

Citoyen.ne.s cherchent toitures !

Guide de sélection de toiture pour projet photovoltaïque



Ce guide est le fruit du travail des réseaux des Énergies Citoyennes ! Il regroupe et tire les meilleures explications de différents guides. Merci aux participants qui ont réalisé cette synthèse :

Etienne Jouin

Patrick Gèze

Adrienne Pernot du Breuil

Jean-Eric de Rango

Joakim Duval

Jessica Pages

Eric Bureau

Simon Biney

Sources :



+ les retours d'expérience issus du forum des Centrales Villageoises et des listes d'Énergie Partagée

+ pour cette V2 tous vos commentaires sur la version 2020, que nous avons intégrés ! Merci à vous !

AMÉLIORATION CONTINUE

Pour toutes questions merci de :

- contacter Eric : 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 !

/!\ Merci d'indiquer vos coordonnées dans les commentaires, avec à minima votre e-mail /!\

Table des matières

AMÉLIORATION CONTINUE	1
Table des matières	2
La prospection : comment procéder ?	3
Les critères techniques inhérents à la toiture	4
Orientation, inclinaison et altitude	6
Encombrement et surface disponible	7
Masques	10
Type de couverture	11
Amiante	14
Problème de déchargement de la neige	14
Etat de la charpente	15
Nature du bâtiment	15
Les critères liés au raccordement au réseau électrique	16
Mise à la terre	16
La mise en place des installations électriques	16
L'emplacement du bâtiment par rapport aux postes de distribution	17
Les critères en lien avec le tarif d'achat	18
Les critères de propriété	20
Annexes	22
Informations à collecter pour une étude approfondie	22
Tutoriels et sites utiles	24

I. La prospection : comment procéder ?

Les membres du collectif prospectent par divers moyens :

- le repérage de terrain : aller voir sur place les bâtiments en prenant compte leur orientation et les masques à proximité (arbres, autres bâtiments, montagnes, ...)
- le repérage numérique : utiliser les cartes telles que [PVGIS](#), [Geoportail](#), etc.
- le bouche-à-oreille : en parler autour de soi
- les réunions publiques ou privées : faire connaître la société citoyenne et les possibilités qu'ont les habitants de s'investir dans le projet, notamment par la location de leur toit
- le partenariat avec une structure publique ou privée : proposer aux communes et/ou aux entreprises du territoire de mettre leur toiture à disposition

Par expérience, les toits publics sont une plus-value, ce sont des opportunités à la fois pour la société mais aussi pour les collectivités. Celles-ci affichent une visibilité sur le projet et sur leur soutien dans les démarches citoyennes, mais c'est aussi un moyen de réaliser leurs objectifs énergétiques territoriaux.

De manière générale, il est nécessaire de rencontrer les propriétaires très en amont pour connaître leur sentiment sur le sujet, et le cas échéant ne pas passer trop de temps à analyser un toit qui finalement ne pourra pas être mis à disposition de votre société. Pour les mêmes raisons, profitez de ces contacts amonts pour vérifier avec le propriétaire du bâtiment que son assureur accepte l'installation d'une centrale PV en toiture. Les allers-retours avec l'assureur peuvent prendre un certain temps (cf partie 9).

Cela vaut pour les privés et pour les collectivités. Il faut créer des relations car ce sont ces contacts qui, directement ou indirectement, créeront de vraies opportunités de toitures disponibles.

Pour favoriser la participation du grand public à la prospection des toitures, **une fiche d'analyse préliminaire est proposée en complément de ce guide**. Elle permet pour la personne proposant une toiture de donner des premiers éléments sur la toiture au collectif citoyen, qui pourra ainsi juger s'il est pertinent ou non, d'aller plus loin dans les études de faisabilité de la toiture.

Les critères techniques inhérents à la toiture

Grille synthétique

La grille ci-dessous rappelle les principaux critères techniques de sélection d'une toiture. Chacun de ces critères est présenté plus en détails dans la suite du document. Notez qu'il s'agit d'un tableau simplifié et qu'il est pertinent pour chaque critère de se référer au paragraphe concerné.

Critère		Favorable	A vérifier	Bloquant
1	Orientation de la toiture	Sud + / - 25°	Est et Ouest + / - 25°	Nord + / - 45° (sauf si toit plat)
2	Inclinaison de la toiture	de 50°	-	+ de 50°
3	Surface de la toiture	+ de 200 m ²	50 à 200 m ²	- de 50 m ²
4	Encombrement de la toiture	Faiblement encombrée	Moyennement encombrée	Très encombrée
5	Ombres portées	Non	Faibles	Oui
6	Type de couverture	Tuile, ardoise, bac acier...	Fibro-ciment (récent)	Fibro-ciment (ancien), Amiante ¹
7	Âge de la couverture / étanchéité	Neuve	Ancienne et à refaire à court terme	Ancienne et à refaire à moyen ou long terme
8	Charpente	Bon état	Moyen état / charpente acier	Mauvais état

Attention : avant de passer beaucoup de temps sur la validation des critères techniques, entrez en contact avec l'hébergeur potentiel. Il faut s'assurer de son accord de principe et surtout il pourra peut-être vous aider à vérifier ces critères techniques. Dans les deux cas, le gain de temps est non négligeable.

Si la surface disponible est trop petite pour y réaliser une centrale citoyenne, elle peut en revanche être adaptée pour un particulier : kit d'autoconsommation (par exemple : [SolarCoop](#)), petite centrale de 3 kWc en injection...

¹ Certaines régions mettent en place des aides pour le désamiantage. Renseignez-vous auprès de votre réseau régional et / ou CV.

Note : dans la suite du document différents procédés d'intégration seront distingués :

- **Le “surimposé” ou “Implantation sur bâtiment” (le plus fréquent)** : cas où une structure de rails est installée sur la couverture existante. Les panneaux sont alors fixés sur les rails ou structures ajoutées (toitures en pente ou plates).
- **L'intégration simplifiée au bâti (ISB)** : cas où la couverture est enlevée et remplacée par un bac acier adapté sur lequel sont fixés les panneaux PV. (Principe lié aux contrats EDF OA S17 et précédents, qui n'existe plus depuis 2021. Il n'y a plus besoin de remplacer la couverture pour bénéficier du tarif d'achat²)
- **L'intégration au bâti (IAB)** : aussi appelée “intégration totale” : cas où la couverture est enlevée au profit des panneaux PV. Les panneaux assurent l'étanchéité du bâtiment. Notons que, si l'intégration au bâti était largement encouragée par d'anciens arrêtés tarifaires, la pratique majoritaire est désormais l'installation en surimposé. Cette technique est généralement moins onéreuse et permet de limiter les risques en termes d'étanchéité, de surchauffe et d'incendie. L'intégration au bâti ajoute également une complexité pour les assurances.

² CF : Annexe 2 de l'arrêté tarifaire 2021 : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044173060>

1. ORIENTATION, INCLINAISON ET ALTITUDE

Les rendements de production des panneaux photovoltaïques dépendent de leur orientation et leur inclinaison. Le tableau et le disque solaire (valable pour la région lyonnaise, à titre informatif) ci-dessous illustrent l'influence de ces deux paramètres. La production photovoltaïque est optimale lorsque les panneaux sont orientés plein Sud avec une inclinaison de 30°. Plus la pente est faible, moins l'orientation a d'impact sur le productible.

Pente du toit forte



Rechercher une orientation plein sud ou maxi de 30° vers l'est ou l'ouest (perte maxi de 10% de production)

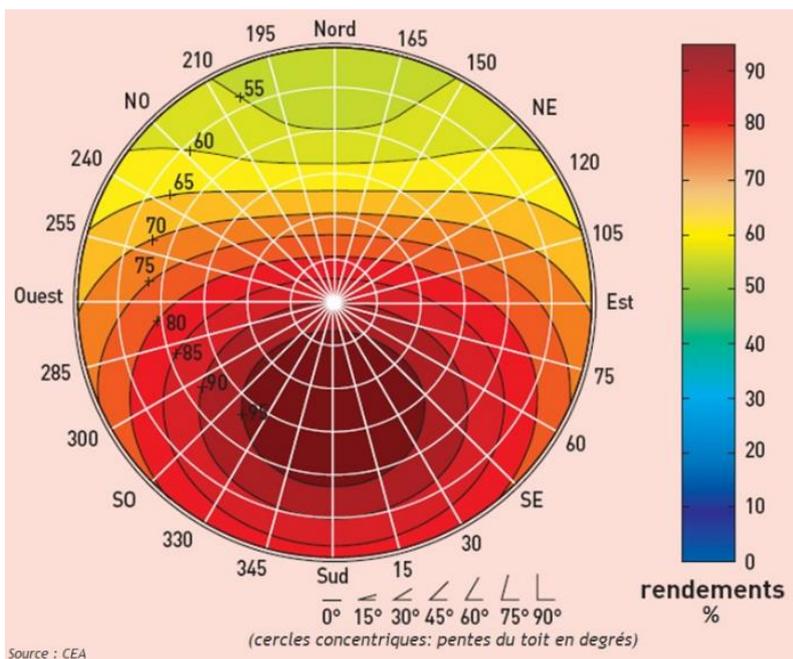
Pente du toit faible



Orientation possible jusqu'à l'est ou l'ouest (perte maxi de 10% de production)

2 graphiques pour visualiser l'impact de l'orientation et de l'inclinaison sur le rendement d'une installation.

		ORIENTATION				
		O	SO	S	SE	E
INCLINAISON	0°	93%	93%	93%	93%	93%
	30°	90%	96%	100%	96%	90%
	45°	84%	92%	96%	92%	84%
	60°	78%	88%	91%	88%	78%
	90°	55%	66%	68%	66%	55%



Note : l'intérieur du cercle correspond à un toit plat (0°), l'extérieur à 90°. 15° d'inclinaison séparent chaque cercle concentrique. (ici les valeurs pour Lyon)

Inclinaison : ° ou % ?

La pente du toit est généralement exprimée en pourcentage (%), mais l'angle peut aussi être indiqué en degrés (°). Attention à bien conserver l'unité ! Un angle de 20(...) ne vous aidera pas dans vos calculs. Voici les équivalences entre % et ° :

Pente en %	Pente en degré	Pente en %	Pente en degré
10%	5,7°	60%	31,0°
20%	11,3°	70%	35,0°
30%	16,7°	80%	38,7°
40%	21,8°	90%	42,0°
50%	26,6°	100%	45,0°

Point de vigilance liée à l'altitude du bâtiment

Si votre bâtiment est à plus de 900 m d'altitude, l'avis technique (ATEC) des panneaux PV n'est plus conforme. Dans ce cas de figure, il est nécessaire que l'installateur dispose d'une assurance nominative de chantier.

2. ENCOMBREMENT ET SURFACE DISPONIBLE

Points d'attentions et cas à éviter

Éviter les toits avec trop de cheminées, sorties de ventilation, velux, antennes, etc. qui peuvent rendre compliqué le calepinage des panneaux. Les cheminées qui ne servent plus peuvent être cependant supprimées à l'occasion du projet photovoltaïque.

Exemple ci-contre : le cas de gauche est à éviter (encombrement fort rendant le calepinage des panneaux impossible, et surface disponible très faible), le cas de droite semble pour sa part assez favorable.



Certains toits disposent de tuiles chatières qui servent à ventiler la toiture. Il est aisé de les déplacer. On peut alors les positionner au-dessus du champ PV pour faciliter l'évacuation de la chaleur.

Par contre, les tuiles à douille, faites pour l'évacuation de l'air vicié sont plus difficiles à déplacer car reliées à des tuyaux d'aération. Réduire la hauteur de la cheminée est peu recommandé.





Les panneaux font généralement 1m de large par 1,7m voire 2m de long. La surface disponible n'est donc pas le seul critère. Il faut pouvoir placer les panneaux entre deux "obstacles" ou un obstacle et un bord de toiture. L'exemple ci-contre est extrême et ne serait pas toujours accepté par les services d'urbanisme.

Notons que pour le cas spécifique de l'IAB, la présence d'obstacles à une autre influence indirecte sur la surface du toit disponible, car le calepinage doit suivre certaines conventions. En particulier, il n'est pas possible de créer un "angle rentrant" dans le calepinage des panneaux car cela pourrait poser un problème d'écoulement des eaux (comme sur la photo ci-contre, où des panneaux sont installés sous le vélux et où l'eau pourrait alors s'accumuler dans l'espace entre le vélux et le panneau, et créer un problème d'étanchéité).



Sur les toitures terrasses, il est important de bien prendre en compte l'ensemble des obstacles qui vont soit créer des ombrages (trainasses de ventilation, skydômes, garde-corps, trémies d'ascenseur, édicules divers), soit empêcher la pose de modules (évacuation d'eau pluviale, joint de dilatation...). Et donc au global réduire la surface réellement disponible et compliquer le calepinage.



Critères de surface disponible pour le choix d'une toiture

Pour assurer l'équilibre économique d'un projet PV sur toiture, il faut avoir en tête que l'idéal est de s'approcher au plus proche d'un seuil tarifaire en termes de puissance installée (9 kWc, 36 kWc, 100 kWc), afin de bénéficier du meilleur rapport entre le tarif d'achat obtenu et la puissance installée. Ainsi, il est nécessaire que la surface disponible sur le toit soit suffisante pour s'approcher du seuil visé.

L'arrêté tarifaire du 6 octobre 2021 a introduit un nouveau seuil tarifaire pour les installations comprises entre 100 et 500 kWc. Cela ouvre la possibilité de réaliser des projets proches de ce seuil ou bien proches des 250 kWc (les frais de raccordement augmentant significativement au-delà de 250 kWc).

Pour tout comprendre à cet arrêté tarifaire du 6 octobre 2021, voici [un article bien utile des centrales villageoises](#).

Le tableau ci-dessous présente quelques ordres de grandeur permettant de juger le potentiel d'un toit en fonction de la surface disponible. Pour des modules PV polycristallins, les plus courants sur le marché, comptez **environ 200 Wc par m² de module**. Notons que ce ratio a tendance à augmenter (les panneaux deviennent de plus en plus puissants), on a donc besoin de moins en moins de surface pour installer une même puissance.

Puissance visée (kWc) Surface disponible nécessaire (m ²)	Toitures inclinées					Toitures plates				
	9	36	100	250	500	9	36	100	250	500
	50	200	600	1500	3000	80 - 160	300 - 600	800 - 1600	2000 - 4000	4000 - 8000

Dans le cas des toitures plates, les intervalles présentés sont vastes car elles peuvent correspondre à plusieurs cas de figure :

- pour les installations PV inclinées sur des bacs lestés ou des sheds, on considère que la moitié de la surface peut être équipée à peu près, de façon à tenir compte de l'espace à laisser entre les rangées pour éviter les ombrages entre elles.
- pour les installations PV posées à plat ou en chapeau chinois (est-ouest), l'ensemble de la surface du toit peut être utilisé, on a donc les mêmes ordres de grandeur que pour les toitures inclinées. Cependant, on perd en productible du fait d'une inclinaison moins favorable.



Exemple d'une installation de 6kWc



Exemple en toit terrasse, sur bac lestés



Exemple d'une installation de 100kWc sur bac acier



Exemple en toit terrasse sur plots thermosoudés

Critère de pérennité : les futurs travaux

Si le propriétaire envisage de poser des velux sur son pan sud à moyen terme, selon la configuration du toit cela peut être ou non compatible avec l'implantation de l'installation photovoltaïque. Il faut donc s'informer assez tôt de ses éventuels projets de travaux (et adapter éventuellement le projet PV en conséquence).

3. MASQUES

Masques proches

L'ombre portée d'un élément (poteau d'éclairage, arbre, coin de maison plus haute, etc.) sur la toiture peut impacter la production de toute une rangée de panneaux et pas seulement les panneaux ombragés.

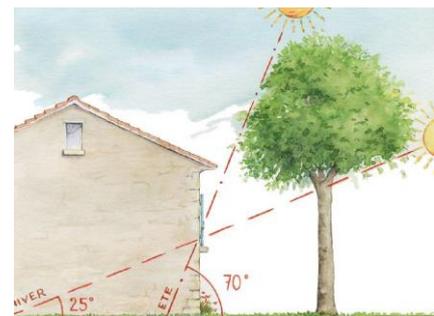
Les ombres projetées sont une source de baisse de production très importante.

L'ombrage doit être analysé sur toute l'année, car un élément peut être source d'ombrage l'hiver quand le soleil est bas, alors qu'il ne

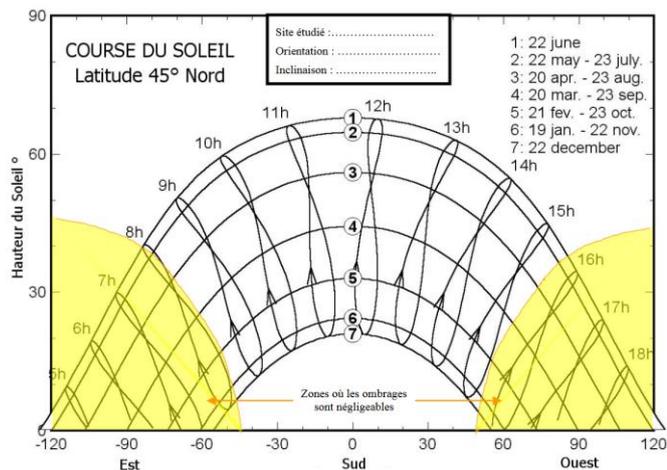
pose pas de problème l'été. Ceci est illustré par le schéma qui représente la course du soleil selon la période de l'année et l'heure de la journée. Cette étude doit être réalisée avec des logiciels spécialisés type "Archelios". Les bureaux d'étude et les installateurs peuvent vous faire ces études.

En cas d'ombrage projeté, les micros-onduleurs peuvent être une réponse, dont il faut vérifier la faisabilité économique (gain de production vs sur-coût des micro-onduleurs).

En été, le soleil est haut dans le ciel et ses rayons forment un angle important avec le sol. L'ombre de l'arbre est alors peu étendue et ne peut atteindre la toiture. En revanche, en hiver le soleil est beaucoup plus bas et forme un angle plus faible avec le sol. Cela se traduit par une ombre plus étendue qui peut potentiellement atteindre la toiture et masquer l'installation photovoltaïque.



Une règle pratique assez simple est de vérifier que la hauteur de l'obstacle (arbre, maison...) qui masquerait la toiture est inférieure à la distance entre cet obstacle et le pan de toiture photovoltaïque. Un éloignement de 2,5 à 3 fois la hauteur du masque permet d'éviter tout effet d'ombrage. Si vous faites appel à un bureau d'études (ce qui est d'autant plus utile en cas d'ombrage) dans le cadre de votre projet, il est conseillé d'inclure l'étude des masques (étude via un logiciel de l'ensoleillement de votre toiture tout au long de l'année) dans son intervention.



Exemples d'ombrages fréquents :

- Un décroché de toiture projette une ombre sur la partie basse, plusieurs mètres de la partie basse ne sont plus utilisables.
- Une maison au sud projette une ombre sur le toit étudié, le matin et le soir (surtout en hiver).
- La cheminée placée côté Sud, provoque un ombrage tout l'après-midi.



Masques lointains

Une montagne lointaine à l'est ou à l'ouest ne pose pas forcément de problème. Un flanc de montagne peut réduire considérablement la production. **Seule une étude de masque peut déterminer exactement l'impact de ces masques proches ou lointains.**



L'outil PVGIS peut lever quelques doutes pour les masques lointains de relief. Pensez à également vous appuyer sur les témoignages locaux qui peuvent apporter des informations précieuses sur la durée d'ensoleillement et la course du soleil au long de l'année et au cours d'une journée. C'est aussi ça l'ancrage local !

Critère de pérennité : l'évolution des masques

Le contrat de vente d'électricité est signé pour 20 ans et il faut s'assurer de la productivité du site sur cette durée (voire au-delà, puisque l'installation devrait toujours être fonctionnelle). Il faut notamment prendre garde à ce qu'aucun masque ne puisse venir ombrager à terme la surface de panneaux. Si les montagnes et les masques lointains n'évoluent pas à cette échelle de temps, les masques proches sont à prévoir : croissance d'arbres hors de la propriété, constructions de grandes hauteurs sur les parcelles voisines (consulter le plan local d'urbanisme), etc.

4. TYPE DE COUVERTURE

Le poids du système photovoltaïque : les panneaux plus le système d'intégration représentent un poids de 13 à 18 kg/m².

Tuile et Ardoise :

Les couvertures en tuile ou ardoise sont relativement lourdes et les charpentes sont donc dimensionnées pour supporter leur poids.

Dans le cas de l'intégration totale (ex. IAB), on va décharger la structure en retirant des tuiles ou ardoises et les remplacer par les panneaux photovoltaïques qui sont plus légers. Cette disposition ne devrait donc pas poser de soucis de structure.

En revanche, dans le cas d'une installation en surimposé, on va venir alourdir la couverture (13 à 18kg/m²). Dans ce cas, la faisabilité de l'installation doit être discutée avec l'installateur, et en cas de doute un bureau d'études spécialisé doit être consulté. Par prudence, les collectivités ont tendance à imposer une étude par un bureau d'étude.

Une autre solution pratiquée est de déposer les tuiles pour les remplacer par du bac acier. Ce procédé en surimposition ne pose a priori pas de soucis de surcharge puisque les tuiles enlevées déchargent la structure. Ce procédé permet une intégration architecturale harmonieuse.

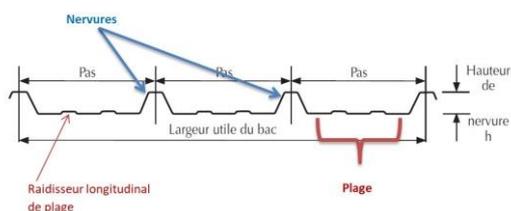
Toiture en couverture métallique :

Ce type de couverture se prête généralement assez bien aux installations en surimposé.

Il y a deux problèmes à résoudre :

1. la résistance mécanique de la charpente + bac acier / surpoids des panneaux + système de pose. Ceci implique de solliciter une étude de structures pour vérifier la capacité de la charpente à accepter le surpoids induit par les panneaux. Pour les toits avec revêtement bac acier, il convient de s'assurer que les tôles ont une épaisseur minimale nécessaire pour respecter les avis techniques des solutions d'intégration simplifiée au bâti (généralement 0,4 mm ou 0,75 mm selon les solutions). Le fait d'avoir une couverture épaisse permet également d'éviter de dégrader les tôles lors de l'installation des modules. Si le bac acier fait plus de 0,75 mm d'épaisseur, ça ne posera généralement pas de problème.

Les solutions d'intégration simplifiée présentent également des critères techniques qui varient entre les systèmes. Pour certains systèmes, le nervurage est important, pour d'autres non, tout dépend de leur conception, etc. Il convient donc de vérifier assez tôt dans son projet que les caractéristiques de la couverture métallique sont compatibles avec une des solutions sur le marché détenant une évaluation technique (ATEC ou ETN) reconnue par les assurances.



Source : FAYNOT

2. La non rupture de l'étanchéité : Ceci passe nécessairement par un ETN ou un ATEC du système de pose / système de couverture (bac acier ou sandwich bac + étanchéité). Sinon, c'est la société citoyenne qui porte le risque de fuite ...

Deux exemples de contraintes sur les bac-acier, pour des produits sous ETN testés par des acteurs du réseau pour réaliser des centrales photovoltaïques :

Exemple, système MiniRail de chez K2

- Épaisseurs de tôle : $\geq 0,4$ mm acier et $\geq 0,5$ mm aluminium
- Largeur des nervurages : 22 mm min
- Intervalle des nervurages en hauteur : 101 - 350 mm (dépend de la largeur des nervures)
- Surface autour du trou de perçage : $\varnothing \geq 20$ mm
- Hauteur de cadre du module: 30 - 50 mm

Exemple, système Kogysun de chez Dome Solar

- Toiture neuve ou rénovation, totale ou partielle
- Entraxe entre pannes : 2.30 m sur bac sec 0.75 et 1.80 m sur bac sec 0.63
- Charpente métallique ou bois
- Hauteur du module 31 à 50mm

Couvertures de toits plats :

La principale problématique pour l'installation de modules photovoltaïques sur un toit plat concerne l'étanchéité. Il n'est généralement pas possible de percer l'étanchéité, souvent en goudron ou en caoutchoucs (EPDM), ce qui complexifie la fixation de l'installation PV.

Pour remédier à cette contrainte, il existe plusieurs dispositions d'installations de PV sur un toit plat :

- **des systèmes lestés**, c'est à dire non attachés à la structure mais maintenus par un poids tel que des graviers (photo ci-contre). Ces systèmes posent la question de la charge apportée sur la structure car ils représentent un poids conséquent. Si des graviers étaient déjà en place sur le toit, cela peut s'avérer être un choix judicieux.
- des systèmes d'accroche à la toiture (photo ci-contre). Utilisant par exemple des **solutions de thermosoudure** sur membranes bitumineuses.



Pour ces deux dispositions, la capacité de portance de la structure doit être vérifiée. Il est également primordial de vérifier que le système retenu bénéficie d'un avis technique lui permettant d'être reconnu par les assurances.

En pratique, on peut ainsi distinguer deux cas :

- **Bâtiments neufs** : la mise en place d'une installation solaire est possible mais doit avoir été prévue dans la conception du bâtiment pour prendre en compte la charge apportée par l'installation et pour prévoir une étanchéité adaptée (en particulier si un système accroché est retenu).
Sur ce sujet, consultez le [guide "Pour des bâtiments neufs solarisables"](#) réalisé par Energie Partagée, les Centrales Villageoises et Hespul.
- **Bâtiments anciens** : dans ce cas, il convient de connaître l'âge et l'état de la couverture existante. On estime que la durée de vie d'une couverture de toit plat est d'une vingtaine d'années. Si elle doit être changée à court terme, il peut être pertinent d'en profiter pour mutualiser les travaux avec l'ajout d'un système PV (reste à savoir à la charge de qui !). En revanche si le changement est prévu à moyen ou long terme la situation est problématique car elle pose de nombreuses questions en cas d'ajout d'une centrale solaire (qui paie la dépose-repose de la centrale ? quid des pertes de productions durant le chantier ?...).

Enfin il convient également de prendre en compte les problématiques suivantes spécifiques aux toitures plates :

- Il faudra un accès au toit pour la maintenance : y a-t-il déjà des protections, garde-corps ? Si ce n'est pas le cas, il faudra les installer, ce qui engendrera un surcoût.
- S'il y a déjà un accès au toit existant, la présence de points d'ancrage de sécurité ou lignes de vie accessibles peut fortement compliquer le calepinage ou réduire la surface utile à cause des ombrages. Il faudra alors prévoir de les déplacer.
- quelle est la qualité de l'isolant sous la membrane d'étanchéité ? Si l'isolant n'est pas assez dense, les rails et lests vont poinçonner l'isolant, voire la membrane d'étanchéité et peuvent créer des défauts d'étanchéité. Il est conseillé de travailler sur un isolant de classe C.

5. AMIANTE

Un toit amianté entraînera un surcoût significatif puisqu'il faudra probablement traiter l'ensemble du pan (et pas seulement la surface destinée aux panneaux). Il peut cependant y avoir négociation avec le propriétaire pour que la société prenne en charge une partie du désamiantage à la place du versement du loyer d'occupation de la toiture.



Dans tous les cas, seul un charpentier ou un couvreur pourra confirmer ce critère de sélection. Pour les bâtiments publics, une note de calcul sera demandée.

La pratique a longtemps été d'exclure les bâtiments amiantés des grappes de projets citoyens du fait des importants surcoûts du désamiantage. Cependant la situation pourrait évoluer suite à la parution d'un [1er appel à projet dédié en région Auvergne-Rhône-Alpes](#) en décembre 2021, qui pourrait être reproduit dans d'autres régions à l'avenir.

6. PROBLEME DE DECHARGEMENT DE LA NEIGE

En altitude, il faut éviter l'accumulation de neige sur les toitures lorsqu'elles sont au-dessus des zones de passage (danger du déchargement). Une solution de sécurité simple à mettre en œuvre est l'installation d'un abri au-dessus de l'entrée du bâtiment (voir photo ci-contre).

Si l'on envisage la pose de photovoltaïque sur un pan de toiture avec ce risque, il faudra probablement réserver la zone basse du toit à des arrêts de neige. Ceci implique potentiellement des pertes de production et/ou une nécessité de déneigement en période hivernale.

Cette problématique doit être prise en compte par le bureau d'études dans la définition du calepinage.



7. ETAT DE LA CHARPENTE

Une charpente en mauvais état ne pourra pas permettre la pose de panneaux photovoltaïques (poids, planéité, étanchéité...). Les questions de charpente sont complexes et demandent un regard d'expert. Par ailleurs, il n'est pas rare que la charpente soit inaccessible (comble aménagé, faux-plafond).

Il est donc conseillé d'écarter les toitures ayant des défauts apparents et de faire analyser les toitures pour lesquelles vous n'avez pas assez d'éléments, avant de poursuivre d'autres démarches. Notons qu'en cas de projet sur un établissement recevant du public (ERP) du 1er groupe, vous devrez dans tous les cas faire réaliser une étude de structure.

La réfection (partielle ou totale) de la charpente peut néanmoins être négociée avec le propriétaire (à la place du loyer).

Un guide spécifique dédié aux études structures pour les projets PV sur toiture est disponible sur [l'espace adhérent d'Energie Partagée](#) et [celui des Centrales Villageoises](#).



8. NATURE DU BATIMENT

Assurances

L'assurabilité du bâtiment (et de la centrale photovoltaïque que l'on souhaite installer) est un enjeu à ne pas négliger en amont du projet.

En effet de nombreux retours d'expériences témoignent de la réticence des assureurs à accepter les installations photovoltaïques sur les bâtiments d'élevage ou de stockage de foin, mais également sur certaines activités industrielles particulières générant des risques d'incendie ou d'explosion.

Il est donc vivement conseillé de solliciter assez tôt la compagnie d'assurances de la société citoyenne pour vérifier l'assurabilité.

Bâtiments neufs > 1000 m²

L'article [111-18-1 du code de l'urbanisme](#) qui fait suite à la loi Energie Climat de novembre 2019 impose la solarisation des bâtiments commerciaux / industriels neufs de plus de 1000 m² (30% à solariser ou végétaliser).

Pour en savoir plus sur cet article du code de l'urbanisme et ses effets , vous pouvez consulter le [guide réalisé par Atlansun](#) sur ce sujet.

Et pour tout savoir sur l'installation de photovoltaïque sur des bâtiments neufs, consultez le guide ["Pour des bâtiments neufs solarisables"](#) réalisé par Energie Partagée, les Centrales Villageoises et Hespul.

Projets de travaux par le propriétaire

Si un propriétaire projette à court terme de faire des travaux d'économie d'énergie sur son bâtiment ou des travaux de rénovation en toiture (isolation, solaire thermique,...), implanter du photovoltaïque peut être l'occasion de mutualiser certaines interventions (échafaudages...). Une négociation avec le propriétaire sera nécessaire pour évaluer la part du montant des travaux qui peut être déduite du loyer dû sur la durée du bail.

II. Les critères liés au raccordement au réseau électrique

1. MISE A LA TERRE

La norme NF C 15-100 impose d'interconnecter toutes les prises de terre d'un même bâtiment. Il est donc important de repérer assez tôt l'emplacement de la prise de terre du bâtiment afin de faciliter ensuite la conception de l'installation photovoltaïque et notamment le choix du passage des câbles et de l'emplacement de l'onduleur. Cela fera gagner du temps au bureau d'études. A intégrer dès les premières visites de site.

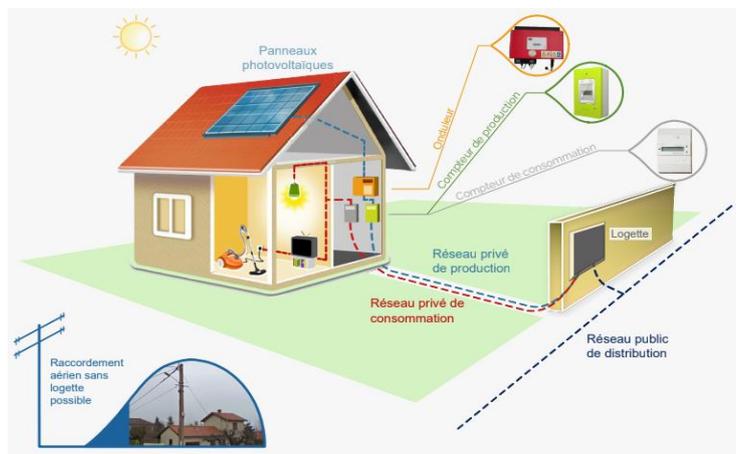
2. LA MISE EN PLACE DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

ENEDIS est chargé du raccordement au réseau depuis le point de raccordement jusqu'à la limite de propriété (voir le plan du réseau BT et HT sur leur [carte interactive](#)). Le point de livraison (coffret électrique) est toujours situé en limite de propriété, comme illustré sur le schéma.

ENEDIS ou les services de sécurité incendie doivent pouvoir y accéder.

Si le bâtiment n'est pas sur la limite de propriété, il faut en général tirer un câble de branchement entre le coffret de branchement en limite de propriété et l'onduleur au niveau du bâtiment. Cela passe par la réalisation d'une tranchée, pour laquelle il faut prévoir un cheminement, le plus court possible et en terrain le plus meuble possible, si l'on veut minimiser les frais.

Il convient dans ce cas d'identifier rapidement si la réalisation de la tranchée sera problématique ou non.



Dans le cas des vieilles maisons desservies via un raccordement aérien, ENEDIS accepte généralement de mettre une logette au pied du mur de la maison plutôt qu'en limite de propriété.

3. L'EMPLACEMENT DU BATIMENT PAR RAPPORT AUX POSTES DE DISTRIBUTION

L'implantation d'un équipement photovoltaïque qui va injecter de l'électricité sur le réseau électrique peut générer une contrainte (surtension) qui nécessite un renforcement de ligne, une création de poste, etc. En règle générale, 40% des coûts de raccordement au réseau électrique est à la charge du producteur. Ces coûts peuvent être rédhibitoires pour le projet si la contrainte est importante.



Cependant, pour les installations photovoltaïques prévoyant moins de 6 kVA par phase (c'est-à-dire les installations de moins de 6 kVA monophasé ou 18 kVA triphasé), si la distance au poste de distribution HTA/BT le plus proche est inférieure à 250m, les travaux de *renforcement* de réseau (modification du réseau existant, hors nouvelles extensions) seront principalement à la charge d'ENEDIS. Les 250m sont évalués en longueur de câble électrique le long du réseau existant.

Plus globalement, plus on choisit des bâtiments proches des postes existants, plus on a de chance de ne pas générer de contraintes sur le réseau par l'ajout d'un équipement photovoltaïque.

Un outil de simulation en ligne proposé par ENEDIS permet d'avoir des premières informations sur la problématique du raccordement électrique d'un futur projet. Cet outil est disponible un fois connecté à votre espace personnel sur le [site d'ENEDIS](#), dans l'onglet "Raccordement" -> Simulation. Un guide d'utilisation proposé par CoWatt est disponible [ici](#).

Dans tous les cas, il est conseillé de contacter ENEDIS en amont des demandes de raccordement.

III. Les critères en lien avec le tarif d'achat

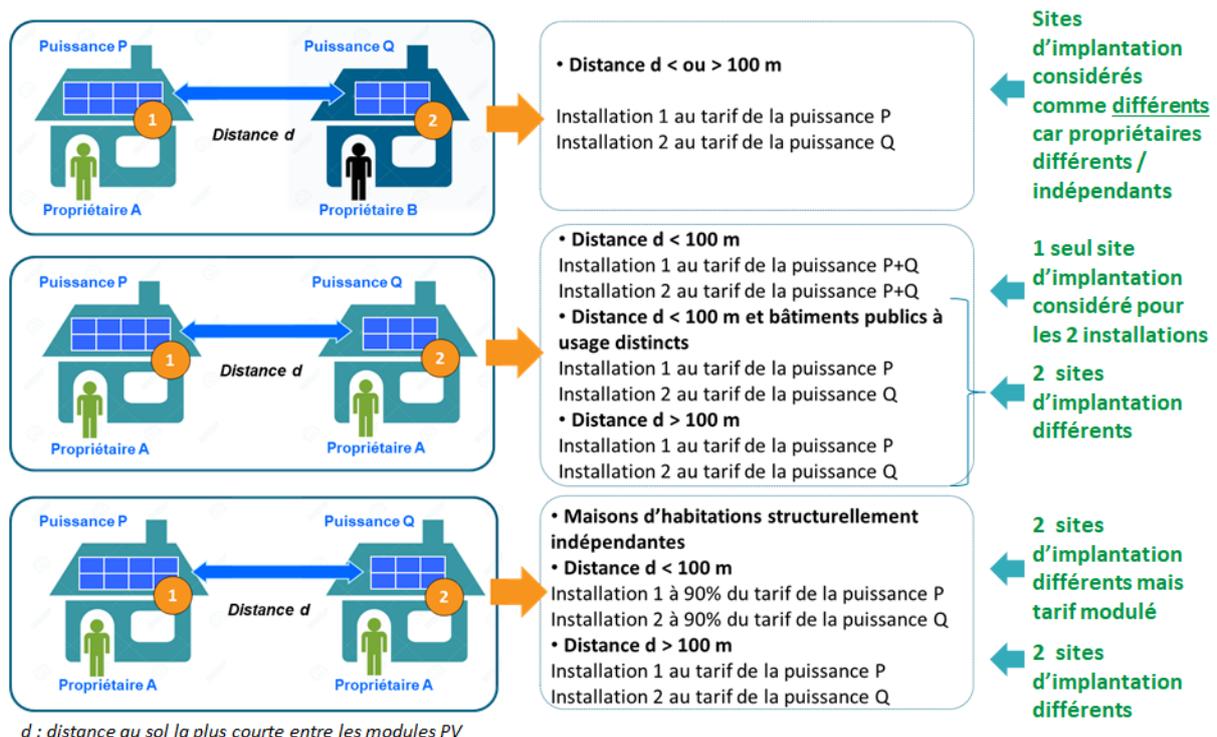
Le tarif d'achat correspondant à l'arrêté du 6 octobre 2021 définit des niveaux de tarif selon la taille de l'installation photovoltaïque (entre autres). Les tranches tarifaires se situent entre les 3, 9, 36, 100 kWc et 500 kWc.

Pour connaître les tarifs d'achat en vigueur, [consultez le site photovoltaïque.info](http://consultez.le.site.photovoltaique.info).

La taille d'une installation s'apprécie **par site d'implantation**. Légalement, deux installations PV sont considérées comme étant sur un même site d'implantation :

- si elles sont distantes de moins de 100m,
 - « Distance entre deux installations » : distance au sol la plus courte entre les points les plus proches des systèmes photovoltaïques des deux installations
- et si les bâtiments concernés appartiennent au même propriétaire
 - Exemple : la commune, un agriculteur, etc.
 - Cela veut dire qu'une société citoyenne peut avoir deux installations à moins de 100m, si les propriétaires des bâtiments supports sont différents
- sauf si :
 - il s'agit de deux bâtiments publics d'usage distinct
 - les bâtiments concernés sont des bâtiments d'habitation et sont structurellement indépendantes
 - sur avis d'un architecte, et dans ce cas le tarif est diminué de 10%
 - Exemple : les bailleurs sociaux, car ils sont propriétaires de tous les bâtiments.

Différents cas sont schématisés ci-dessous, avec P et Q les puissances respectives des deux installations :



Il convient donc d'être très vigilant vis-à-vis de la distance entre les différentes installations d'une même grappe photovoltaïque, et prendre ce critère en compte lors de la définition de la grappe de projets. En effet, si deux bâtiments d'un même propriétaire privé (ou d'un même propriétaire public dans le cas de deux bâtiments ayant un même usage) sont équipés et qu'ils sont distants de moins de 100 m, le tarif de rachat est calculé en prenant en compte la somme des puissances installées et non la puissance indépendante de chaque installation.

Prenons l'exemple d'une entreprise qui souhaiterait équiper son bâtiment administratif avec une installation de 9kWc et son entrepôt avec une installation de 36 kWc:

- Si les deux bâtiments sont distants de plus de 100 mètres, l'installation sur le bâtiment administratif bénéficiera du tarif 9 kWc et celle sur l'entrepôt du tarif 36 kWc
- Si les deux bâtiments sont distants de moins de 100 mètres, ils sont considérés comme sur un même site d'implantation, et le tarif de rachat qui s'appliquera aux deux installations sera celui d'une installation de $9 + 36 = 45$ kWc, soit le tarif 100 kWc. Ceci pourrait sérieusement remettre en cause la faisabilité économique du projet.

Notons que le second cas expliqué ci-dessus peut être évité en respectant un délai de 18 mois entre les demandes de raccordement des deux installations.

Pour en savoir plus sur l'arrêté tarifaire du 6 octobre 2021, [voir la fiche dédiée](#) en libre-accès sur le site des Centrales Villageoises.

IV. Les critères de propriété

Les propriétés individuelles

Seuls les propriétaires (ou nu-propriétaires et usufruitiers le cas échéant) peuvent s'engager sur le long terme à louer leur toit. Les propriétaires non occupants doivent faire un avenant au bail s'ils louent un logement individuel à un locataire. Dans le cas d'un logement collectif (par exemple bâtiments détenus par un bailleur social), si les toits sont dans des parties communes il n'y a pas besoin d'avenant.

Attention il faut éviter les propriétés privées qui font l'objet d'un crédit hypothécaire (droit réel grevant le bien mis à disposition). La banque titulaire du crédit ne souhaitera jamais faire une main levée partielle d'hypothèque (afin de sortir la toiture du droit réel et de permettre la signature du bail civil) sauf éventuellement s'il s'agit de la même banque que celle de la société citoyenne.

Notons également que chaque occupant du bâtiment doit trouver un accord avec son assureur lors de l'installation d'une centrale photovoltaïque sur le bâtiment. Si ces occupants sont nombreux et ont des spécificités (exemple : bâtiment accueillant plusieurs artisans), cela peut s'avérer problématique. La question des assurances doit être traitée avant toute signature de bail et avant d'engager des devis d'installation.

Les copropriétés

Une copropriété peut mettre à disposition le toit d'un immeuble sous réserve que la majorité des copropriétaires ait voté en faveur d'une telle décision. Le bail doit également être légèrement adapté.

Dans ce cas, il faut passer par le Syndic et développer des arguments qui lui sont spécifiques (loyer, gestion facilitée).

Attention : les projets avec les copropriétés sont généralement très complexes.

Les bâtiments publics

Le développement d'un projet PV sur le domaine public d'une collectivité engendre une démarche administrative différente et généralement plus complexe que sur un bâtiment privé. Par exemple :

- Il faut signer une Convention d'Occupation Temporaire (COT) plutôt qu'un bail, et elle doit être précédée d'un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) de la part de la collectivité. Pour simplifier la démarche, une manifestation d'intérêt spontanée émise par le collectif citoyen auprès de la collectivité peut suffire à condition que la collectivité assure une publicité suffisante ([article L2122-1-4 du code général de la propriété des personnes publiques](#)), et qu'aucune autre entité ne manifeste son intérêt.

Pour bien comprendre le fonctionnement de la mise à disposition du foncier public, [consultez ce webinaire d'Energie Partagée](#).

- Les règles de sécurité sont plus contraignantes, en particulier dans les Établissements Recevant du Public (ERP), pour lesquels il vous faudra passer par la Demande d'autorisation de travaux, qui s'ajoute à la demande aux services d'urbanisme, avec un avis d'un Bureau de Contrôle nécessaire pour la mise en service de l'installation, puis une visite annuelle.

Un guide spécifique dédié aux projets PV sur les ERP est disponible sur [l'espace adhérent d'Énergie Partagée](#) et [celui des Centrales Villageoises](#).

Ces spécificités peuvent engendrer des surcoûts et des délais plus importants pour le porteur de projet.

Si le bâtiment concerné appartient au domaine privé de la collectivité, un simple bail civil suffit.

Un guide spécifique dédié aux contrats de location pour les projets PV sur toiture est disponible sur [l'espace adhérent d'Énergie Partagée](#) et [celui des Centrales Villageoises](#).

V. Annexes

1. INFORMATIONS A COLLECTER POUR UNE ETUDE APPROFONDIE

Ces informations seront nécessaires pour accomplir les différentes démarches administratives (demande d'urbanisme, rédaction du bail, demande de raccordement, d'assurance, demande de devis aux installateurs, etc.). Cette liste est longue, mais c'est le fruit de l'expérience des projets citoyens, qui ont souvent dû retourner glaner des informations plusieurs fois. Est-ce qu'il faut tout demander d'un coup ? Tout dépend de l'hébergeur potentiel avec qui vous échangez. Par exemple, avec une collectivité, qui mettra du temps à réunir les infos, mieux vaut tout demander dès que vous avez l'accord de principe même oral.

Matériel et outils nécessaires pour la visite

- Appareil photo numérique
- Mètre
- Boussole (ou votre appli dédiée !)
- Inclinomètre (ou votre appli dédiée !)
- Ordinateur portable ou fiche de visite imprimée
- Support de communication
- Carte du quartier et carte de la toiture pour positionner les masques et le compteur pour le raccordement

Informations sur le propriétaire et l'occupant du bâtiment

Propriétaire

- Nom, Prénom
- Dénomination (si personne morale)
- Téléphone (mobile de préférence)
- Mail
- Adresse (si différente du bâtiment)

Occupant (si différent propriétaire)

- Nom, Prénom
- Téléphone (mobile de préférence)
- Mail
- Type d'occupation (location ?)

Informations sur le bâtiment

Parcelle

- Adresse
- Cadastre : N° parcelle et section
- Surface de la parcelle

Caractéristiques bâtiment

- Type de bâtiment
- Nombre d'étages

- Usage
- Date de construction (facultatif)
- Nom et contact du constructeur (facultatif)
- Acte de propriété (acte notarié)
- Plan de situation (cadastre)
- Plan de Masse (cadastre)
- Plan du bâtiment avec dimensions (cela peut être un croquis)
- Facture Électricité récente (recto et verso!)

Informations sur la toiture

- Orientation
- Inclinaison
- Dimensions

- Ombrages et risques d'ombrage
- Encombrement de la toiture
- Risque d'amiante
- Type de charpente et état
- Projet de travaux (solaire thermique, isolation ?)
- Type de couverture, âge et état
- Accessibilité de la toiture (intérieur, extérieur)
- Plan de charpente, si existant
- Plan du complexe de couverture/isolation, si existant
- Note de calcul de tenue structurelle, si existante

Informations sur les installations électriques

Sur un plan du bâtiment, ou sur un schéma.

- Localisation tableau électrique, description de la pièce (garage, local, couloir) et des matériaux sur les murs/plafond
- Passage de câbles
- Localisation disjoncteur de branchement de consommation
- Localisation compteur électrique de consommation (le disjoncteur et le compteur de consommation ne sont pas toujours côte à côte).
- Repérer la prise de terre
- Repérer endroit potentiel pour onduleur (1m² à 1m du sol) : en intérieur ou en extérieur, si possible dans une armoire dédiée
- Distance entre le coffret et le compteur, situation par rapport à la limite de propriété
- Nature du terrain entre le bâtiment et la limite de propriété/ et le compteur (bitume, terre, herbe...)
- N° du point de livraison du bâtiment (disponible sur la facture d'électricité)
- Puissance souscrite

Liste des photos à prendre

En prenant ces photos, et même si la liste semble longue, pensez bien qu'elles vous serviront à présenter cette toiture et à échanger sur des points techniques, avec des personnes qui n'ont pas vu cette toiture. Ces photos seront donc leurs seuls "repères" pour comprendre à quoi ressemble le site, comment il est organisé. Par expérience, plus vous avez de photos, plus ce sera facile d'expliquer le site à quelqu'un.

Pour valider la pré-sélection

- Photo du toit permettant de bien identifier le type de couverture. Vous pouvez ajouter une photo zoomée pour le type de tuile ou d'ardoise
- Photo à prendre depuis le dessous du toit, dans les combles pour une maison. Si les combles sont aménagés, la charpente ne sera pas accessible
- Prenez les photos permettant de bien visualiser les éléments en toiture (cheminée, fenêtre de toit, etc). Ou une photo large si le toit est libre
- Photos permettant de voir comment accéder au toit par l'extérieur, on doit voir le sol et la gouttière, pour savoir si on peut installer un échafaudage par exemple.
- Photos montrant par où accéder sous la toiture, notamment pour aller passer les câbles pendant le chantier
- Photos de la zone où l'onduleur pourrait être installé, en plan le plus large possible.

Pour la demande préalable de travaux

- Photo du bâtiment dans son environnement montrant le pan de toit à équiper. Pour photomontage : avant / après
- Photo montrant le bâtiment depuis le domaine public. Trouver un angle d'où l'on verrait les panneaux. Si les panneaux ne sont pas visibles depuis la rue, prendre une photo du bâtiment en plan large et indiquer que les panneaux sont de l'autre côté.

Pour la demande de raccordement

- Photo en plan large de l'environnement du tableau électrique
- Photo gros plan du disjoncteur, bien nette pour pouvoir lire toutes les caractéristiques techniques inscrites sur le boîtier
- Photo du disjoncteur dans son environnement (prendre tout le mur sur lequel est fixé le compteur)
- Photo gros plan du compteur de consommation, bien nette pour pouvoir lire toutes les caractéristiques techniques inscrites sur le boîtier
- Photo du compteur de consommation dans son environnement (prendre tout le mur sur lequel est fixé le compteur)
- Si le disjoncteur et le compteur sont collés, vous pouvez prendre qu'une seule fois les photos « plan large »

Photo du coffret de raccordement (c'est le boîtier électrique en bordure de propriété)

- De près et ouvert (si l'accès nécessite une clé, ou un triangle, ne l'ouvrez pas !)
- De près et fermé
- En plan large dans son environnement
- S'il n'y a pas de coffret, prendre toutes les photos de près et de loin pour montrer par où sortent les câbles et où ils se raccordent sur le réseau. Par exemple prendre un plan large montrant le poteau électrique de la rue, et le câble qui relie la maison (branchement aérien).

2. TUTORIELS ET SITES UTILES

- [Utiliser cadastre.gouv.fr](https://www.cadastre.gouv.fr) (Guide CoWatt)
- [Utiliser geoportail](https://www.geoportail.fr) (Guide CoWatt)
- [Réaliser une étude d'opportunité](#) (Guide Hespul)
- www.photovoltaique.info (Site d'Hespul)