

MISE EN ŒUVRE DE L'AUTOCONSOMMATION PHOTOVOLTAÏQUE DANS LES OPERATIONS DE CONSTRUCTION ET RENOVATION AU MINARM

Guide méthodologique

L'autoconsommation solaire au service de l'autonomie énergétique des armées

- 1 Notions de base
- 2 Les obligations réglementaires
- 3 En amont des opérations
- 4 Dans les programmes et CCTP
- 5 Le raccordement, l'entretien-maintenance
- 6 Feuille de route pour le patrimoine existant
- 7 Les installations du MinArm
- 8 Pour aller plus loin

Fiche n°19
Juin 2025

Le projet de Programmation Pluriannuelle de l'Energie n°3 prévoit un doublement de la puissance photovoltaïque installée en France d'ici 2030 et un quadruplement d'ici 2035 (voir figure ci-contre).

En lien avec la lutte contre l'artificialisation des sols, cette augmentation découlera essentiellement de la « solarisation » des toitures et parkings.

L'importance de son patrimoine foncier et bâti, ainsi que le volume d'opérations d'infrastructure qu'il conduit, devraient faire du ministère des armées un contributeur significatif à cette ambition nationale.

Le nombre d'installations photovoltaïques (PV) en service sur les emprises (aujourd'hui une cinquantaine recensées dans l'observatoire de l'autoconsommation solaire ministériel tenu par le CRPE) devrait donc être amené à croître de façon importante au cours des prochaines années.

L'objectif principal de ce guide est de synthétiser d'une part les obligations réglementaires et d'autre part les contraintes spécifiques au MinArm relatives aux installations PV, afin de permettre leur bonne prise en compte dans les opérations de construction neuve et rénovation, comme dans la gestion du patrimoine.

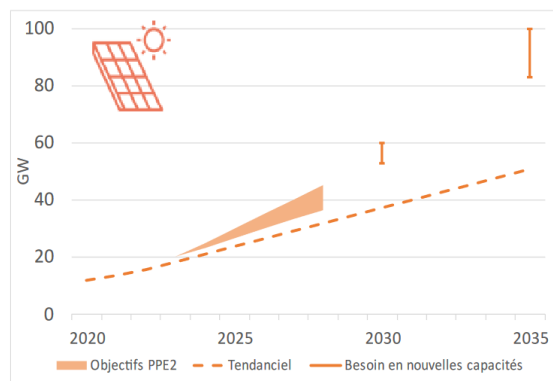
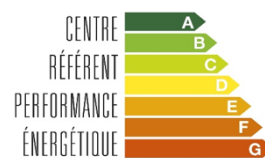


Figure 1 : Stratégie nationale de développement des installations photovoltaïques
(Source : Politique Pluriannuelle de l'Energie)



1 Quelques notions de base

Autoconsommation et autoproduction

Le taux d'autoconsommation (en %) est la part de la production photovoltaïque d'un site consommée sur ce site (= Zone 2 / [Zones 2 + 3]) sur la figure 2). La part qui n'est pas autoconsommée est appelée **surplus de production** photovoltaïque (= Zone 3 sur la figure ci-dessous).

Le taux d'autoproduction (en %) est la part de la consommation électrique d'un site couverte par la production photovoltaïque sur ce site (= Zone 2 / [Zones 1 + 2] sur la figure 2) .

Le point de livraison est le point de raccordement au réseau public de distribution.

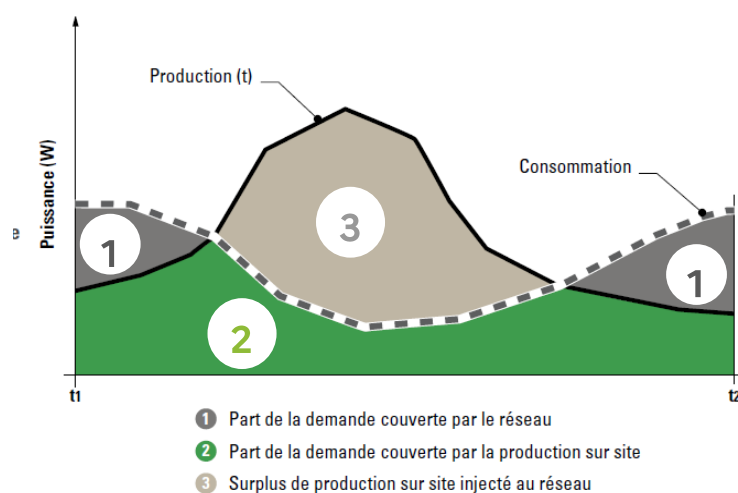


Figure 2 : Illustration du principe de l'autoconsommation (Source PACTE)

Pour les petites installations (<20kWc), une architecture électrique avec des micro-onduleurs en sortie de chaque module peut être préférée car elle permet d'optimiser le rendement global, mais cela se fera généralement au détriment du prix et de la fiabilité d'ensemble.

La puissance crête, exprimée en Wc, correspond à la puissance délivrée par un module dans des conditions normalisées d'illumination et d'environnement. La puissance crête d'une installation photovoltaïque correspond environ à sa puissance maximale installée, avant la prise en compte des pertes dans les câbles et l'onduleur.

La puissance raccordement (ou puissance maximale de raccordement en injection), exprimée en kVA, est la puissance maximale de la centrale photovoltaïque vue du réseau, c'est-à-dire en sortie de l'onduleur.

Les principaux constituants

Le module ou panneau photovoltaïque est l'unité de production électrique la plus élémentaire, constituée d'un assemblage de cellules photovoltaïques interconnectées et complètement protégées de l'environnement. Les modules sont connectés en série pour former un chaîne (« string » en anglais), et plusieurs chaînes sont ensuite généralement connectées en parallèle pour former la centrale.

L'onduleur est le convertisseur d'énergie électrique qui transforme le courant électrique continu en sortie des modules en un courant alternatif monophasé ou triphasé. Le plus souvent plusieurs chaînes vont être raccordées en entrée d'un même onduleur.

Les familles technologiques

Les technologies standards de modules photovoltaïques s'appuient sur des cellules en silicium polycristallin ou monocristallin, avec une face avant en verre trempé, une face arrière en polymère et un cadre en aluminium.



D'autres technologies existent, mais elles n'ont pas la même maturité ou les mêmes performances. Il est recommandé de ne pas les utiliser dans des opérations SID sauf dans des cas très particuliers (par ex. projets d'innovation, intégration architecturale).

2

Connaître les obligations règlementaires

Pour accélérer le développement du photovoltaïque et atteindre les objectifs nationaux, les obligations réglementaires ont fortement été renforcées au cours des dernières années, d’abord dans le cadre de la loi dite « Climat et Résilience » (LCR) d’août 2021, puis dans le cadre de la loi relative à l’Accélération de la Production d’Énergies Renouvelables (APER) de mars 2023. Les obligations portent sur deux catégories d’ouvrages : les bâtiments et les parcs de stationnement, à l’occasion de leur construction, extension ou rénovation lourde, ainsi que sur le patrimoine existant.

Constructions et rénovations de bâtiments

Les obligations, codifiées dans l’article L.171-4 du Code de la Construction et de l’Habitat (CCH) et entrées en vigueur en juillet 2023, portent sur **les constructions, rénovations lourdes et extensions de bâtiments** ayant une emprise au sol de **plus de 500m²**. Elles imposent d’intégrer **en toiture de ces bâtiments** soit un système de **végétalisation**, soit un procédé de **production d’énergie renouvelable**. Ce procédé peut bien entendu être une installation photovoltaïque, mais aussi du solaire thermique ou hybride.

L’assujettissement à ces obligations dépend de l’usage du bâtiment.

La proportion de la toiture à couvrir est aujourd’hui fixée à 30% et va progressivement augmenter jusqu’à 50% d’ici 2027.

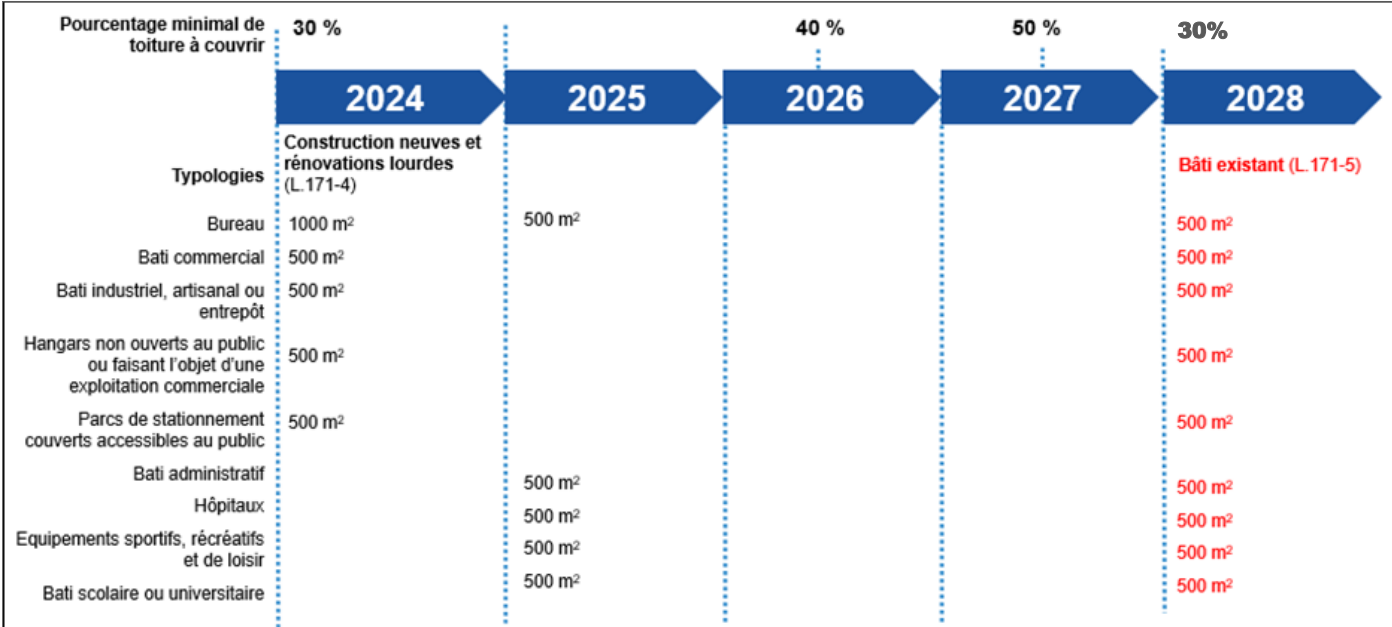
Chaque bâtiment de plus de 500m² construit ou rénové lourdement est soumis, sauf dérogation, à ces obligations, si au moins la moitié de sa surface de plancher est affectée à un ou plusieurs des usages mentionnés dans le tableau 1 ci-dessous.

A noter que des travaux sont considérés comme relevant d’une **rénovation lourde** s’ils incluent le renforcement ou le remplacement d’éléments structuraux concourant à la stabilité ou à la solidité du bâtiment.

Bâtiments existants

L’Article L.171-5 du CCH, introduit par la loi APER, étend les obligations de l’Article L.171-4 au **patrimoine existant**. Ainsi, à compter du 1er janvier 2028, les **bâtiments existants de plus de 500m²** dont l’usage est mentionné dans le tableau 1 ci-dessous devront, sauf dérogation, intégrer un système de **végétalisation** ou un procédé de **production d’énergie renouvelable** sur au moins 30% de leur toiture.

Tableau 1 : Typologies des bâtiments assujettis à l’article L.171-4 du CCH (Source : MinTECT)



Créations et rénovations lourdes de parcs de stationnement

Depuis juillet 2023, tous les **nouveaux parcs de stationnement de plus de 500m² ouverts au public** et tous ceux **créés ou rénovés lourdement et associés à un bâtiment assujéti à l'Article L.171-4 du CCH** sont, sauf dérogation, assujettis à l'Article L.111-19-1 du Code de l'Urbanisme (CU) et à l'Article L.171-4 du CCH et doivent à ce titre :

- intégrer sur **au moins la moitié de leur superficie** des **dispositifs d'ombrage**, qui peuvent être soit des arbres soit des ombrières solaires (PV, thermiques ou hybrides),
- intégrer des **revêtements de surface, des aménagements hydrauliques ou des dispositifs végétalisés** favorisant la perméabilité et l'infiltration des eaux pluviales ou leur évaporation et préservant les fonctions écologiques des sols.

Un parc de stationnement est considéré comme **lourdement rénové** quand son revêtement de surface au sol est remplacé totalement sur au moins la moitié de sa superficie.

Par ailleurs, depuis mars 2023 tout **parc de stationnement de plus de 1 500m² créé** doit, sauf dérogation, être équipé sur **au moins la moitié de sa superficie d'ombrières** intégrant un procédé de **production d'énergie renouvelable**.

Parcs de stationnement existants

A partir du 1er juillet 2026, tous les **parcs de stationnement de plus de 10 000m²** devront, sauf dérogation, être équipés d'une ombrière intégrant un procédé de **production d'énergies renouvelables sur au moins la moitié de leur superficie**. Cette obligation sera étendue aux parcs de stationnement de **plus de 1 500m²** à partir du 1er juillet 2028. Pour l'Outre Mer, ce seuil sera ajusté, suivant les territoires,

entre 500 et 2500m².

Ces différentes obligations sont synthétisées dans le tableau page 5, extrait du guide de la Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (Figure 3).

Bien que la loi n'exclue pas le recours à des procédés autres, pour des raisons de facilité de mise en œuvre et de contraintes d'usage, la mise en conformité avec ces obligations réglementaires se fera vraisemblablement quasi-exclusivement avec des ombrières PV.

Conditions dérogatoires

Les conditions dérogatoires à ces différentes obligations sont liées à des contraintes techniques, de sécurité, architecturales, patrimoniales, environnementales ou des à des conditions économiques inacceptables. Pour les parcs de stationnement, l'atteinte à la sécurité nationale constitue également une condition dérogatoire de même que, pour les parcs existants, la présence d'arbres sur au moins la moitié de leur superficie. **Des fiches d'autoévaluation de l'éligibilité à ces dérogations sont disponibles sur le portail GPS-NG du CRPE (lien p19).**

Mise en œuvre ministérielle

Pour les constructions et rénovations lourdes, la Direction des Territoires, de l'Immobilier et de l'Environnement (DTIE) demande que **les obligations soient intégrées aux opérations** (NEMO DTIE 2024/337 du 11/04/2024).

Pour le patrimoine existant, des travaux pilotés par la DTIE sont en cours afin de définir la stratégie ministérielle relative à la mise en conformité (NEMO 2024/ 997 du 27/11/2024).



Figure 3 : Guide DHUP pour la mise en œuvre de la réglementation pour les parcs de stationnement

PARCS ASSUJETTIS A AU MOINS UNE OBLIGATION	Parcs de stationnement non associés aux bâtiments mentionnés à l'art. L. 171-4 CCH					
	Parcs de stationnement extérieurs existants			Parcs de stationnement extérieurs neufs		
ÉTAT DU PARC	Existant ET sans conclusion/renouvellement de contrat	Existant ET faisant l'objet d'une conclusion/renouvellement de contrat		Neuf ET ouvert au public		Neuf ET non ouvert au public (hors champ L. 171-4/ L. 111-19-1)
SUPERFICIE ASSUJETTIE	> 1500 m ²	<1500 m ²	>1500 m ²	500 m ² <...<1500 m ²	>1500 m ²	>1500 m ²
OBLIGATIONS IMPOSÉES PAR LES DIFFÉRENTS DISPOSITIFS ET ARTICULATION : articles L. 171-4 CCH, L. 111-19-1 CU, 40 APER, et V. de l'article 101 non codifié	Art. 40 : intégrer sur au moins 50 % de la superficie des ombrières EnR ou intégrant des procédés d'EnR (la mise en place de procédé de production d'EnR ne requérant pas d'ombrières est possible à condition que la production d'EnR soit équivalente).	Art. 101-V (non codifié) : intégrer au moins 50 % de dispositifs d'ombrage, ET au moins 50 % de dispositifs gestion des EP.	- Art. 101-V (non codifié) : intégrer au moins 50 % de dispositifs d'ombrage Δ , ET au moins 50 % de dispositifs gestion des EP. - Art. 40 : intégrer sur au moins 50 % de la superficie des ombrières PV ou intégrant des procédés d'EnR.	- L. 111-19-1 : intégrer des dispositifs de gestion des EP sur au moins 50 % de la superficie. - L. 111-19-1 : intégrer des dispositifs d'ombrage sur au moins 50 % de la superficie (arbres à canopée large ou ombrières EnR).	- L. 111-19-1 : intégrer des dispositifs de gestion des EP sur au moins 50 % de la superficie. - L. 111-19-1 : intégrer des dispositifs d'ombrage sur au moins 50 % de la superficie (arbres à canopée large ou ombrières EnR). Δ - Art. 40 : intégrer sur au moins 50 % de la superficie des ombrières PV ou intégrant des procédés d'EnR (la mise en place de procédé de production d'EnR ne requérant pas d'ombrières est possible à condition que la production d'EnR soit équivalente).	- Art. 40 : intégrer sur au moins 50 % de la superficie des ombrières PV ou intégrant des procédés d'EnR (la mise en place de procédé de production d'EnR ne requérant pas d'ombrières est possible à condition que la production d'EnR soit équivalente).

PARCS ASSUJETTIS A AU MOINS UNE OBLIGATION	Parcs de stationnement associés aux bâtiments mentionnés à l'art. L. 171-4 CCH		
ÉTAT DU PARC	Neuf OU Existant, avec rénovation lourde OU Existant avec conclusion/renouvellement de contrat de concession de service public ou de prestation de service ou de bail commercial		
SUPERFICIE ASSUJETTIE	<500 m ²	500 m ² <...<1500 m ²	>1500 m ²
OBLIGATIONS IMPOSÉES PAR LES DIFFÉRENTS DISPOSITIFS ET ARTICULATION : articles L. 171-4 CCH, L. 111-19-1 CU, 40 APER, et V. de l'article 101 non codifié	L. 171-4 CCH : intégrer des dispositifs de gestion des eaux pluviales sur la totalité de la surface assujettie.	- L. 111-19-1 CU : intégrer des dispositifs de gestion des EP sur au moins 50 % de la superficie. - L. 111-19-1 CU : intégrer des dispositifs d'ombrage sur au moins 50 % de la superficie (arbres à canopée large ou ombrières EnR). - L. 171-4 CCH : possibilité de report des obligations d'intégrer des panneaux PV en toiture sur le parc (à ne pas prendre en compte dans le calcul des 50 % du L. 111-19-1, cf. 2.3.3.4).	- L. 111-19-1 : intégrer des dispositifs de gestion des EP sur au moins 50 % de la superficie. - L. 111-19-1 : intégrer des dispositifs d'ombrage sur au moins 50 % de la superficie (arbres à canopée large ou ombrières EnR) Δ - Art. 40 : intégrer sur au moins 50 % de la superficie des ombrières PV ou intégrant des procédés d'EnR (la mise en place de procédé de production d'EnR ne requérant pas d'ombrières est possible à condition que la production d'EnR soit équivalente).

Tableau 2 : Synthèse des obligations pour les parcs de stationnement (Source : MinTECT)

3

Les exigences sont synthétisées dans les logigrammes ci-dessous.



6

Mesurer le risque de dépasser les seuils de puissance

➤ La demande d'autorisation de raccordement

Toute installation photovoltaïque mise en place dans le cadre d'une opération doit faire l'objet d'une demande d'autorisation de raccordement auprès du Gestionnaire du Réseau public de distribution (GRD). **Cette demande est obligatoire, même quand toute l'électricité produite est consommée sur l'emprise** (attention : les entreprises du secteur sont souvent mal informées sur ce point). L'installation photovoltaïque ne doit pas être mise en service avant d'avoir reçu son autorisation de raccordement.

La procédure de demande de raccordement au réseau public de distribution est décrite dans la partie 5 de ce guide.

➤ Les puissances photovoltaïques installées

Au-delà de certains seuils de puissance photovoltaïque installée **à l'échelle du point de livraison (cad, dans le cas général, le site)**, l'autorisation de raccordement va être conditionnée par la réalisation de travaux potentiellement impactant sur l'opération.

Un premier **seuil à considérer est celui de 250kVA**, puissance au-delà de laquelle une **protection de découplage externe** est requise et donc à embarquer dans l'opération.

Cette protection doit permettre au GRD d'envoyer en des temps très courts (< 100msec) des ordres de découplage aux centrales.

Un deuxième seuil à considérer est celui de l'impact sur les capacités d'acheminement électrique du réseau public de distribution. En effet, si la puissance produite sur le site est supérieure à la **capacité de transit du réseau de distribution** arrivant au point de livraison, alors des travaux de renforcement de ce réseau, à la charge du MinArm, seront obligatoires et ce même s'il n'y a aucune réinjection prévue sur ce réseau. Ce deuxième seuil sera atteint

quand la **puissance totale installée sur le site sera supérieure ou égale à la puissance de raccordement au point de livraison**.

Pour les opérations dépassant ce seuil de puissance, il est vivement conseillé de **commander auprès du GRD une analyse d'impact réseau** dans le cadre d'une **Demande de Raccordement Anticipée**, à initier dès l'étape Avant-Projet Détaillé (APD), voire Avant-Projet Sommaire (APS), de l'opération.

Pour les demandes de raccordement des installations photovoltaïques de taille plus modeste, la demande de raccordement est à initier environ 6 mois avant le début de la phase Réalisation de l'opération.

➤ Le pilotage pour la non réinjection

Si plusieurs centrales PV sont présentes sur un site, l'écrêtage du surplus de production au niveau des différents onduleurs doit être opéré de façon **coordonnée et centralisée** par un unique système de pilotage.

Si une centrale PV est installée sur un site déjà doté d'un système de pilotage, le pilotage du nouvel onduleur est à intégrer au système déjà en place.



Le bilan des installations PV pré-existantes sur le site est impératif pour bien prendre en compte les futures nouvelles installations solaires.

Il convient donc de vérifier, sur GTP ou auprès de la Section Gestion du Patrimoine de l'USID concernée, si d'autres centrales sont déjà raccordées en aval de ce point de livraison.

Autres vérifications à conduire :

- 250 kVA : seuil nécessitant la mise en place d'une protection de découplage externe
- Vérification de la puissance de raccordement au point de livraison

Estimer les contraintes liées à l'auto-consommation

A ce jour, le ministère des Armées n'est pas en capacité de valoriser financièrement un éventuel surplus de production photovoltaïque. Et pour des raisons de stabilité de réseau, il est strictement interdit d'injecter de l'électricité sur le réseau de distribution si celle-ci n'est pas intégrée dans le périmètre d'un responsable d'équilibre, et donc encadrée par un accord contractuel.

Pour ces raisons, **l'injection sur le réseau de distribution public de l'électricité produite au sein d'une emprise par des centrales photovoltaïques n'est jusqu'à nouvel ordre pas autorisée, même à titre gratuit, et les projets sont limités à la stricte auto-consommation***.

Ainsi, pour toute opération incluant une installation photovoltaïque, il est nécessaire de réaliser dès les phases amont **une estimation du taux d'autoconsommation prévisionnel**.

Cette estimation doit non seulement tenir compte des profils de consommation et de production prévisionnels des ouvrages objets de l'opération, mais également de ceux de **tous les ouvrages déjà existants** qui sont reliés au même point de livraison.

Si le taux d'autoconsommation prévisionnel estimé est inférieur à 100% il faudra, dans le cas général, demander dans les documents de consultation à ce que **les onduleurs des centrales photovoltaïques puissent être pilotés pour réduire la production solaire de façon dynamique en écrêtant le surplus**.

Une alternative possible à cette solution d'écrêtage consiste à utiliser des dispositifs de stockage de ce surplus de

production, qui vont permettre de le consommer sur site ultérieurement, dans des périodes où l'ensoleillement est faible ou nul (typiquement la nuit). Mais ces dispositifs de stockage vont générer de coûts d'investissement additionnels importants, et imposer des contraintes supplémentaires à prendre en compte, notamment en termes de maintenance et de sécurité. **Cette solution du stockage du surplus ne doit donc être envisagée que dans certains cas très particuliers, demande explicite du bénéficiaire ou projet d'innovation par exemple.**



Il est recommandé de consulter le Gestionnaire d'Énergie du Patrimoine de l'USID concernée pour obtenir les relevés de consommation / production des ouvrages existants.

Le strict respect de l'autoconsommation s'étudie à l'échelle du point de livraison : en additionnant toutes les productions photovoltaïques réparties sur le site, en regard de l'ensemble des consommations électriques en aval du point de livraison.

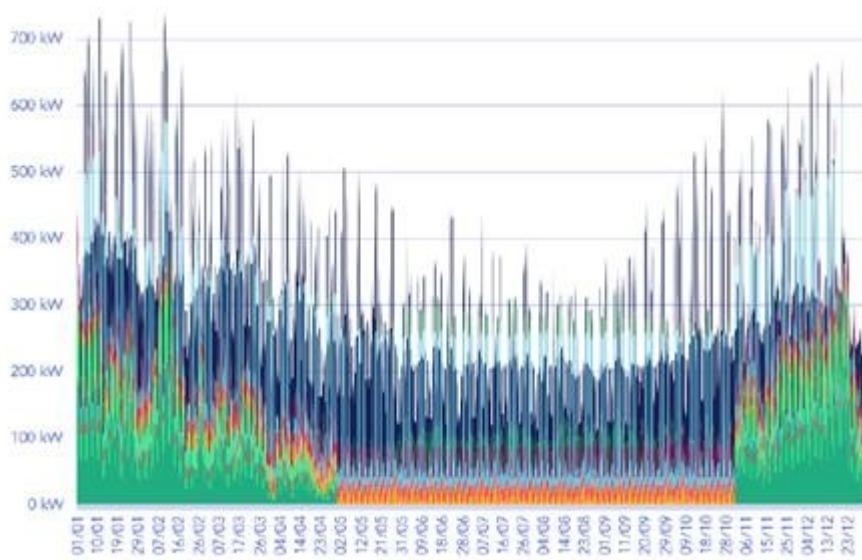


Figure 4 : Courbe de charge annuelle d'un site MinArm

*Sauf dans le cas d'un montage en autoconsommation collective (ACC) étendue en modèle patrimonial : le surplus de production est alors attribué à d'autres emprises militaires à proximité, distants de moins de 2km en milieu urbain et 20 km en milieu rural. Pour plus d'information sur le montage en ACC, voir la fiche « CRPE Partage » sur le GPS-NG du CRPE (https://gpsng.intradef.gouv.fr/sites/CR_PE/Diffusions/03_COMMUNICATIONS/06_Fiches-cuisine/Le%20CRPE%20Partage%203_Autoconsommation-collective.pdf)



Articulation avec les servitudes

Tout projet d'installation de centrale PV devra faire l'objet d'une instruction par la DIRCAM si :

- Cas n°1 : il est situé dans l'emprise d'un aérodrome militaire
- Cas n°2 : il est situé à moins de 2 km des limites de l'emprise d'un aérodrome et la surface totale de panneaux est supérieure à 2500 m², sauf s'il est situé sur une toiture avec une inclinaison identique à celle de la toiture.

Tout projet d'installation de centrale PV sur des emprises ayant des équipements radioélectriques devra de plus faire l'objet d'une instruction par la DIRISI locale pour les problématiques de perturbations électromagnétiques.

Impact sur la structure des bâtiments rénovés

➤ Capacité structurelle

Une centrale photovoltaïque va, dans le cas général, amener une **surcharge importante sur la toiture d'un bâtiment** : entre 10 et 20kg/m², suivant le type de panneau et le mode de pose (intégré à la toiture ou en surimposition)

Pour une installation en toiture dans le cadre d'une **opération de rénovation** il est donc indispensable de vérifier, grâce au Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) ou en faisant une étude structure, que la tenue structurelle du bâtiment est suffisante pour supporter l'installation photovoltaïque.

A noter, des entreprises commencent à proposer des technologies de modules alternatives ayant des masses surfaciques beaucoup plus faibles, de l'ordre de 3 à 4kg/m². **Certaines de ces nouvelles technologies légères font actuellement l'objet d'évaluation au MinArm dans le cadre de projets d'innovation** (voir CRPE pour plus d'informations). Un retour d'expérience sur ces projets est nécessaire avant d'envisager un éventuel déploiement plus large au sein des emprises. Le recours à ces technologies légères ne dispense cependant pas d'une évaluation

de la tenue structurelle du bâtiment.

Pour une installation **d'ombrière photovoltaïque**, un **diagnostic géotechnique** sera nécessaire.

➤ Isolation et étanchéité

Dans le cas d'une installation photovoltaïque en toiture d'un bâtiment existant, il est indispensable de tenir compte de l'état des couches d'isolation et d'étanchéité. Celles-ci doivent avoir une **durée de vie résiduelle supérieure à 30 ans**, puisque leur remplacement sera complexifié une fois que la centrale aura été installée. La couche isolante devra de plus être incompressible (type C) pour supporter la surcharge et permettre les accès maintenance.

➤ Amiante

Enfin, pour une installation en toiture avec percement, un diagnostic amiante est nécessaire s'il y a une présomption de risque.

Articulation avec les ICPE

Les centrales photovoltaïques installées au sein d'une **Installation Classée pour la Protection de l'Environnement** sont dans la plupart des cas soumises à des dispositions particulières. Ces dispositions sont données :

- **Pour les ICPE soumises à enregistrement ou déclaration** : en annexe I de l'Arrêté du 5 février 2020 pris en application du point V de l'article L. 171-4 du CCH pour les ICPE soumise à enregistrement ou déclaration.
- **Pour les ICPE soumises à enregistrement ou autorisation** : En section V de l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.





Urbanisme

Dans le cas général, un permis de construire est requis pour les centrales de plus de 3MW. Pour une puissance inférieure, seule une déclaration préalable est nécessaire. En secteur protégé, le permis de construire est requis dès 3kWc.

Pour les installations en zone classée, notamment monument historique, une demande à un architecte des bâtiments de France (ABF), doit être exprimée (concerne principalement les emprises urbaines).

Compatibilité électro-magnétique

Les onduleurs sont des systèmes d'alimentation par découpage : ils génèrent des champs magnétiques et des distorsions harmoniques. Les champs magnétiques diminuent très fortement avec la distance, **il faut donc veiller à placer les onduleurs à plus de 3 à 5m d'appareils sensibles aux champs magnétiques** (les appareils électro-niques d'une manière générale).

En ce qui concerne les distorsions harmoniques, les onduleurs doivent répondre à certaines normes qui garantissent une non-perturbation des appareils électriques courants.

Cependant quand un onduleur photovoltaïque doit être raccordé sur un réseau électrique proche d'un bâtiment contenant des appareils particulièrement sensibles (simulateur, appareils de guerre électronique), il est recommandé de consulter les fournisseurs de ces équipements afin de s'assurer qu'il n'y aura pas de risque de perturbations. Dans certains cas il

pourra être nécessaire de prévoir des solutions de protection, tel que par exemple un filtre CEM supplémentaire.

Dans le cas des sites sensibles, une étude particulière des perturbations est vivement recommandée.

Anticiper le risque assurantiel

Dans le cas d'une installation photovoltaïque en toiture d'un bâtiment existant, si le bâtiment contient des équipements très onéreux, il est important de vérifier le niveau de **couverture assurantielle de l'installateur**. En effet, il est possible que son assureur refuse d'apporter une garantie à la hauteur de la valeur des équipements abrités. Dans ce cas, il conviendra d'estimer le risque pris par le MinArm, et un arbitrage devra être rendu sur l'acceptabilité ou non de ce risque.

Estimer les coûts

Le prix d'une installation photovoltaïque va dépendre de nombreux facteurs : le prix des modules (qui varie mais est globalement en baisse régulière), le cours des matières premières (acier, cuivre...), la taille et le type d'installation (toiture terrasse, surimposition..), les travaux annexes (électrique, étanchéité, structure..).

Dans les chiffrages SID en Etude de Faisabilité, il est recommandé de considérer comme prix prévisionnel (avant prise en compte des réserves pour risques et aléas) :

- 400€ HT/m² pour les toitures
- 500€ HT/m² pour les ombrières

Le CRPE renseigne un Observatoire de l'Auto-consommation Solaire au MinArm, qui permet d'extraire des indicateurs tel que le prix payé constaté au SID (en €/m², €/kWc....).

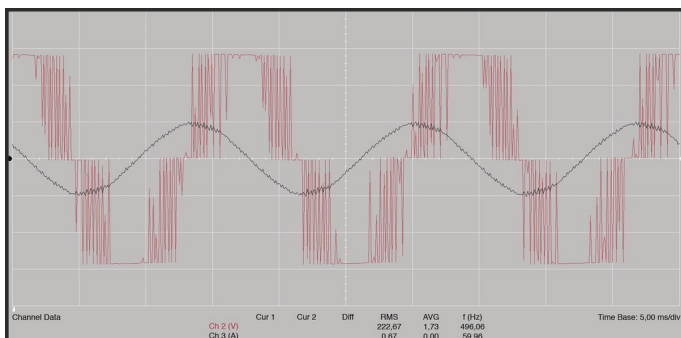
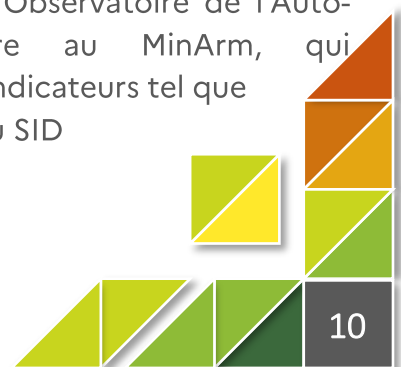


Figure 6 : Exemple de formes d'ondes courant/tension en sortie d'un onduleur
(auteur : Mohamed Benhaddadi)





4 Les prescriptions techniques à intégrer dans les programmes et CCTP

Qualité des modules photovoltaïques

La Direction des Achats de l'Etat demande à tous les acheteurs de l'Etat d'introduire les **prescriptions techniques** suivantes pour les panneaux photovoltaïques :

- Garantie fournisseur de 20 ans minimum
- Rendement minimum de 20% à l'état neuf
- Niveau de performance garanti sur 25 ans, avec une baisse de rendement < 15%
- Plafond carbone de 680 kgeqCO₂/kWc (donnée fiche produit)
- Absence de fluor et traçabilité d'antimoine dans le verre

De plus, le photovoltaïque étant une filière identifiée dans les Politiques Prioritaires du Gouvernement, il est demandé de privilégier les **filières d'approvisionnement françaises et européennes** (qui présentent néanmoins un surcoût pour l'acheteur).

S'il est attendu que les panneaux présentent une tenue mécanique renforcée, le seul fabricant français (à date) répond aux exigences suivantes :

- Verre d'épaisseur minimale 3 mm respectant la norme de trempe thermique EN12150,
- Résistance à la grêle de niveau VKF HW4.

Qualité de l'installation

Toutes les installations doivent être conformes aux guides UTE C15-712-1 et APSAD D20.

Seuls des procédés sous avis techniques ou enquête technique nouvelle peuvent être utilisés.

Les câbles, connecteurs et onduleurs doivent

être utilisés dans des environnement conformes à leur domaine d'emploi. Les onduleurs doivent être situés dans des espaces bien ventilés.

Les ombrières doivent inclure des dispositifs de récupération des eaux de pluie et leur structure doit être conforme à l'Eurocode 1 P1-4.

Protection de découplage externe

Lorsqu'elle est nécessaire (Cf. 3, lorsque la somme des puissances PV installées pour le point de livraison dépasse 250 kVA), elle nécessite l'installation :

- de systèmes de mesure de tension au point de livraison,
- de relais électrotechniques au niveau des onduleurs,
- d'un réseau de communication pour le transfert des ordres depuis le point de livraison vers les onduleurs, au moins sur les grands sites.

Principe de non-réinjection sur le réseau public

Le programme doit explicitement préciser l'interdiction de réinjection du surplus de production sur le réseau public.

Les contraintes identifiées en phase amont (Cf. partie 3) se traduisent dans le programme par des exigences de pilotage et écrêtage, le cas échéant à l'échelle du site. Les systèmes de pilotage installés doivent être ouverts et évolutifs afin de pouvoir intégrer d'autres centrales PV.

Précautions liées au risque incendie

Une centrale photovoltaïque est sous tension, et présente donc un potentiel risque électrique, dès qu'elle est ensoleillée, et ce même quand elle n'est pas en train de produire de l'électricité.

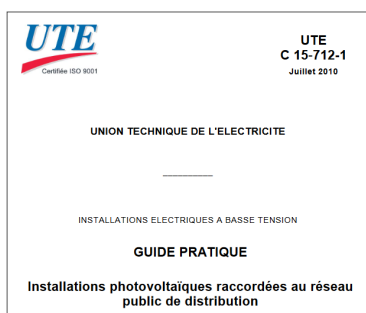
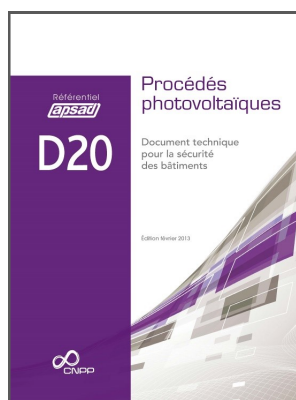
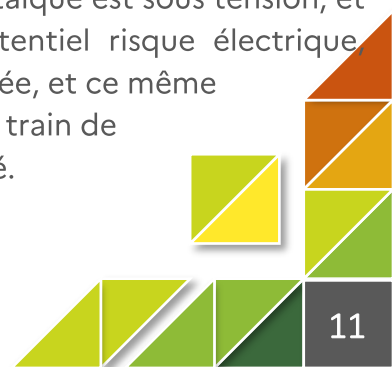


Figure 7 : Guides UTE C15-712-1 et APSAD R20



Pour permettre **l'intervention des services de secours en cas d'incendie**, certaines préconisations techniques portant sur le type et l'emplacement des dispositifs de protections électriques doivent être respectées. Ces préconisations sont données dans le paragraphe 12.4 « **Coupure pour intervention des services de secours** » du guide UTE C15-712-1 et ne sont pas reprises dans le détail ici.

Le strict respect des préconisations données dans ce guide doit donc être exigé dans les documents de consultation d'une opération portant sur un bâtiment pour lequel une intervention des services de secours au niveau de la centrale PV sera indispensable en cas d'incendie.

Ces préconisations techniques doivent obligatoirement être respectée dans le cas d'un ERP.

Il convient également de se rapprocher du SDIS du département pour recueillir les recommandations / préconisations des doctrines locales. En effet, certains SDIS disposent d'une doctrine départementale pour l'installation de panneaux PV (notamment SDIS 13 : <https://pompiers13.org/nous-connaître/nous-connaître-etablissement/amenagement-projets-ppv/>).

Impact sur les groupes de secours

Une centrale photovoltaïque peut, sur le principe, augmenter la durée d'autonomie des groupes électrogènes de secours puisqu'elle apporte au réseau une production électrique additionnelle. Mais dans les faits, **la mise en place de cette production électrique additionnelle peut perturber le fonctionnement de la centrale de secours et n'est donc pas sans risque.**

Si le ratio (puissance photovoltaïque raccordée / puissance des groupes de secours) est supérieur ou égal à 20% sur un réseau électrique secouru, il est donc fortement recommandé :

- de faire réaliser en phase avant-projet une étude spécifique afin de vérifier que la centrale photovoltaïque ne perturbe pas le plan de protection et le plan de tension du

réseau,

- de prévoir un système de pilotage de la production photovoltaïque afin de garantir une non dégradation du fonctionnement des groupes de secours.

A défaut, il conviendra de demander dans les documents de consultation que des **organes électrotechniques (type sectionneur par ex.) soient prévus pour découpler la ou les centrales photovoltaïques du réseau électrique** lorsque celui-ci fonctionne en mode secouru.

Les contraintes de cyber-sécurité

La plupart des onduleurs disponibles commercialement intègrent une fonction monitoring à distance, qui permet d'envoyer au fournisseur ou à des plateformes dédiées des données via internet afin de surveiller à distance l'état de la centrale. Il convient de demander à ce que **cette fonction de monitoring à distance soit désactivée dans tous les onduleurs installés au sein des emprises MinArm.**

Par ailleurs tous les équipements contrôlables et raccordés au réseau électrique (onduleur, éventuel système de pilotage de la production, automates programmables) devront faire l'objet d'une évaluation par le bureau SSI du SID-R concerné, qui pourra conduire à demande d'**homologation SSI.**

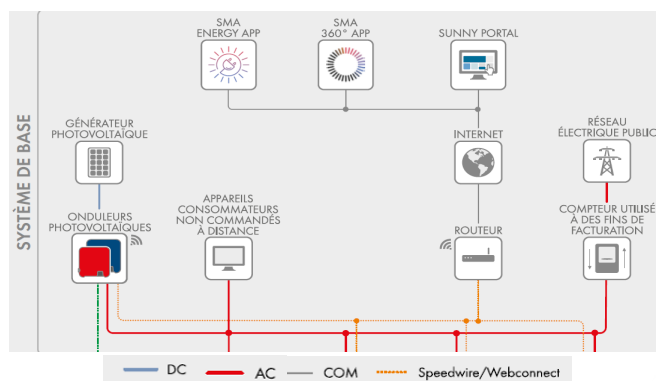


Figure 8 : Système de base proposé par un grand fabricant européen d'onduleur (SMA) avec connexion internet pour le suivi à distance



Instructions liées aux servitudes aéronautiques ou radioélectriques

Si l'opération doit faire l'objet d'une instruction DIRCAM (voir p.9), il sera demandé dans le programme la rédaction de la demande d'instruction via le formulaire CERFA N°16017*02 au stade APS.

La demande est à envoyer par courrier électronique, à une adresse donnée dans le CERFA et qui dépend de la zone géographique concernée.

La demande devra inclure :

- une description du projet ;
- le CERFA de demande d'élévation d'obstacle (16017*02), dûment complété en conservant le format modifiable.
- une cartographie IGN au 1/25000^{ème} de préférence, sinon au minima 1/50000^{ème} ;
- un plan d'élévation de(s) l'obstacle(s).
- Dans le cas où le projet est à moins de 2 km d'un aéroport, une étude de non éblouissement.

Si l'opération doit faire l'objet d'une instruction DIRISI (voir p.9), une saisine de la DIRISI locale concernée doit être faite, au stade APS, via l'adresse fonctionnelle correspondante :

- dirisi-toulon.gest-frequences.fct@intradef.gouv.fr
- dirisi-rennes.gest-frequences.fct@intradef.gouv.fr
- dirisi-lyon.gest-frequences.fct@intradef.gouv.fr
- dirisi-bordeaux.divops-csic-freq.fct@intradef.gouv.fr
- dirisi-idf-8rtrs.gest-frequences.fct@intradef.gouv.fr
- dirisi-brest.corsic.fct@intradef.gouv.fr
- dirisi-metz-architectures.trai.fct@intradef.gouv.fr

Attestations à prévoir

Pour toute installation photovoltaïque, **une attestation de conformité électrique visée par Consuel** sera nécessaire et devra être jointe à la demande de raccordement. Pour les installations sans stockage (batterie ou autre) le formulaire demandé est l'attestation Bleue (CERFA n° 15523*01), pour celle avec stockage il s'agit de l'attestation Violette (CERFA n°15524*01).

 N° 15523*01 Formulaire obligatoire CODE DE L'ÉNERGIE articles D342-18 à 21	ATTESTATION DE CONFORMITÉ Installation de production sans dispositif de stockage de l'énergie électrique	
	Formulaire émis le : 18/12/2023 A envoyer au CONSUEL avant le : 18/12/2024	
	N° Client : 136335 N° SIRET : 05680065901252	N° AC : 60523000210654 Fact. : SE23FS004514
	★	

Il est recommandé de demander dans le CCTP ou le programme la production de ces attestations.

Pour les installations PV sur des bâtiments à réglementation particulières (ICPE, ERP, ERT) et/ou sur des sites avec des puissances de raccordement supérieures à 250kVA, un **rapport de contrôle d'un organisme d'inspection** devra être joint au dossier et des règles spécifiques selon le type de réglementation devront être respectées (la norme NF C 13-100 par exemple pour la HTA).

Prise en compte des contraintes de suivi de la performance

Une fois la centrale photovoltaïque installée et mise en service, **sa production doit être suivie de façon régulière pendant toute sa durée de vie** afin de veiller à son bon fonctionnement et de tirer tous les bénéfices de cet investissement.

Comme indiqué précédemment, un suivi à distance via internet ne sera pas autorisé, pour des raisons de cybersécurité. **Une procédure et des équipements de suivi de la production adaptés aux contraintes MinArm devront donc être prévus dès la conception.**

La procédure à privilégier sera un suivi par l'Outil de Suivi des Fluides du SID, par l'intermédiaire d'un compteur télérelevable à placer en sortie onduleur et raccordé soit à la GTC de l'emprise si elle en a une, soit directement au réseau de télérelève ministériel. Si besoin, la conduite d'opération est invitée à se rapprocher de la Section Maîtrise de l'Énergie du SID-R concerné pour connaître les prescriptions techniques nécessaires pour permettre ce suivi.



Prise en compte des contraintes d'entretien et de maintenance

Une installation photovoltaïque doit faire l'objet d'entretien maintenance environ une fois par an.

Les préconisations minimales suivantes doivent être incluses aux documents de consultation afin de s'assurer que les futures opérations d'entretien/maintenance pourront être réalisées dans de bonnes conditions :

- La toiture devra être **sécurisée et accessible** par l'intérieur du bâtiment ou par une échelle type échelle à crinoline.
- Les modules devront être installés avec une **inclinaison de 3° minimum**, ou à plat mais sur une toiture elle même inclinée de 3° minimum, afin de permettre les écoulements des eaux pluviales.
- Les préconisations d'accessibilité données au paragraphe 2.5.1 du référentiel APSAD D20 devront être respectées : des **cheminements d'au moins 90cm de large**, situés sur des structures porteuses afin de permettre le déplacement des personnes, doivent être laissés autour de chaque champ photovoltaïque, autour de chaque installation technique du toit et pour accéder aux installations techniques.
- La taille maximale d'un champ photovoltaïque est de 30m, dans toutes les directions.

Composition du Dossier Ouvrages Exécutés

Les documents de consultation (Programme ou CCTP) doivent enfin préciser le contenu attendu du Dossier des Ouvrages Exécutés de chaque installation photovoltaïque :

- Le **dossier technique**, qui comprend a minima le procès-verbal de réception, un schéma unifilaire de l'installation, la nomenclature des organes installées, un plan d'implantation des différents composants, les fiches techniques de chaque composant ainsi qu'une description de la procédure d'intervention et des consignes de sécurité.
- Des **copies des attestations de conformité**.
- Des **fiches de manœuvre électrique**, indiquant comment couper les centrales et les relancer après arrêt.
- Les **plans de calepinage** des panneaux photovoltaïques.
- Le compte rendu des **essais de mise en service avant réception**.
- Le **Procès-Verbal de réception**.
- Les documents **d'assurance et de garanties**.
- Les préconisations pour la **maintenance**.
- Un guide d'utilisation pour **l'exploitation**.



Quand une nouvelle centrale PV est installée sur une emprise, pensez à :

- la déclarer dans GTP
- En informer le CRPE pour que les indicateurs et ratios de l'observatoire soient maintenus à jour !



Figure 9 : Panneaux photovoltaïques couche mince (4kg/m²) en toiture d'un bâtiment hébergement au quartier CBA Reyniès à Varcès (38)

5 Le raccordement, la mise en service et l'entretien-maintenance

Procédure d'autorisation de raccordement

Cette procédure est généralement menée par la maîtrise d'œuvre externe ou par la Section Maîtrise de l'Énergie du SID-R concerné, interlocutrice privilégiée du GRD en région, mais **une implication forte de la conduite d'opération** est indispensable car des informations précises sur les caractéristiques techniques de l'installation sont requises.

Toutes les demandes de raccordement anticipées ou définitives sont à effectuer sur le site :

<https://www.raccordement-entreprise-enedis.fr/>

Les différents étapes de cette procédure sont décrites dans les figures ci-dessous.

Certaines informations concernant le poste de transformation auquel l'installation est raccordée sont demandées dans le questionnaire de demande de raccordement. Il s'agit du premier poste de transformation après le point de raccordement de l'installation au réseau électrique de l'emprise, même si ce poste de transformation est interne à l'emprise.

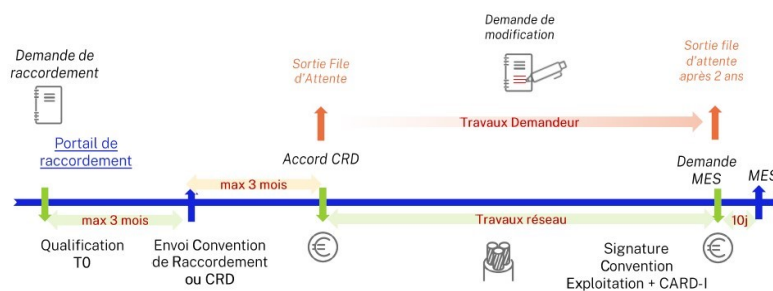
Si toutes les informations demandées sur le questionnaire ne sont pas connues, il convient de transmettre au gestionnaire de réseau à minima :

- Une photo de la plaque signalétique du transformateur,
- Le schéma unifilaire du poste : représentation du poste HTA client avec les cellules d'arrivées et les cellules de protection,
- La certification « installateur agréé » de l'entreprise qui a posé les panneaux solaires pour une puissance inférieure à 250 kVA.

Raccordement d'EnR en C4 (36 – 250 kVA) : les étapes

Source: ENEDIS

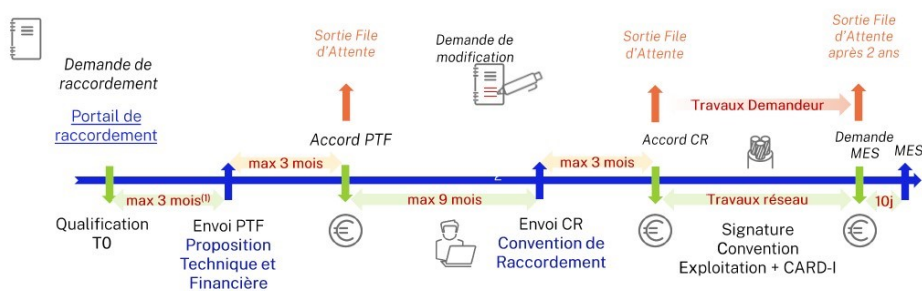
Référence à la DTR- Enedis- PRO-RES 67E



Raccordement HTA : les étapes

Source: ENEDIS

Référence à la DTR- Enedis- PRO-RES 67E





Vérifications à la réception de l'installation

➤ Operations Préalables à la Réception

A la réception de l'installation de la centrale photovoltaïque, il est recommandé de faire réaliser **des essais de mise sous tension avant mise en service** afin de vérifier la conformité :

- des puissances atteintes, coté Continu et coté Alternatif,
- des courants et des tensions de chaque branche de modules photovoltaïques.

Il est de plus recommandé de faire **vérifier quelques points techniques qui sont à l'origine de la plupart des non conformités** constatées lors des audits effectuées par des organismes de contrôle :

- Les câbles sont attachés et cheminent dans un conduit adapté pour éviter une détérioration mécanique,
- Les masses électriques de tous les modules sont interconnectées et reliées à la Terre,
- Le câblage des modules est fait de sorte à minimiser les boucles d'induction (voir figure 8),
- L'étiquetage est conforme aux préconisations du guide UTE C15-712 paragraphe 15.2.

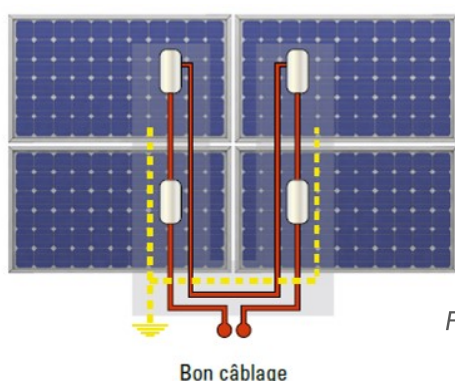
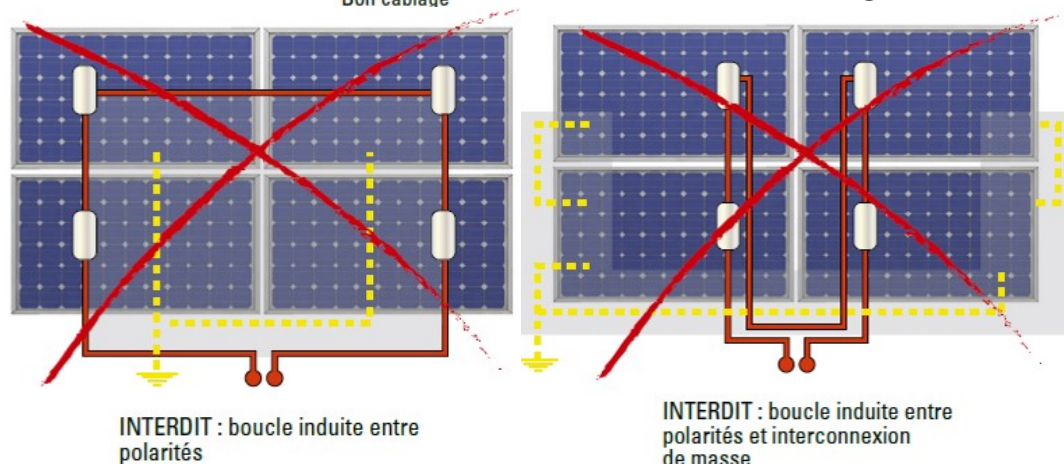


Figure 10 : Illustration des boucles induites en cas de mauvais câblage (Source : Guide PACTE)



➤ Vérifications de conformité aux processus SID

A la mise en service de toute nouvelle centrale photovoltaïque, les gestionnaires du patrimoine de l'SID-R ou USID concerné sont amenés à vérifier que :

- **L'installation photovoltaïque est déclarée sur GTP.**
- **Le raccordement à l'OSF pour le suivi de la production électrique est effectif.**
- Les informations relatives à l'installation ont bien été prises en compte dans l'Observatoire de l' Autoconsommation Solaire du CRPE.

Entretien maintenance

Une centrale photovoltaïque doit en principe faire l'objet d'une visite annuelle d'entretien. Si cette mission n'est pas déjà intégrée à un marché, il revient à l'USID concernée de choisir le support contractuel le plus adapté pour la faire réaliser : ajout à un contrat en vigueur, marché dédié, ...

La **visite d'entretien** doit comporter notamment : un contrôle visuel, le nettoyage des modules, la vérification du bon fonctionnement des composants électriques et le contrôle des connecteurs et des points de fixation.



6 Exploiter le gisement solaire du patrimoine existant : la feuille de route ministérielle

Les obligations de solarisation des parcs de stationnement et des bâtiments **existants** introduites par la loi APER risquent d'impacter très fortement le ministère des Armées.

Un groupe de travail ministériel, piloté par la DTIE et auquel participe le SID, la DAF, la DAJ et l'EMA, a été mis en place avec pour mission d'établir une stratégie pour la solarisation du patrimoine existant.

Les enjeux à adresser sont d'ordre technique et financier.

Du point de vue économique, les premières réalisations et les études de faisabilité faites au SID et les installations sont typiquement **rentabilisées en 10 ans** et présentent donc un coût global négatif. Un déploiement massif de centrales photovoltaïques sur les emprises représente ainsi **une opportunité sur le plan de l'autonomie énergétique et sur le plan économique**.

Cependant, l'investissement initial à consentir est extrêmement élevé à l'échelle du patrimoine des armées.

L'objectif est donc d'identifier des **montages contractuels** permettant de lisser ces dépenses dans le temps, ou de recourir à du tiers investissement.

Du point de vue technique, il est important de souligner que sur la plupart des sites, les obligations de solarisation ne seront pas compatibles avec la **contrainte de non réinjection** sur le réseau de distribution. Il s'agit donc de trouver des supports contractuels ou administratifs permettant de lever cette contrainte.

Ainsi, concernant la solarisation du patrimoine existant, la feuille de route sera établie à l'échelon national.

Le déploiement de cette feuille de route devrait s'organiser à partir de 2025, suivant un ordre de priorité qui sera défini au niveau central.

Les stratégies ministérielles du développement durable Le pilier environnemental



Illustration issue de la Stratégie Défense durable (2024-2030) du Ministère des Armées

7 Les installations déjà en service au MinArm : état des lieux

Un retour d'expérience SID déjà significatif

Le nombre et la diversité des installations photovoltaïques déjà en service au ministère des Armées constitue d'ores et déjà un retour d'expérience important sur lequel le SID peut s'appuyer pour ses futures opérations.

Dans son Observatoire ministériel de l'autoconsommation solaire, en date de l'émission de ce guide le CRPE a ainsi recensé :

- 45 centrales photovoltaïques en service sur les emprises MinArm.



- Site : Caserne IENA (Carcassonne)
- Mise en service : 2022
- Type : Toiture inclinée
- Surface : 600m²
- Production : 172 MWh/an
- Technologie : modules PV Si standards
- Typologie marché : Maitrise d'œuvre interne
- Conduite: USID Carcassonne
- Montage : Autoconso. collective avec Laperrine



- Site : Caserne Coiffe (St Maixent)
- Mise en service : 2022
- Type : Ombrière
- Surface : 2516m²
- Production : 630 MWh/an
- Technologie : modules PV Si standards
- Typologie marché : Maitrise d'œuvre interne
- Conduite: PMO Bordeaux
- Montage : Autoconsommation totale



- Site : Caserne Bobillot et Langlade (La Valbonne)
- Mise en service : 2023
- Type : Toiture terrasse
- Surface : 270m²
- Production : 65 MWh/an & 303MWth/an
- Technologie : modules hybrides (thermique / PV)
- Typologie marché : Maitrise d'œuvre interne
- Conduite: USID Lyon
- Montage : Autoconsommation totale



- Site : Quartier Guillaume (Gap)
- Mise en service : 2023
- Type : Sol
- Surface : 850m²
- Production : 100 MWh/an
- Technologie : modules PV Si standards
- Typologie marché : Marché global
- Conduite : PCO Lyon / CRPE
- Montage : Autoconsommation totale



Pour aller plus loin

Ressources internes SID :

- Notes CRPE (https://gpsng.intradef.gouv.fr/sites/CR_PE/Diffusions/09_ENR/02_CR-%26-APER) :
 - Exigences réglementaires de solarisation et/ou végétalisation des toitures et parcs de stationnement neufs ou rénovés lourdement (12/2024).
 - Exigences réglementaires de solarisation / végétalisation des toitures de bâtiments neufs, étendus ou lourdement rénovés : grille d'auto-évaluation de l'éligibilité à des dispositions dérogatoires (12/2024).
 - Exigences réglementaires de solarisation / végétalisation des parcs de stationnement neufs ou lourdement rénovés : grille d'auto-évaluation de l'éligibilité à des dispositions dérogatoires (12/2024).
- Accord Cadre CNPID (DAF_2020_002388) : Prestation d'AMO portant sur des études de faisabilité pour le déploiement d'ombrières photovoltaïques. Date de fin du marché : 07/2025.

Lois et circulaires :

- Article L.171-4 du code de la construction et de l'habitat (CCH).
- Article L.171-5 du code de la construction et de l'habitat (CCH).
- Article L.111-19-1 du Code de l'urbanisme (CU).
- Article 40 de la Loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables (APER)
- Circulaire PM 6425/SG - Engagements pour la transformation écologique de l'Etat

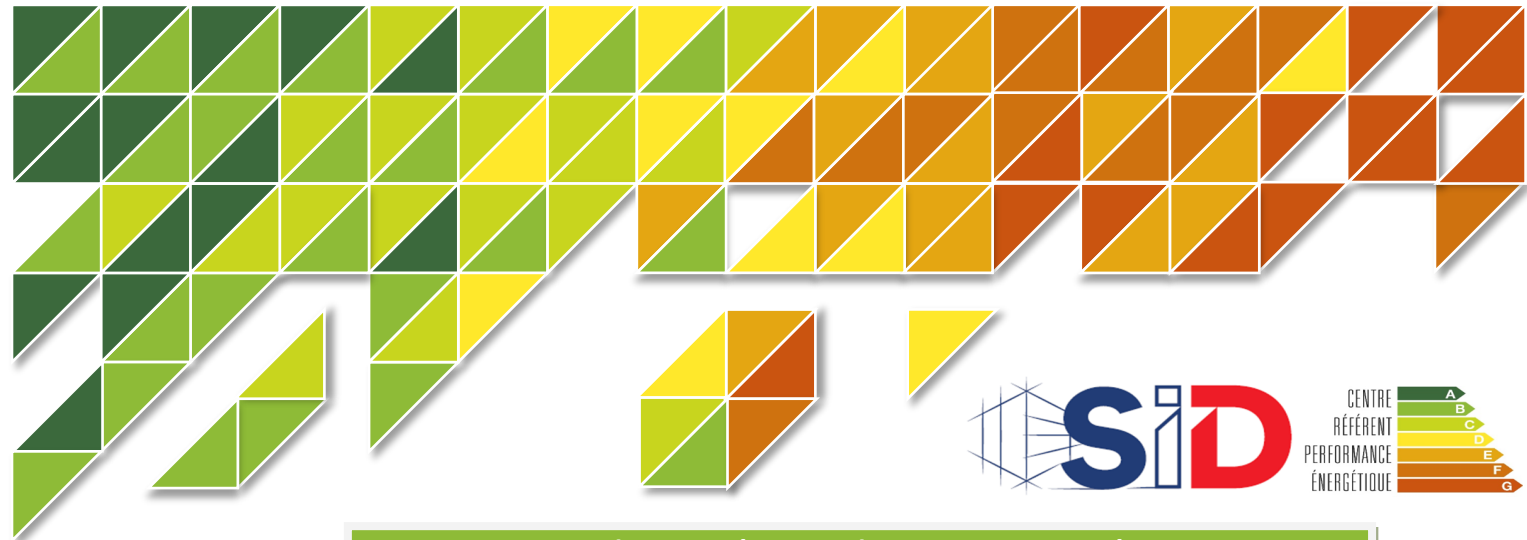
Décrets et Arrêtés :

- Décret n°2023-1208 du 18/12/2023 portant application de l'article L. 171-4 du code de la construction et de l'habitation et de l'article L. 111-19-1 du code de l'urbanisme.
- Arrêté du 19/12/2023 portant application de l'article L. 171-4 du code de la construction et de l'habitation
- Arrêté du 05/03/2024 portant application du décret n° 2023-1208 du 18 décembre 2023 portant application de l'article L. 171-4 du code de la construction et de l'habitation et de l'article L. 111-19-1 du code de l'urbanisme régissant les parcs de stationnement.
- Arrêté du 5/02/2020 pris en application du point V de l'article L. 171-4 du code de la construction et de l'habitation.
- Décret n°2024-1023 du 13 novembre 2024 portant

application de l'article 40 de la loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables.

Rapports et guides :

- Guide UTE C15-712-1: Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution (Juillet 2013).
- APSAD D20: Procédés photovoltaïques : document technique pour la sécurité des bâtiments (Février 2013).
- DGAC: Dispositions relatives aux avis de la DGAC sur les projets d'installation de panneaux photovoltaïques dans l'emprise et dans l'environnement proche des aéroports—Note d'information technique V6 (05/2024)
- Site internet www.photovoltaique.info
- MinTE: Guide pour la mise en œuvre de la réglementation relative à l'installation de dispositifs de gestion des eaux pluviales et d'ombrage sur les parcs de stationnement (2024)
- PACTE: Installation photovoltaïques en autoconsommation (Juin 2019).
- PACTE: Guide pour la mise en œuvre de modules photovoltaïques en surimposition sur couverture en petits éléments (Janvier 2020)
- ADEME: Guide de recommandations à destination des porteurs de projet photovoltaïque Implantation sur bâtiments (Septembre 2019)
- ADEME: Guide pour la réalisation de projets photovoltaïques en autoconsommation dans les secteurs tertiaire industriel et agricole (Juillet 2017)
- CSTB: Guide pour installer des systèmes photovoltaïques à l'attention des aménageurs, maîtres d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises (Janvier 2024)
- HESPUL: Guide exploitation des installations photovoltaïques gestion technique de l'ordinaire et de l'extra ordinaire (Juin 2017)
- OPPBTP: Pose de panneaux Photovoltaïques préparation d'un chantier (Avril 2011)
- AGILE: Mise en œuvre d'un projet photovoltaïque
- AQC (MOOC) : Solaire Photovoltaïque – MOOC risque et bons réflexes
- Qualit'EnR (Site internet): installation de générateurs photovoltaïques: quelles sont les bonnes pratiques ?
- NF EN IEC 61724-1 (2021) : Performances des systèmes photovoltaïques - surveillance



Le CRPE en appui de vos opérations de construction et rénovation :

- Assistance technique et conseil
- AMO (programme, commission technique, ...)
- Clausiers , check list des dérogations, récapitulatif des obligations
- Analyse des demandes de dérogation

Contact : sid-epn-crpe.contact.fct@intradef.gouv.fr

Rédaction :

ICT Mathieu BERVAS

Rellecteurs / Contributeurs:

IG2MI Jacques MASSOT

CTD Bénédicte ABEL-BATI

IPMI Alexis GARNIER

ICDD Philippe LACAZE

ICD Bruno RAYNAUD

ICD Alexandre SERVOIS

ASC Stéphane ROBY

TSEF Fabienne VIENNOT

ADC Bruno MATHIEU

App Aymeric CABOT

Validation:

CTD Delphine LABRY

*Document à usage interne du
ministère des Armées*

*La reproduction totale ou
partielle du document doit être
soumise à l'accord préalable du
SID.*

Les fiches produites par le CRPE :

1. Températures intérieures d'hiver des bâtiments du ministère de la Défense (2015)
2. Températures intérieures d'été des bâtiments du ministère de la Défense (maj 2023)
3. La thermographie appliquée au bâtiment (2016)
4. Certificats d'économie d'énergie (2016)
5. Mettre en place un système de management de l'énergie ISO 50001 (2017)
6. Mettre en œuvre un marché d'exploitation-maintenance des installations CVC (2017)
7. Raccorder une emprise du ministère à un Réseau de Chaleur Urbain (mise à jour 2022)
8. Sobriété énergétique : accompagner le changement des usages des occupants (2018)
9. Intégrer la performance énergétique dans l'exploitation-maintenance (2018)
10. Les Contrats de Performance Énergétique (CPE) (2018)
11. Observatoire ministériel des Réseaux de Chaleur Urbains (RCU) - édition 2020
12. Le Rétro-commissionnement (2021)
13. CRPE : Un bilan à 5 ans (2021)
14. Stratégies de comptage et mesurage (2022)
15. Observatoire ministériel des Réseaux de Chaleur Urbains (RCU) - édition 2021
16. Mettre en œuvre un système de management de l'énergie selon la norme ISO 50 001 (2022)
17. Observatoire ministériel des Réseaux de Chaleur Urbains (RCU) - édition 2022
18. Observatoire ministériel des Réseaux de Chaleur Urbains (RCU) - édition 2023

Les fiches du CRPE sont disponibles sur :

https://gpsng.intradef.gouv.fr/sites/CR_PE/Diffusions/03_COMMUNICATIONS/01_Guide-CRPE

