tuiles (CF détail ci-après).

Ces modes de pose vont générer des charges différentes et des contraintes techniques qui peuvent impacter le toit, son isolation et son étanchéité.

Pour rappel : il n'existe pas de solution en technique courante pour des systèmes testés.

En fonction du mode de pose pressenti, l'entreprise en charge du système photovoltaïque fournira les charges et caractéristiques du système photovoltaïque prévu au maître d'œuvre du bâtiment qui les prendra en compte pour les calculs de structure, ainsi que l'évaluation technique du procédé pour assurer son respect.

Les charges indiquées ci-dessus et dans les paragraphes suivants sont données uniquement à titre indicatif.

2.2 Procédés de mise en œuvre

Dans tous les cas, la mise en œuvre des divers procédés de montage doit respecter l'évaluation technique du procédé (ATec, ATex ou ETN existantes). Et les assureurs du bâtiment et de l'installation photovoltaïque doivent avoir validé le mode de pose choisi.

En général, les procédés sont qualifiés pour un type de module photovoltaïque, un système de montage, un type d'isolation et d'étanchéité. Il convient de respecter le domaine d'emploi pour garantir l'assurabilité du bâtiment. [Un article et des fiches réalisées par le groupe métier du photovoltaïque \(GMPV\)](#) résumant très bien ces notions.

Dans le cas d'une construction longue entre le permis de construire et la construction de l'installation photovoltaïque, il faudra sûrement prévoir des changements sur les systèmes de fixation ou sur les panneaux au vu de la rapidité d'évolution du marché.

Les procédés de pose doivent être mis en œuvre par des entreprises qualifiées et les travaux effectués dans le respect des réglementations en matière de sécurité des personnes et des risques incendie.

Par exemple les ATec peuvent imposer :

- Des modèles de bac acier (souvent plusieurs marques/modèle par ATec)
- Des écartements entre pannes maximum de 1,8m

Liste des ATec validés par l'agence qualité construction (AQC) en ANNEXE 1

2.3 Contraintes techniques particulières pour toiture terrasse

Contraintes indépendantes du type de pose des panneaux photovoltaïques

La toiture terrasse doit disposer d'une protection de sécurité conforme à la réglementation qui minimise les ombrages (préférer les garde-corps aux acrotères) et d'un accès sécurisé.

Pour permettre une accessibilité à la toiture terrasse aisée et sécurisée, le bâtiment doit disposer d'un lanterneau. Ce dernier doit disposer d'une dimension minimale de 100*100 cm. Cette dimension permet de manutentionner un panneau sans moyen de levage.

Pour faciliter l'exploitation, un point d'eau en toiture peut être prévu pour permettre le nettoyage des panneaux photovoltaïques.

La pente de la toiture terrasse doit être inférieure à 5% pour pouvoir installer les panneaux photovoltaïques sur châssis incliné et bénéficier d'un contrat d'achat en d'obligation d'achat.

Pose thermo-soudée des supports de fixation des panneaux photovoltaïques

Dans ce cas, les systèmes de fixation des panneaux photovoltaïques sont solidaires du toit.

La charge liée aux panneaux solaires et à leur système de fixation est de l'ordre de 20 kg/m².

Il est possible que la toiture, qui permet l'accès pour l'installation, le nettoyage et la maintenance des panneaux solaires, ait alors le statut de « toiture technique », ce qui implique de prendre en compte, dans les calculs de structure, des charges d'exploitation de 150 daN/m².

La couverture doit être compatible d'un ATec, ATex ou ETN (par exemple pour un bac acier : épaisseur mini, distances et caractéristiques ondulations...).

Isolation :

L'isolation de la toiture terrasse doit permettre d'isoler correctement le bâtiment tout en ne se dégradant pas dans le temps. Ainsi, elle doit résister à la compression.

Lors de la conception, les bureaux d'études doivent prescrire des isolants de classe C à 80 °C pour les laines minérales ou de classe B à 80 °C en cas de polystyrène expansé (PSE).

Étanchéité :

Les supports de fixation, appelé "plots" sont soudés sur l'étanchéité.

Pour limiter les problèmes de responsabilités et de garanties décennales, **il est préconisé de faire poser les supports de fixation des modules photovoltaïques par l'étancheur.**

Pose en structure lestée

Dans ce cas, les panneaux photovoltaïques sont posés sur le toit et lestés pour résister aux conditions climatiques.

En plus de la charge propre aux panneaux photovoltaïques, il faut considérer une charge supplémentaire de 40 à 60 kg/m².

Les éléments donnés pour la pose thermo-soudée sont à reprendre ici, mais des contraintes particulières de résistance au poinçonnement doivent être prises en compte pour la membrane d'étanchéité.

Les performances minimales relatives au poinçonnement statique et dynamique seront L4 et D2, ce qui correspond au niveau I4 selon le classement FIT (Fatigue, Indentation, Température).

À noter que dans ce type de pose, les panneaux photovoltaïques sont considérés comme dissociés du toit. Il faut consulter l'assureur pour vérifier qu'il prend en compte ce type de pose et utiliser des procédés validés (ETN). Néanmoins, l'installation aura un impact sur l'étanchéité existante, donc une responsabilité décennale portée par l'installateur.

2.4 Toits inclinés

Dans le cas des toitures inclinées en zone montagne, il faudra prendre en compte le risque lié au déchargement de la neige, en particulier au niveau des zones d'entrées piéton.

Toits inclinés en bac acier

La charpente doit supporter les charges supplémentaires liées aux panneaux photovoltaïques, à leur système de fixation et aux dispositifs associés (de l'ordre de 15 à 20 kg/m²). Le maître d'œuvre et le charpentier doivent également prendre en compte les documents techniques des supports de fixation des modules qui définissent des dimensions minimums à prendre en compte au niveau de la charpente.

La mise en œuvre de la couverture se fait selon les DTU.

Il y a deux grandes familles de montage pour les panneaux photovoltaïques :

- Reprise des charges sur les ondes supérieures du bac acier
- Reprise des charges sur pannes (qui est la seule solution technique pour les bacs sandwichs)

La mise en œuvre doit respecter l'évaluation technique (ATec, ATex ou ETN).

La réglementation en matière de sécurité des personnes doit être respectée (ligne de vie, point d'ancrage, etc).

Toits inclinés en couverture traditionnelle

La charpente doit supporter les charges supplémentaires liées aux panneaux photovoltaïques, à leur système de fixation et aux dispositifs associés (de l'ordre de 15 à 20 kg/m²). Dans ce cas, la reprise de charges se fait en général sur les pannes de la charpente par des systèmes de fixations qui permettent aux tuiles/ardoises de garantir l'étanchéité.

2.5 Contraintes particulières pour les ERP/ICPE

Pour les ERP (Établissement Recevant du Public) et les ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) le complexe bac acier, isolant, membrane d'étanchéité et les structures d'intégration et les panneaux photovoltaïques doivent être BRooF T3 pour assurer la tenue aux feux extérieurs.

D'autres préconisations sont présentes dans les arrêtés et la réglementation en fonction du type d'ICPE et du classement ERP du bâtiment.

2.6 Contraintes techniques spécifiques aux systèmes photovoltaïques

Le système photovoltaïque comprend bien sûr les panneaux photovoltaïques, mais aussi divers équipements nécessaires à son fonctionnement et à sa gestion : câblage, onduleur, dispositifs de gestion électrique DC (courant continu) et AC (courant alternatif), arrêt d'urgence, etc.

Il faut prévoir dès la conception du bâtiment solarisable le cheminement des câbles et la localisation des divers équipements du système photovoltaïque.

Raccordement réseau

Un bâtiment solarisable doit disposer d'une gaine de dimension 0.3*0.4 m permettant de raccorder le réseau « production électricité » au réseau intérieur en consommation ou réseau public. Cette gaine se trouve entre le local onduleur et le point de livraison de l'installation photovoltaïque.

Cette gaine ne nécessite aucune contrainte particulière dans le cas où les onduleurs se trouvent en toiture terrasse (cas le plus courant). Cependant, si les onduleurs se trouvent en local technique dans l'enveloppe du bâtiment, il est nécessaire de disposer d'une gaine coupe-feu ½ h.

Cheminement câbles

Le cheminement des câbles courant continu et courant alternatif doit être identifié dès la conception du bâtiment.

En plus de la gaine permettant le raccordement au réseau électrique public (ou au réseau intérieur dans le cas de l'autoconsommation). Le bâtiment devra bénéficier de gaines permettant de cheminement des câbles DC des panneaux photovoltaïques jusqu'au local onduleur (sauf cas où les câbles passent en extérieur).

Dans le cas des ERP : il faut prévoir le passage des câbles DC (entre les panneaux photovoltaïques et l'onduleur) hors des zones ERP. Il se fera idéalement totalement à l'extérieur, et il faudra sinon veiller à les faire entrer dans le bâtiment directement dans les zones techniques.

En cas de passage de câbles dans les zones ERP, les SDIS imposeront une coupure d'urgence sur les câbles DC, afin de protéger les sapeurs-pompiers qui auraient à détruire des cloisons et risqueraient d'être en contact avec des câbles DC sous tension.

Ce système de coupure d'urgence sur les câbles DC est à la charge de l'entité responsable du système photovoltaïque qui indiquera à la maîtrise d'œuvre du bâtiment la meilleure position pour l'implanter en fonction des contraintes de sécurité.

Une crosse pour les liaisons électriques doit également être placée afin de permettre au câblage de descendre en infrastructure. Le diamètre de cette crosse est de 80 mm[Ch1] .

Arrêt coup de poing

Il sera peut-être nécessaire de prévoir la localisation de l'arrêt coup de poing pour stopper l'installation en cas d'urgence. L'arrêt coup de poing sera situé dans un local accessible uniquement aux secours et au gestionnaire du système photovoltaïque. Ce point est à valider avec le SDIS local.

Onduleur

L'onduleur peut être :

- installé sur la toiture s'il est compatible, si la toiture peut en supporter la charge et qu'il est à l'ombre et hors poussière
- fixé sur un acrotère (selon poids et encombrement) avec une « casquette » de protection,
- installé dans un local onduleur coupe-feu, ventilé et rafraîchi, en toiture ou au pied du bâtiment. Le local ne sera accessible qu'aux services de secours et à l'exploitant de la centrale photovoltaïque.

Pour information, pour une installation de 100 kWc, le local onduleur aura une surface de 6 à 7m².

Si l'onduleur est à l'extérieur prévoir :

- une accessibilité "à pied"
- une implantation à l'ombre (exposition Nord)
- une protection vis-à-vis de la pluie
- un accès réservé (serrure, clé ou badge, etc.)

Rappel : les onduleurs aussi ont des conditions de pose mentionnées dans leur document technique, il convient de les respecter.