



Protection contre les surtensions des Installations Photovoltaïques domestiques

1. Introduction

Le domaine des installations de production photovoltaïques (IPPV) raccordées au réseau basse tension a connu une progression exponentielle à partir des années 2000. Comme toute installation électrique, les appareillages constituant une installation PV (onduleurs et panneaux PV) peuvent être soumis à des agressions électriques destructrices : les surtensions transitoires générées par la foudre.

La prise en compte du risque « surtension foudre » est renforcée par la spécificité des installations PV : appareillages sensibles, exposition élevée due aux longueurs de déploiement, coût des matériels, pertes d'exploitation élevées...

La particularité de l'installation PV est la nécessité de protéger le réseau basse tension continu (CC) en plus du réseau basse tension alternatif (CA) : donc deux différents modèles de parafoudres seront utilisés.

2. Normes et réglementation « protection contre les surtensions » pour les installations PV

Les guides et normes dédiés aux installations de production PV raccordées au réseau et à leur protection contre les surtensions :

- Guide d'installation PV raccordé réseau CA : UTE C15-712-1
- Norme d'essai parafoudre pour réseau PV : NF EN 61643-31
- Guide sélection et installation parafoudres pour installation PV : IEC61643-32

Cet ensemble de documents permet de traiter efficacement le risque « surtensions » dans les installations PV.

Guide UTE C15-712-1

Ce guide décrit l'ensemble des conditions d'installation des sites intégrant des équipements de production PV reliés au réseau BT, dont la protection contre les surtensions transitoires.

Quelques notions abordées :

➤ **Obligation de mise en œuvre de parafoudres :**

Du côté CA, les règles sont identiques à tout réseau BT. En revanche, côté CC, l'obligation de mise en œuvre dépend du type d'installation PV, du niveau de foudroiement local, de la longueur de déploiement des chaînes et de la présence ou non de paratonnerre.

➤ **Obligation d'usage de parafoudres conformes :**

- à la norme NF EN 61643-11 pour le côté CA
- à la norme NF EN 61643-31 pour le côté CC

➤ **Sélection et installation des parafoudres CA et CC**

Le guide indique les valeurs des parafoudres (paramètres Ucpv, In, Up....) et les prescriptions d'installation.

Norme IEC61643-32

Ce document complète le guide d'installation général en détaillant la sélection et l'installation des parafoudres.

Norme NF EN 61643-31 :

Test pour Parafoudre pour côté CC de l'onduleur PV.

Les caractéristiques fonctionnelles du circuit CC entre les modules PV et l'onduleur sont différentes de celles d'un circuit CA et nécessitent donc des parafoudres adaptés. Les différences essentielles par rapport aux parafoudres CA sont :

- Tensions continues élevées (jusqu'à 1500 Vdc)
- Courant de court-circuit limité.

Ces 2 points majeurs imposent d'adapter les parafoudres afin qu'ils soient compatibles avec l'usage PV, notamment en cas de fin de vie.

Suivant cette norme, les parafoudres pour côté CC sont définis et testés suivants 3 critères essentiels :

- U_{cpv} : Tension maximale CC applicable au parafoudre en régime permanent (V)
- U_p : Niveau de protection (V) mesuré à I_n
- I_n : Courant nominal de décharge (kA)

3. Protection du réseau CA de l'installation PV

Des parafoudres seront obligatoires ou recommandés pour protéger le réseau AC sur lequel est raccordé l'onduleur PV.

3.1. Obligation et recommandation des Parafoudres côté CA

Les sections 4-443 et 7-771.443 de l'actuelle norme NF C15-100 (2020) définissent les situations déterminant l'utilisation obligatoire des parafoudres :

- L'installation est équipée de paratonnerre :
➔ **Parafoudre obligatoire**, à l'origine de l'installation: il doit être de Type 1 avec un courant I_{imp} de 12,5 kA minimum.
- L'installation est alimentée par un réseau Basse Tension aérien et la densité de foudroiement $N_g > 2,5$ (ou le niveau kéraunique local $N_k > 25$) :
➔ **Parafoudre obligatoire**, à l'origine de l'installation : il doit être de Type 2 avec un courant I_n de 5 kA minimum.
- L'indisponibilité de l'installation peut avoir des conséquences sur la sécurité des personnes* :
➔ **Parafoudre obligatoire** à l'origine de l'installation, si $N_g > 2,5$ ($N_k > 25$).
Si $N_g \leq 2,5$ ($N_k \leq 25$), il faut procéder à l'analyse de risque du guide UTE C15-443.
**exemple : médicalisation à domicile, alarme sociale, détection incendie...*

Cas des installations PV

Du fait de la susceptibilité des équipements PV, de leur coût ainsi que des pertes économiques engendrées en cas de défaillance, dans tous les cas la protection parafoudre est recommandée.

3.2. Sélection des Parafoudres Basse tension CA

Les principaux paramètres pour définir le parafoudre installé à l'origine de l'installation CA sont:

- Conformité à la norme "Parafoudre pour réseau Basse Tension CA" : **NF EN 61643-11**
- **Tension maximale de régime permanent (Uc):** Tension alternative permanente maximale acceptable par le parafoudre. Elle doit être supérieure à la tension de réseau.
 - pour un réseau 230 V monophasé → $U_c \geq 255 \text{ Vac}$
- **Courant nominal de décharge (In):** Courant impulsionnel de forme 8/20 μ s pouvant être écoulé 15 fois, sans altération, par le parafoudre lors de l'essai de fonctionnement.
 - Dans le TGBT, $I_n \geq 5 \text{ kA}$
- **Courant de choc (Iimp):** Courant impulsionnel de forme 10/350 μ s pouvant être écoulé, sans altération, par un parafoudre de Type 1.
 - Dans le TGBT, $I_{imp} \geq 12,5 \text{ kA}$
- **Niveau de protection (Up) :** Tension qui caractérise l'efficacité du parafoudre. Cette valeur correspond à la tension apparaissant aux bornes du parafoudre lors du passage du courant de décharge.
 - Pour un réseau 230 V monophasé → $U_p < 2,5 \text{ kV}$ (1,5 kV recommandé)

3.3. Installation des Parafoudres Basse tension CA

voir Fig. 1

- Le parafoudre doit être installé à l'origine de l'installation CA, dans le Tableau Général Basse Tension (TGBT)
- Si l'onduleur est éloigné du TGBT, connecté par plus de 10 m de conducteur, un parafoudre complémentaire, raccordé aux bornes de l'onduleur, est recommandé.
- Le raccordement des parafoudres au réseau d'alimentation doit respecter la règle des 50 cm (voir paragraphe 5)

4. Protection de l'accès au réseau CC de l'installation PV

Des parafoudres seront obligatoires ou recommandés pour protéger l'accès CC de l'onduleur ou des panneaux PV.

4.1. Obligation et recommandation des Parafoudres côté CC

Du fait de la susceptibilité des équipements PV, de leur coût ainsi que des pertes économiques engendrées en cas de défaillance, dans tous les cas la protection parafoudre est recommandée.

Le guide UTE C15-712 exige la mise en œuvre de parafoudre du côté CC des installations PV domestiques en fonction des critères suivants :

- Densité de foudroiement de la zone d'installation : paramètre Ng
- Longueur de conducteur déployé et cumulé entre l'onduleur et les panneaux PV : paramètre L (en m)

La règle étant : si $L \geq 115/Ng$ → **Parafoudre obligatoire du côté CC de l'onduleur**

exemple :

- Pour une installation PV en Ile de France ($N_g = 1$ approx) : Parafoudre obligatoire si longueur $L \geq 115$ m (peu probable en domestique)
- Pour une installation PV en PACA ($N_g = 4$ approx) : Parafoudre obligatoire si longueur $L \geq 28$ m (possible en domestique)

4.2. Sélection des Parafoudres pour côté CC de l'onduleur PV

Les principaux paramètres définis par la norme vont permettre à l'utilisateur du produit de déterminer les performances et l'utilisation du parafoudre installé à l'origine de l'installation :

- Conformité à la norme "Parafoudre pour réseau photovoltaïque CC " : **NF EN 61643-31** (anciennement NF EN 50539-11).
- **Tension maximale de régime permanent (U_{cpv})**: Tension CC permanente maximale acceptable par le parafoudre. Elle doit être 20% supérieure à la tension maximale PV (U_{ocstc})
exemple : Tension max PV = 1000 Vdc $\rightarrow U_{cpv} \geq 1200$ Vac
- **Courant nominal de décharge (I_n)**: Courant impulsionnel de forme 8/20 μ s pouvant être écoulé 15 fois, sans altération, par le parafoudre lors de l'essai de fonctionnement.
 $\rightarrow I_n \geq 5$ kA
- **Niveau de protection (U_p)** : Tension qui caractérise l'efficacité du parafoudre. Cette valeur correspond à la tension apparaissant aux bornes du parafoudre lors du passage du courant de décharge.
exemple :
 - Pour un réseau PV « 1000 Vdc » $\rightarrow U_p \leq 6$ kV
 - Pour un réseau PV « 600 Vdc » $\rightarrow U_p \leq 4$ kV

4.3. Installation des Parafoudres Basse tension CC (voir Fig. 1)

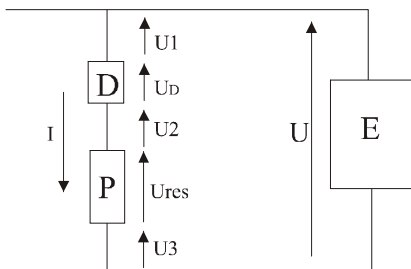
- Le parafoudre doit être installé à l'entrée CC de l'onduleur (généralement dans un coffret prévu à cet effet)
- Si les panneaux PV sont connectés par plus de 10 m de conducteur à l'onduleur, un parafoudre complémentaire est recommandé à leurs bornes.
- Le raccordement des parafoudres au réseau courant continu doit respecter la règle des 50 cm (voir paragraphe 5)

5. Raccordement des parafoudres aux réseaux CA et CC

La qualité de raccordement des parafoudres est primordiale pour garantir l'efficacité de la fonction protection.

Le parafoudre est connecté en parallèle sur les réseaux, entre les conducteurs actifs : Phase(s) et Neutre, (+), (-) et la barrette de masse (PE) du tableau ou coffret dans lequel il est installé.

La longueur de raccordement parallèle doit être la plus réduite possible : En fait, lors de l'écoulement du courant de décharge (I), l'ensemble de la branche parallèle sur laquelle est raccordé le parafoudre est sollicitée : la tension résiduelle (U) aux bornes du matériel à protéger sera égale à la somme de la tension résiduelle du parafoudre (U_{res}) + la chute de tension ($U_1+U_2+U_3$) dans les conducteurs de raccordement + la chute de tension (U_d) dans le dispositif de déconnexion associé (pour le parafoudre CA).



Afin de diminuer la tension (U) vue par l'équipement, il conviendra de réduire au minimum les longueurs des conducteurs de raccordement, la valeur totale conseillée étant 0,50 m maximum.

Protection surtension d'installation PV Installation domestique

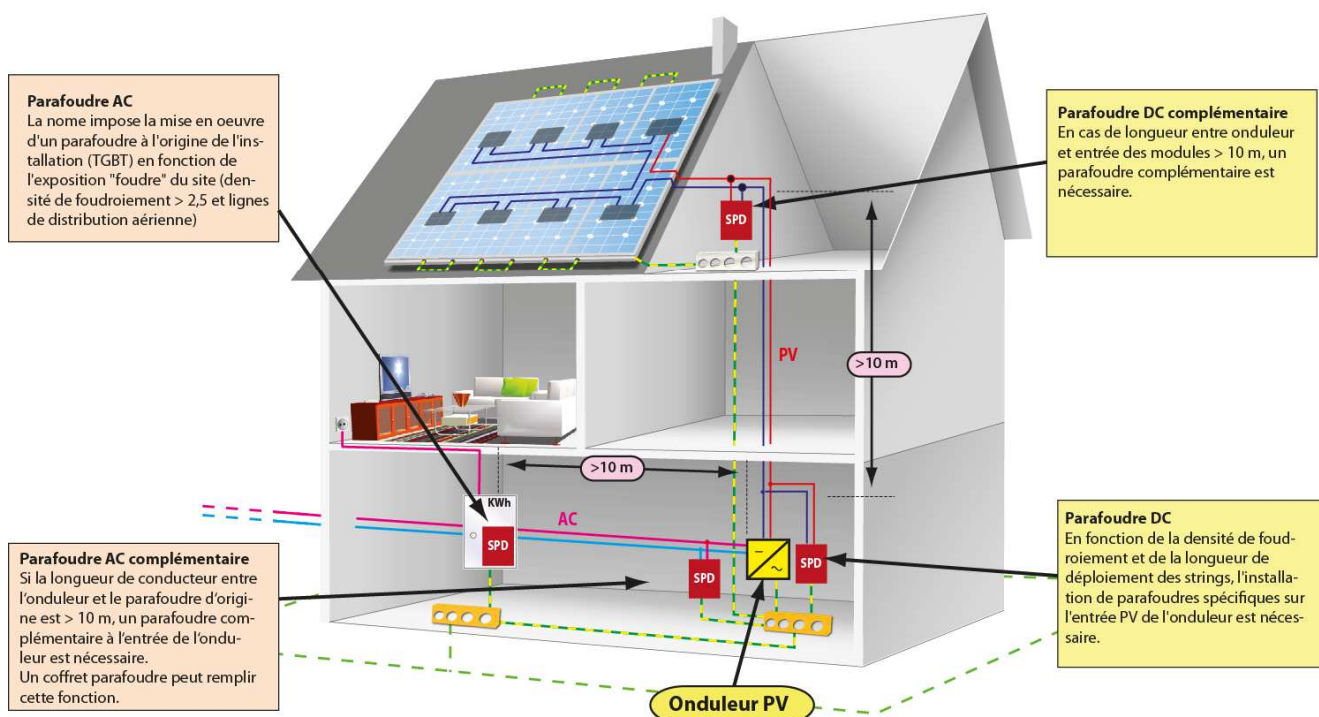


Figure 1

Fiche technique réalisée par C.Macanda / Citel 2CP avec l'approbation du bureau de l'Association Protection Foudre composé de : M.Koutmatzoff/Président APFoudre - D.Mignardot /Secrétaire Général APFoudre – A.Rousseau/ Président du Comité Scientifique et Technique APFoudre et SEFTIM – S.Schmitt / Météorologie – G.Serrie/Vice Président APFoudre –P.Warsmann /Trésorier APFoudre et Sté Alsacienne de Paratonnerres.