

---

# Référentiel technique des installations photovoltaïques avec Micro-onduleurs

---

**(Version Préliminaire)**

Mars 2024

## Table des matières

|                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I. INTRODUCTION .....</b>                                                                         | <b>2</b>  |
| <b>II. DEFINITIONS .....</b>                                                                         | <b>3</b>  |
| <b>III. Configuration type d'une installation à micro-onduleurs.....</b>                             | <b>4</b>  |
| 1. Schéma type d'une installation PV avec micro-onduleurs.....                                       | 4         |
| 2. Configuration possible d'une Installation PV avec un micro-onduleur .....                         | 5         |
| a. Branchement direct sur une prise de courant : .....                                               | 5         |
| b. Branchement à un coffret de protection AC : .....                                                 | 5         |
| <b>IV. Fixation et pose des Modules PV .....</b>                                                     | <b>6</b>  |
| 1. Inclinaison et orientation des modules photovoltaïques avec micro-onduleur .....                  | 6         |
| 2. Implantation des modules photovoltaïques : .....                                                  | 7         |
| 3. Fixation du micro-onduleur: .....                                                                 | 8         |
| <b>V. Caractéristiques des différents organes de l'installation :.....</b>                           | <b>8</b>  |
| <b>VI. Dimensionnement des micro-onduleurs.....</b>                                                  | <b>13</b> |
| 1. Compatibilité de la tension.....                                                                  | 13        |
| a. Tension maximale admissible à l'entrée du micro-onduleur .....                                    | 13        |
| b. Plage de tension MPP à l'entrée du micro-onduleur .....                                           | 13        |
| 2. Compatibilité en courant .....                                                                    | 14        |
| 3. Compatibilité en puissance : .....                                                                | 14        |
| <b>VII. Mise à la terre de l'installation .....</b>                                                  | <b>14</b> |
| 1. Partie courant continu .....                                                                      | 14        |
| 2. Partie courant alternatif .....                                                                   | 14        |
| 3. Synthèse des principales configurations de mise à la terre de l'installation <sup>3</sup> : ..... | 15        |
| <b>VIII. Etudes de cas : .....</b>                                                                   | <b>16</b> |
| 1. Premier cas : Un seul module PV connecté à un seul micro-onduleur. ....                           | 16        |
| 2. Deuxième cas : Deux modules PV connecté à un micro-onduleur. ....                                 | 21        |
| 3. Troisième cas : Deux modules PV connecté à deux micro-onduleurs. ....                             | 27        |

## I. INTRODUCTION

Ce document présente un guide technique et pratique définissant les exigences techniques minimales à prévoir lors de la conception et dimensionnement des installations photovoltaïques avec micro-onduleurs raccordées sur le réseau basse tension. Ces exigences ne constituent que des propositions basées sur des normes en vigueur ou des pratiques validées sur le terrain par les intervenants du métier.

Ce guide constitue un complément au Référentiel Technique des installations photovoltaïques raccordées au réseau électrique national BT :2018, les principaux ajouts proposés par rapport à ce référentiel concernent essentiellement la conception, le dimensionnement et l'installation des systèmes photovoltaïques avec des micro-onduleurs; ces types de convertisseurs sont compatibles avec la plupart des panneaux existants dans le marché, ils peuvent être installés sur différentes toitures, souvent derrière les panneaux solaires, ayant des orientations différentes.

Une installation PV avec micro-onduleurs offre une grande polyvalence, flexibilité et sécurité : Dans une installation avec des onduleurs de chaîne classiques, les panneaux photovoltaïques sont connectés en série. Les tensions s'additionnent pour atteindre une valeur très élevée (de 600 à 1500 Vdc) en fin de chaîne. Cette tension continue extrêmement élevée entraîne un risque en terme de sécurité ou d'arcs électriques pouvant aller jusqu'à provoquer un incendie dans le pire des scénarios. Avec les Micro-onduleurs, les panneaux sont connectés en parallèle, la tension DC ne dépasse pas 120 Vdc. Cette Très Basse Tension (TBT) est considérée comme « SAFE TO TOUCH » et évitera les risques de choc ou d'arc électrique, ou encore d'incendie.

Le présent document est destiné aux services techniques de la STEG, aux installateurs et/ou tout intervenant concerné. Il a été élaboré dans le cadre des travaux du groupe Adhoc composé par des représentants de :

- La Société Tunisienne d'Électricité et du Gaz (STEG),
- L'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie (ANME),
- La chambre syndicale du photovoltaïque (CSPV),
- La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

## II. DEFINITIONS

En complément des définitions du Référentiel Technique des installations photovoltaïques raccordées au réseau électrique national BT :2018, les définitions suivantes s'appliquent au présent référentiel :

### **Micro-onduleur**

Petit onduleur conçu pour être relié directement à un ou deux modules PV, Un micro-onduleur est normalement relié directement aux câbles de module installés en usine; il se fixe au bâti du module ou se monte à une position immédiatement adjacente à celle du module. Tous les micro-onduleurs fonctionnent en très basse tension ( $U_{dc} < 120$  V). En revanche, seuls ceux équipés d'un transformateur de sécurité ou d'un convertisseur de sécurité assurant une séparation galvanique entre le circuit d.c. et le circuit a.c. relèvent de la TBTS

### **Kit PV**

Ensemble de composants et matériels mis en œuvre dans l'installation PV.

### **Tension en circuit ouvert : $U_{ocSTC}$**

Tension en conditions d'essai normalisées, aux bornes d'un module PV ou d'une chaîne PV non chargés (ouvert) ou aux bornes, partie courant continu, de l'équipement de conversion PV.

### **Tension au point de puissance maximale : $U_{mppSTC}$**

Tension d'un module, d'une chaîne, d'un groupe, correspondant à la puissance maximale dans les conditions d'essai normalisées STC.

### **Tension maximale en circuit ouvert : $U_{ocMAX}$**

Tension maximale, aux bornes d'un module PV ou d'une chaîne PV non chargés (ouvert) ou aux bornes, partie courant continu, de l'équipement de conversion PV.

### **Courant à la puissance maximale : $I_{mppSTC}$**

Courant d'un module, correspondant à la puissance maximale dans les conditions d'essai normalisées STC.

### **Courant de court-circuit : $I_{scSTC}$**

Courant de court-circuit d'un module, d'une chaîne ou d'un générateur PV en conditions d'essai normalisées.

### **Maximum Power Point Tracking : MPPT**

Méthode de pilotage interne à un onduleur assurant la recherche du fonctionnement à puissance maximale.

### **Isolation ou séparation galvanique**

On parle d'isolation ou séparation galvanique entre deux circuits électriques ou électroniques directement voisins (souvent couplés), quand le courant ne peut circuler directement entre ces deux circuits.

### **IP2X ou IPXXB**

Protection des personnes contre l'accès aux Parties dangereuses (bornes) d'un appareil électrique à mains nues

### III. Configuration type d'une installation à micro-onduleurs

#### 1. Schéma type d'une installation PV avec micro-onduleurs

Une installation photovoltaïque raccordée au réseau avec micro-onduleurs est constituée sur le plan électrique en BT, des éléments principaux suivants :

- i. Modules solaire photovoltaïque
- ii. Structure de support des panneaux solaires photovoltaïques
- iii. Micro-Onduleurs
- iv. Coffret AC et dispositifs de protection
- v. Câbles AC

Le schéma unifilaire ci-dessous permet de récapituler l'ensemble des équipements d'une installation photovoltaïque avec micro-onduleurs.

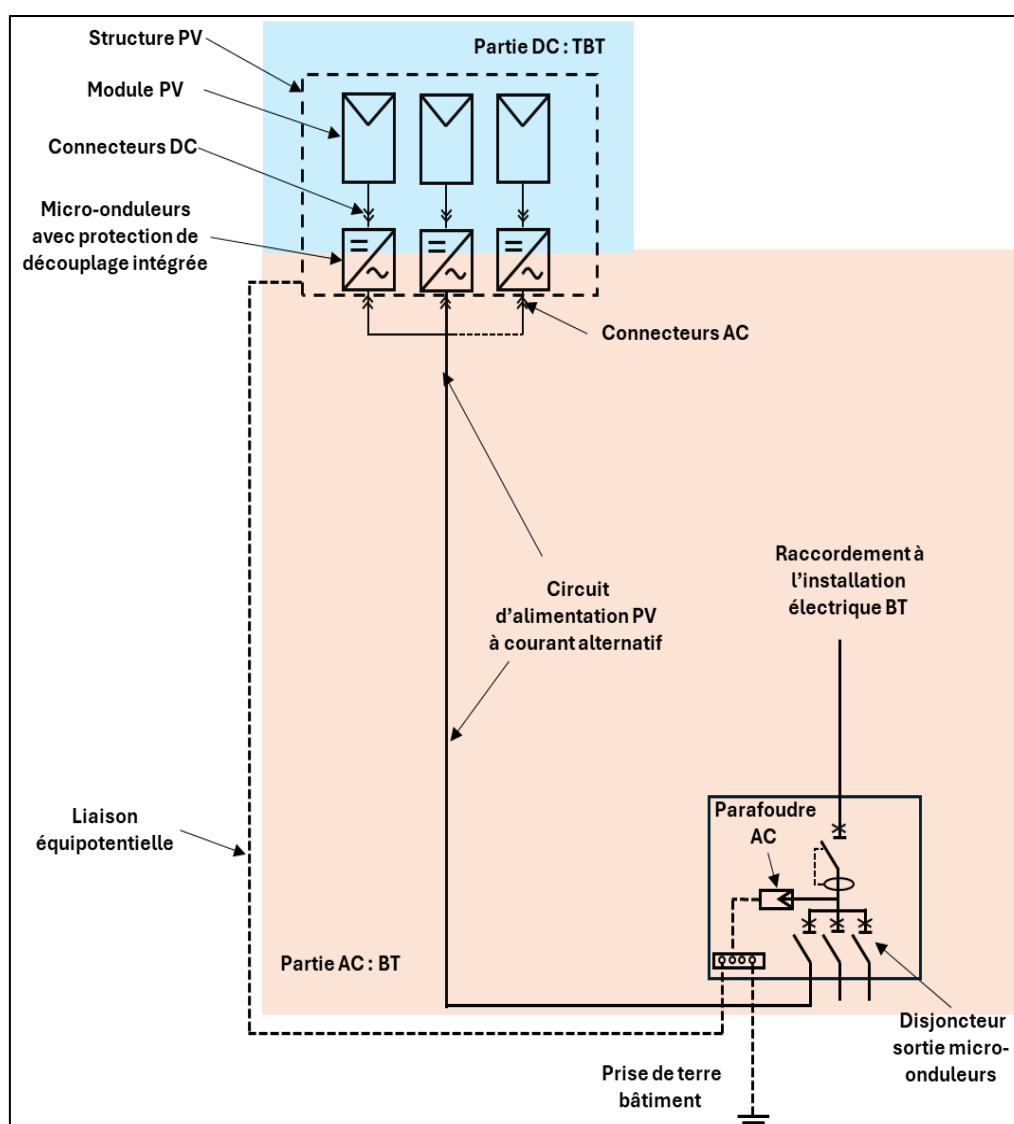


Figure1 : schéma type d'une installation PV à micro-onduleurs<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Guide complémentaire de conception des installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution-Janvier 2024

## 2. Configuration possible d'une Installation PV avec un micro-onduleur

Pour les kits photovoltaïques avec micro-onduleurs on peut distinguer deux cas de branchements :

- a) Branchement direct sur une prise de courant,
- b) Branchement à un coffret de protection AC.

L'architecture descriptive de ces différents cas de branchement, est présentée ci-après.

### a. Branchement direct sur une prise de courant :

Afin de raccorder le kit photovoltaïque en toute sécurité sur une prise de courant, il est nécessaire de respecter l'ensemble des règles suivantes :

- Le kit photovoltaïque doit être branché sur un réseau électrique avec un schéma de liaison à la terre de type TT uniquement.
- Le branchement doit se faire sur un socle de prise murale 230V AC 2P+T, de degré de protection IP44 minimum si celle-ci est soumise aux intempéries.
- La prise murale 230V AC doit être reliée à la terre principale de la maison.
- Le circuit électrique sur lequel la prise murale 230V 16A est reliée doit être protégé en amont dans le tableau électrique par un disjoncteur différentiel 30mA et un parafoudre AC.
- Le branchement sur une multiprise mobile est à exclure.

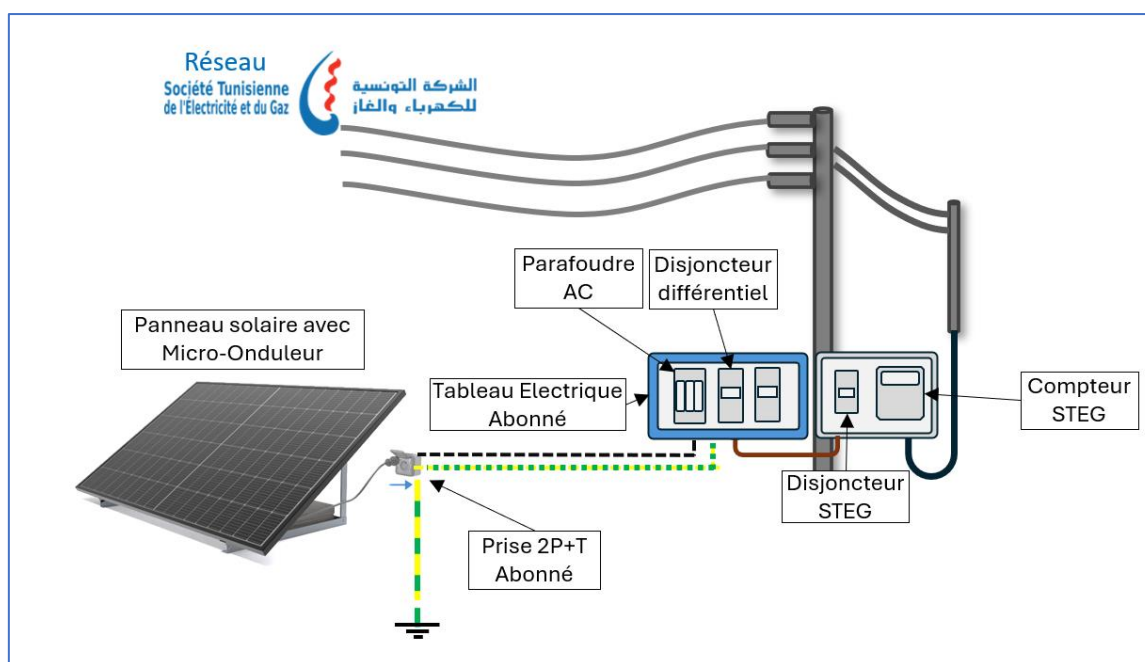


Figure 2 : schéma type d'un branchement direct sur une prise de courant

### b. Branchement à un coffret de protection AC :

Pour ce cas de branchement un coffret de protection contre les surintensités et les surtensions doivent être prévues dans la partie à courant alternatif (AC).

Le coffret de protection AC est généralement constitué de :

- Disjoncteur différentiel de 30mA;
- Parafoudre AC.

Dans le cas où la distance entre le micro-onduleur et le coffret AC dépasse la longueur du câble fourni avec le kit, une boîte de jonction est nécessaire.

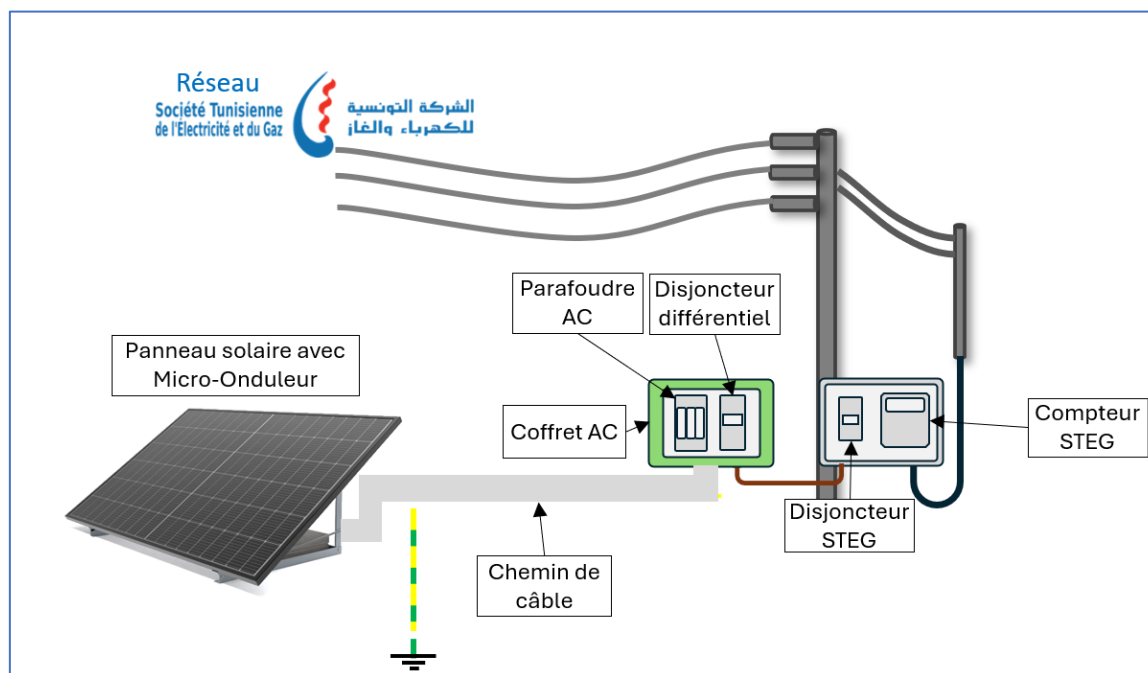


Figure 3 : schéma type d'unbranchement à un coffret de protection AC

#### IV. Fixation et pose des Modules PV

Le choix et la mise en place de la structure métallique porteuse des modules PV doivent :

- Tenir compte des dimensions et du poids des modules PV, de la vitesse du vent, de la neige et du sable ;
- Prendre en compte les normes de construction (génie civil, répartition du poids de l'installation et des dimensions des socles) ;
- Prévoir des espaces pour circulation permettant au personnel habilité d'accéder en toute sécurité aux installations (cas d'installations sur terrasses).

La fixation des modules solaires sur la structure porteuse est assurée soit via les trous prédéfinis par le fabricant dans le cadre des modules PV, soit via des éléments de fixation spécifiques (clames/pinces) ayant des dimensions conformes aux restrictions du fabricant des modules solaires.

Les modules solaires peuvent être posés soit en mode horizontal (paysage), soit en mode vertical (portrait).

##### 1. Inclinaison et orientation des modules photovoltaïques avec micro-onduleur

Pour assurer une production optimale de l'installation PV sur toute l'année et compte tenu de la position géographique de la Tunisie, il est recommandé d'orienter les modules photovoltaïques vers le plein Sud (Azimut 0°) et de les incliner par rapport à l'horizontale de 30°C.

Dans la pratique, et en cas de présence d'obstacles ou autres contraintes, l'orientation et l'inclinaison adoptée doivent être justifiées dans le dossier technique de l'installation.

| Inclinaison \ Orientation | 0°  | 30°  | 60° | 90° |
|---------------------------|-----|------|-----|-----|
| Est                       | 93% | 90%  | 78% | 55% |
| Sud-Est                   | 93% | 96%  | 88% | 66% |
| Sud                       | 93% | 100% | 91% | 68% |
| Sud-Ouest                 | 93% | 96%  | 88% | 66% |
| Ouest                     | 93% | 90%  | 78% | 55% |

Figure 4 : Effet de l'orientation et de l'inclinaison sur le productible

## 2. Implantation des modules photovoltaïques :

Le choix du mode de fixation dépend des caractéristiques du bâtiment de l'abonné (implantation sur toitures, à la façade ou de sol). Le kit photovoltaïque avec micro onduleur peut être installé indépendamment (procédé à ballast). Sinon il devra être fixé aux parties porteuses du bâtiment (par ancrage)

Au cours de la mise en œuvre des modules photovoltaïques, les cadres des modules en aluminium anodisés ne doivent pas être percés ou retravaillés sur site.

### Exemple de mode d'implantation

- **Sur toiture :**



Figure 5 : Mode d'implantation sur toiture

- **En façade :**



Figure 6 : Mode d'implantation en façade

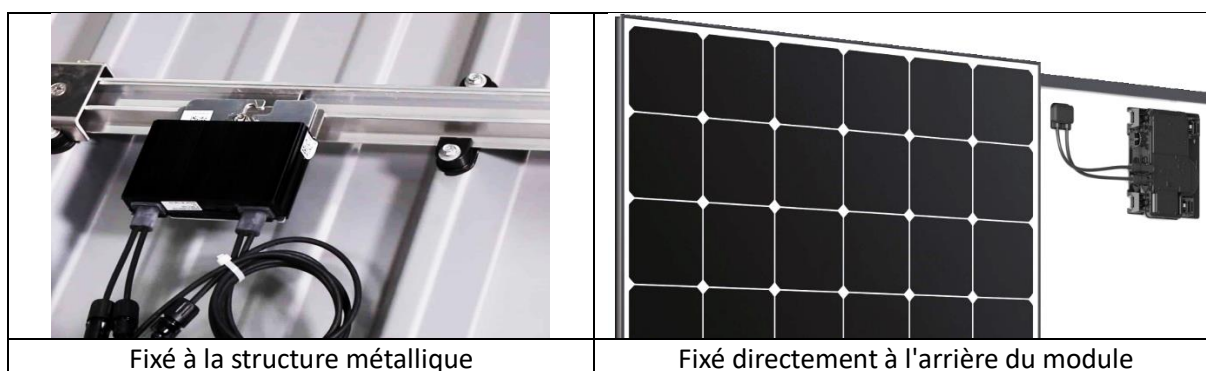
- **Au sol :**



Figure 7 : Mode d'implantation au sol

## 3. Fixation du micro-onduleur:

Le micro-onduleur sera soit fixé directement à l'arrière du module soit fixé à la structure métallique support des modules et doit être suffisamment protégé contre le ruissellement des eaux de pluie.

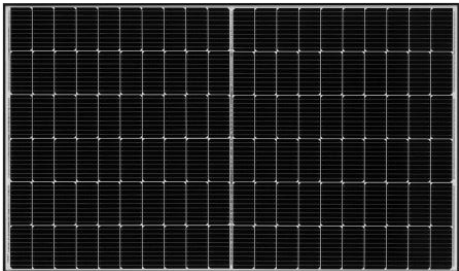


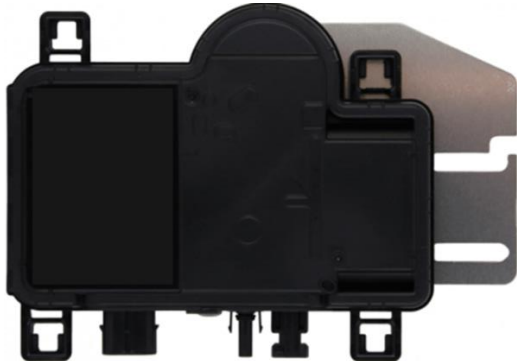
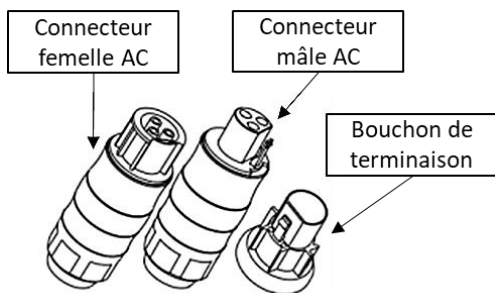
Fixé à la structure métallique

Fixé directement à l'arrière du module

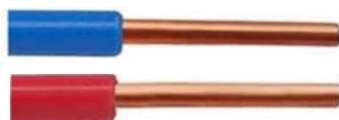
Figure 8 : exemples de fixation des micro-onduleurs

## V. Caractéristiques des différents organes de l'installation :

| N° | Module PV                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  |                                                                                                                                       | <b>Normes de référence :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CEI 61 730 : qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV)</li> <li>• CEI 61 215 : Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre- Qualification de la conception et homologation ; pour les modules cristallins</li> <li>• CEI61646 : Modules photovoltaïques (PV) en couches minces à usage terrestre- Qualification de la conception et homologation ; pour les modules couche mince</li> <li>• CEI 60 904-3 : Dispositifs photovoltaïques - Partie 3 : Principes de mesure des dispositifs solaires photovoltaïques (PV) à usage terrestre incluant les données de l'éclairement spectral de référence</li> <li>• EN 50 548 : Boîtes de connexion pour module photovoltaïque</li> </ul> |
|    | <b>Caractéristiques techniques:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_{OC}</math> (V)</li> <li>• <math>V_{MP}</math> (V)</li> <li>• <math>I_{MP}</math> (A)</li> <li>• <math>I_{SC}</math> (A)</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Conditions d'essais standard (Standard Test conditions) <ul style="list-style-type: none"><li>Irradiation : 1 000 W/m<sup>2</sup> :</li><li>Température de cellule : 25 °C ;</li><li>Coefficient Air Masse : 1.5</li></ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|----------------------------------|------------------|-------------------------|----|-------------------------|-------------|-------------------------------|--------|------------------------|----|---------|----|----------------------|--------|---------------------------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Tous les modules photovoltaïques d'une IPV doivent être homologués par l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie (ANME).</b>                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| N°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Micro-onduleur                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                           | <table><tr><th>Caractéristiques techniques</th><th>Valeurs exigées</th></tr><tr><td>Tension nominale AC (V)</td><td>Idem</td></tr><tr><td>Plage de tension nominale AC (V)</td><td>-15%Un... +10%Un</td></tr><tr><td>Fréquence nominale (Hz)</td><td>50</td></tr><tr><td>Plage de fréquence (Hz)</td><td>49.5...50.5</td></tr><tr><td>Plage du facteur de puissance</td><td>&gt; 0.95</td></tr><tr><td>Courant DC maximal (A)</td><td>≥8</td></tr><tr><td>THD (%)</td><td>≤4</td></tr><tr><td>Indice de protection</td><td>≥IP 54</td></tr><tr><td>Plage de température de fonctionnement (°C)</td><td>-10...+50</td></tr><tr><td>Existence d'un afficheur</td><td>Non exigé</td></tr></table> | Caractéristiques techniques                                                                                                                   | Valeurs exigées                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Tension nominale AC (V) | Idem | Plage de tension nominale AC (V) | -15%Un... +10%Un | Fréquence nominale (Hz) | 50 | Plage de fréquence (Hz) | 49.5...50.5 | Plage du facteur de puissance | > 0.95 | Courant DC maximal (A) | ≥8 | THD (%) | ≤4 | Indice de protection | ≥IP 54 | Plage de température de fonctionnement (°C) | -10...+50 | Existence d'un afficheur | Non exigé |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                            | Caractéristiques techniques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Valeurs exigées                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                            | Tension nominale AC (V)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Idem                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                            | Plage de tension nominale AC (V)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -15%Un... +10%Un                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| Fréquence nominale (Hz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 50                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| Plage de fréquence (Hz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 49.5...50.5                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| Plage du facteur de puissance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | > 0.95                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| Courant DC maximal (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ≥8                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| THD (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ≤4                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| Indice de protection                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ≥IP 54                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| Plage de température de fonctionnement (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -10...+50                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| Existence d'un afficheur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Non exigé                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| <table><tr><td>Caractéristiques techniques:<ul style="list-style-type: none"><li>V<sub>DCmax</sub> (V)</li><li>V<sub>MPPT</sub> (V)</li><li>I<sub>MAX</sub> (A)</li><li>I<sub>SCmax</sub> (A)</li></ul></td><td>Normes de référence :<ul style="list-style-type: none"><li>EN 50549-1: 2019, VDE-R-N 4105: 2018</li><li>DIN VDE 0126-1-1 ; VFR2019</li></ul></td></tr></table>                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                            | Caractéristiques techniques: <ul style="list-style-type: none"><li>V<sub>DCmax</sub> (V)</li><li>V<sub>MPPT</sub> (V)</li><li>I<sub>MAX</sub> (A)</li><li>I<sub>SCmax</sub> (A)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Normes de référence : <ul style="list-style-type: none"><li>EN 50549-1: 2019, VDE-R-N 4105: 2018</li><li>DIN VDE 0126-1-1 ; VFR2019</li></ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| Caractéristiques techniques: <ul style="list-style-type: none"><li>V<sub>DCmax</sub> (V)</li><li>V<sub>MPPT</sub> (V)</li><li>I<sub>MAX</sub> (A)</li><li>I<sub>SCmax</sub> (A)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Normes de référence : <ul style="list-style-type: none"><li>EN 50549-1: 2019, VDE-R-N 4105: 2018</li><li>DIN VDE 0126-1-1 ; VFR2019</li></ul>                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| <b>Tous les Micro-onduleurs d'une IPV doivent être acceptés par la STEG</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| N°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Connecteur AC                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                         | <table><tr><td>Caractéristiques techniques :</td></tr><tr><td><ul style="list-style-type: none"><li>Les connecteurs AC doivent être IP2X ou IPXXB afin qu'aucune tension dangereuse ne soit accessible lorsque le kit est branché et sous tension.</li><li>Dans le cas où une ou plusieurs des sorties AC de l'onduleur ne serai(en)t, pas connectée(s), ces sorties doivent être protégés par des Bouchons de terminaison</li><li>Le type de câble AC doit être compatible avec une exposition à un environnement extérieur permanent</li></ul></td></tr></table>                                                                                                                             | Caractéristiques techniques :                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"><li>Les connecteurs AC doivent être IP2X ou IPXXB afin qu'aucune tension dangereuse ne soit accessible lorsque le kit est branché et sous tension.</li><li>Dans le cas où une ou plusieurs des sorties AC de l'onduleur ne serai(en)t, pas connectée(s), ces sorties doivent être protégés par des Bouchons de terminaison</li><li>Le type de câble AC doit être compatible avec une exposition à un environnement extérieur permanent</li></ul> |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| Caractéristiques techniques :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Les connecteurs AC doivent être IP2X ou IPXXB afin qu'aucune tension dangereuse ne soit accessible lorsque le kit est branché et sous tension.</li><li>Dans le cas où une ou plusieurs des sorties AC de l'onduleur ne serai(en)t, pas connectée(s), ces sorties doivent être protégés par des Bouchons de terminaison</li><li>Le type de câble AC doit être compatible avec une exposition à un environnement extérieur permanent</li></ul> |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |
| N°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Câble d'extension                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |      |                                  |                  |                         |    |                         |             |                               |        |                        |    |         |    |                      |        |                                             |           |                          |           |

|   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 |  |  | <b>Caractéristiques techniques :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les sections des conducteurs doivent être supérieures ou égales aux sections des câbles AC du micro-onduleur</li> <li>Le connecteur de câble d'extension AC doit être conforme au connecteur du micro-onduleur (Toute modification au niveau du raccordement non conforme est interdit)</li> <li>Le type de câble AC doit être compatible avec une exposition à un environnement extérieur permanent</li> <li>L'utilisation des embouts est nécessaire Lors du raccordement sur coffret AC (**)</li> </ul> |
|   | Câble d'extension pour branchement sur prise de courant (*)                       | Câble d'extension pour branchement à un coffret de protection AC (**)             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| N°                                                                           | Prise de courant                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------|-------------|------------------------------|-----|----|--------------------------|-----|----|--------------------------------------------|-----|------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----|---|----------------------------------------------------------|-----|----|
| 5                                                                            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>La prise doit être : 230V AC 2P+T, de degré de protection IP44 minimum si celle-ci est soumise aux intempéries .</li> <li>Les polarités doivent être respectés</li> <li>La tension mesurée entre les bornes : <ul style="list-style-type: none"> <li>L-N = 230V</li> <li>L-PE= 230 V</li> <li>N-PE= 0V</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
| N°                                                                           | Câble de terre                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
| 6                                                                            |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vert/ jaune souple ou rigide</li> <li>Section <math>\geq 6 \text{ mm}^2</math>, liaison à la terre du bâtiment</li> <li>NF C 15-100 : Installations électriques à basse tension,</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
| N°                                                                           | Câble AC                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
| 7                                                                            |  | <p>Tableau 10-1F – Courant assigné maximal des dispositifs de protection en fonction de la section nominale minimale des conducteurs</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nature du circuit</th><th>Section nominale minimale des conducteurs (mm²)</th><th>Courant assigné maximal du dispositif de protection (A)</th></tr> <tr> <th>Cuivre</th><th>Disjoncteur</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eclairage, prises commandées</td><td>1,5</td><td>16</td></tr> <tr> <td>Motorisations d'ouvrants</td><td>1,5</td><td>16</td></tr> <tr> <td>Ventilation mécanique contrôlée : VMC, VMR</td><td>1,5</td><td>2 <sup>(1)</sup></td></tr> <tr> <td>Circuit d'asservissement tarifaire, fil pilote, gestionnaire d'énergie, etc.</td><td>1,5</td><td>2</td></tr> <tr> <td>Prises de courant 16 A 2P+T :<br/>- circuit alimenté en :</td><td>1,5</td><td>16</td></tr> </tbody> </table> | Nature du circuit | Section nominale minimale des conducteurs (mm²) | Courant assigné maximal du dispositif de protection (A) | Cuivre | Disjoncteur | Eclairage, prises commandées | 1,5 | 16 | Motorisations d'ouvrants | 1,5 | 16 | Ventilation mécanique contrôlée : VMC, VMR | 1,5 | 2 <sup>(1)</sup> | Circuit d'asservissement tarifaire, fil pilote, gestionnaire d'énergie, etc. | 1,5 | 2 | Prises de courant 16 A 2P+T :<br>- circuit alimenté en : | 1,5 | 16 |
| Nature du circuit                                                            | Section nominale minimale des conducteurs (mm²)                                     | Courant assigné maximal du dispositif de protection (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
|                                                                              | Cuivre                                                                              | Disjoncteur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
| Eclairage, prises commandées                                                 | 1,5                                                                                 | 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
| Motorisations d'ouvrants                                                     | 1,5                                                                                 | 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
| Ventilation mécanique contrôlée : VMC, VMR                                   | 1,5                                                                                 | 2 <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
| Circuit d'asservissement tarifaire, fil pilote, gestionnaire d'énergie, etc. | 1,5                                                                                 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |
| Prises de courant 16 A 2P+T :<br>- circuit alimenté en :                     | 1,5                                                                                 | 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                                 |                                                         |        |             |                              |     |    |                          |     |    |                                            |     |                  |                                                                              |     |   |                                                          |     |    |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conducteurs 1,5 mm<sup>2</sup> = Disjoncteur 16 A.</li> <li>• Conducteurs 2,5 mm<sup>2</sup> = Disjoncteur 20 A.</li> </ul> <p>-D'après le tableau 10.1F de la norme NF C15-100, le courant assigné maximal des dispositif de protection en fonction de la section nominale minimale des conducteurs pour un prise de courant 16A 2P+T</p> <p>-Pour les Kits PV avec Micro-onduleurs, la chute de tension maximale autorisée entre les bornes AC de Micro-onduleur et le disjoncteur de branchement est de 3 %. Il est recommandé de limiter cette chute de tension à 1 % de façon à limiter d'une part les pertes d'énergie.</p> |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

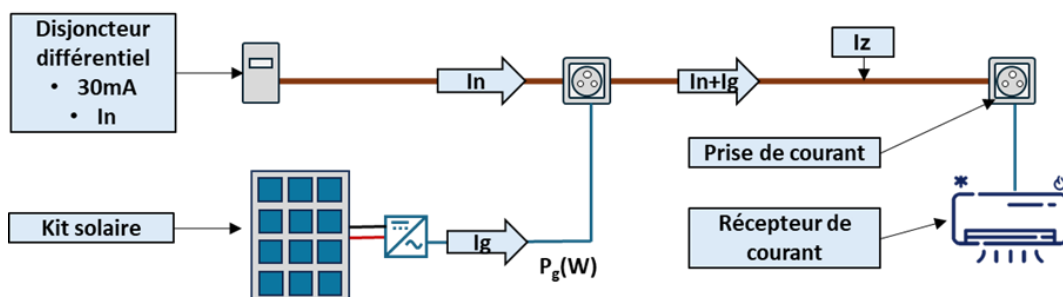
| N° | Disjoncteur différentiel                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  |                         | <p><b>Caractéristiques techniques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type A ou AC ou B</li> <li>• Sensibilité du disjoncteur différentiel : 30mA</li> <li>• Ue : Tension d'emploi 230/400</li> <li>• IB : Le courant maximal d'emploi dans les conducteurs</li> <li>• IN : Le courant assigné du disjoncteur ou courant nominal du disjoncteur</li> <li>• IZ : Le courant maximal admissible dans les conducteurs</li> </ul> <p>➔ Pour qu'un disjoncteur assure la protection contre les surcharges : IB &lt; IN et IN &lt; IZ</p> <p>➔ le réseau sera considéré comme la source et le générateur comme la charge.</p> |
|    | <b>Cas particulier : Kit PV raccordé à un circuit électrique comportant plusieurs prises de courant :</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Le courant maximum solaire injecté par une ou plusieurs prises de courant d'un même circuit électrique, doit respecter la limitation suivante<sup>2</sup> :

$$I_g + I_n \leq I_z$$

Avec

- $I_g$  : Courant solaire maximal
- $I_n$  : Courant assigné du dispositif de protection du circuit terminal
- $I_z$  : Courant admissible des conducteurs du circuit terminal



Le choix du Courant nominal du disjoncteur différentiel sera en fonction de la section du câble conducteur et de la puissance photovoltaïque maximale injectée ( $P_g$ ) dans la circuit électrique des prises de courant (voir tableau ci-dessous)

| <b><math>P_g</math>: Puissance photovoltaïque maximale injectée [W]</b> |                                   |                                |        |        |       |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------|--------|-------|
| Section normalisée de conducteur [mm <sup>2</sup> ]                     | Courant max. admissible $I_z$ [A] | Courant nominal du disjoncteur |        |        |       |
|                                                                         |                                   | 10 A                           | 13 A   | 16 A   | 20 A  |
| 1.5                                                                     | 17.5                              | 1200 W                         | 1035 W | 345 W  | -     |
| 2.5                                                                     | 24                                | 1200 W                         | 1200 W | 1200 W | 920 w |

<sup>2</sup> Selon les tableaux 10-1F dans le titre 10 et 52H dans le titre 5 de la Norme NFC15-100/A5 : 2015.

| N° | Parafoudre AC |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  |               | <b>Caractéristiques techniques :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parafoudre AC Type II</li> <li>• <math>U_c &gt; 1.1 \cdot U_e</math></li> <li>• <math>U_p &lt; 80 \% U_W</math> de Micro-onduleur</li> <li>• <math>I_n &gt; 5 \text{ KA}</math></li> </ul> |

## VI. Dimensionnement des micro-onduleurs

Les micro-onduleurs sont dimensionnés en fonction du générateur photovoltaïque de façon à respecter les compatibilités suivantes :

- Compatibilité en tension
- Compatibilité en courant
- Compatibilité en puissance

### 1. Compatibilité de la tension

#### a. Tension maximale admissible à l'entrée du micro-onduleur

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Un micro-onduleur est caractérisé par une tension d'entrée maximale admissible <math>U_{DCmax}</math>. Si la tension délivrée par les modules est supérieure à <math>U_{DCmax}</math>, l'onduleur sera détruit.</li> <li>La tension maximale de module photovoltaïque est calculée dans les conditions hivernales à une température de <math>-10^{\circ}\text{C}</math>, dans ses conditions la tension à vide de module est égale :</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                            |
| Tension à vide de module:<br>$V_{oc}(T) = V_{oc}(T_{STC}) \times (1 + \beta \times (T_{STC} - T))$<br>$V_{oc}(-10^{\circ}\text{C}) = V_{oc}(stc) \times (1 + \beta \times (-35^{\circ}\text{C}))$                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Avec $\beta$ : coefficient tension/température du module photovoltaïque donnée par le fabricant du module en $\%/^{\circ}\text{C}$                                                                         |
| La Tension maximale à l'entrée de micro-onduleur est donc :<br>$V_{oc\ max} = V_{oc}(-10^{\circ}\text{C}) \times N_{\text{mod en série}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                            |
| Avec $N_{\text{mod en série}}$ : Nombre des modules PV en séries                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                            |
| <b>La tension de chaine maximale doit être inférieure à la tension maximale d'entrée du micro-onduleur afin d'éviter son détérioration.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                            |
| Critère de vérification                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                            |
| $U_{DCmax} > V_{oc\ max}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li><math>U_{DCmax}</math>: Tension maximale d'entrée du micro-onduleur</li> <li><math>V_{oc\ max}</math> : Tension maximale délivrée par le(s) module(s) PV</li> </ul> |

#### b. Plage de tension MPP à l'entrée du micro-onduleur

|                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Le dimensionnement n'implique pas seulement d'assurer un fonctionnement, en toute sécurité, de micro-onduleur mais aussi la recherche du point optimal de puissance pour garantir le meilleur rendement de l'installation.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>La tension <math>V_{MP\ max}</math> du module(s) doit être inférieure à la tension <math>V_{MPPT\ Max}</math> du micro-onduleur</b><br>$V_{MP}(-10^{\circ}\text{C}) = V_{MP}(stc) \times (1 + \beta \times (-35^{\circ}\text{C}))$                                        | <b>La tension <math>V_{MP\ min}</math> du module(s) doit être supérieure à la tension <math>V_{MPPT\ Min}</math> du micro-onduleur</b><br>$V_{MP}(85^{\circ}\text{C}) = V_{MP}(stc) \times (1 + \beta \times 60^{\circ}\text{C})$ |
| Critère de vérification                                                                                                                                                                                                                                                      | Critère de vérification                                                                                                                                                                                                           |
| $V_{Mp\ max\ PV}(-10^{\circ}\text{C}) \leq V_{MPPTmax}(\text{Micro-onduleur})$                                                                                                                                                                                               | $V_{Mp\ max\ PV}(85^{\circ}\text{C}) \geq V_{MPPTmin}(\text{Micro-onduleur})$                                                                                                                                                     |

## 2. Compatibilité en courant

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| La valeur du courant DC à l'entrée de micro-onduleur est : <ul style="list-style-type: none"> <li>Fortement affectée par le rayonnement solaire (relation linéaire directe) ;</li> <li>Faiblement affectée par la température (le courant augmente légèrement lorsque la température augmente).</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Le courant MPP débité par le générateur photovoltaïque ne doit pas dépasser le courant maximal d'entrée par MPPT de micro-onduleur.</b>                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                        |
| $I_{MP} (à 85^{\circ}C) = I_{MP} * (1 + \alpha(60^{\circ}C))$                                                                                                                                                                                                                                              | $\alpha$ : coefficient courant/température du module photovoltaïque donnée par le fabricant du module en %/°C                                                                                                                          |
| Critère de vérification                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                        |
| $I_{MP} (à 85^{\circ}C) PV < I_{MPPTMax}(Micro-onduleur)$                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li><math>I_{MP} (à 85^{\circ}C) PV</math> : Courant maximal PV à température 85°C</li> <li><math>I_{MPPTMax}(Micro-onduleur)</math> : Courant à Puissance Maximum entrée micro-onduleur</li> </ul> |

## 3. Compatibilité en puissance :

|                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Les puissances du générateur photovoltaïque et de l'onduleur doivent être mutuellement accordées.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                   |
| <b>Le rapport entre la puissance du générateur photovoltaïque et la puissance nominale AC des onduleurs doit être compris entre 0.9 et 1.3.</b>     |                                                                                                                                                                                   |
| Critère de vérification                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                   |
| $0.9 \leq \frac{P_{cpv}}{P_{c\ ond}} \leq 1.3$                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li><math>P_{CPV}</math> : Puissance crête PV installé</li> <li><math>P_{AC\ Ond}</math> : puissance sortie maximale micro-onduleur</li> </ul> |

## VII. Mise à la terre de l'installation

### 1. Partie courant continu

Lorsque la structure métallique de support des modules photovoltaïques est utilisée comme conducteur de liaison équipotentielle, il est admis que la mise à la terre du cadre métallique des modules photovoltaïques se fasse par contact avec la structure de support, conformément à l'essai de continuité à la masse MST 13 de la norme NF EN 61730-2.

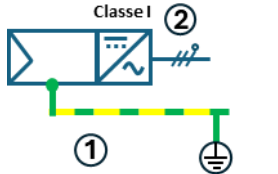
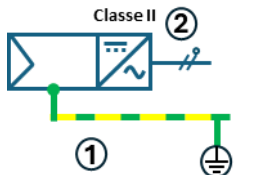
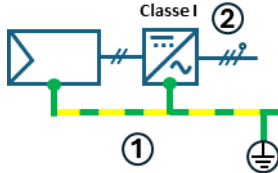
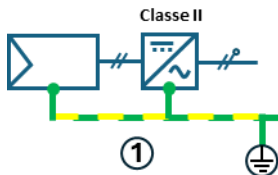
En cas d'utilisation de micro-onduleurs, le cadre métallique des modules photovoltaïques doit être relié au conducteur de liaison équipotentielle, sauf pour les configurations relevant de la TBTS ne présentant pas de risque spécifique de surtension induite.

### 2. Partie courant alternatif

En cas d'utilisation de micro-onduleurs, lorsque le cadre métallique des modules photovoltaïques est relié à la liaison équipotentielle, il est admis que le raccordement des micro-onduleurs à la

liaison équipotentielle soit réalisé par contact avec le cadre des modules PV ou leur support. Dans ce cas, la continuité doit alors être vérifiée pour une valeur inférieure à 2 ohms.

### 3. Synthèse des principales configurations de mise à la terre de l'installation<sup>3</sup> :

| Installations avec micro-onduleurs fixés au cadre des modules PV ou à leur support  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modules PV : cadre relié à la liaison équipotentielle (1)</li> <li>Micro-onduleurs de classe I : masse reliée à la liaison équipotentielle par contact avec le cadre des modules ou leur support (1) et au conducteur de protection (2)</li> </ul>                                                                                                        |
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modules PV : cadre relié à la liaison équipotentielle (1)</li> <li>Micro-onduleurs de classe II : masse reliée à la liaison équipotentielle par contact avec le cadre des modules ou leur support (1)</li> </ul> <p>NOTE Dans ce cas, la canalisation fixe doit tout de même comporter un conducteur de protection conformément à la norme NF C15-100</p> |
| Installations avec micro-onduleurs sans contact avec les modules PV ou leur support |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modules PV : cadre relié à la liaison équipotentielle (1)</li> <li>Micro-onduleurs de classe I : masse reliée à la liaison équipotentielle (1) et au conducteur de protection (2)</li> </ul>                                                                                                                                                              |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modules PV : cadre relié à la liaison équipotentielle (1)</li> <li>Micro-onduleurs de classe II : en cas de pièces métalliques apparentes, raccordement de celles-ci à la liaison équipotentielle (1)</li> </ul> <p>NOTE Dans ce cas, la canalisation fixe doit tout de même comporter un conducteur de protection conformément à la norme NF C15-100</p> |

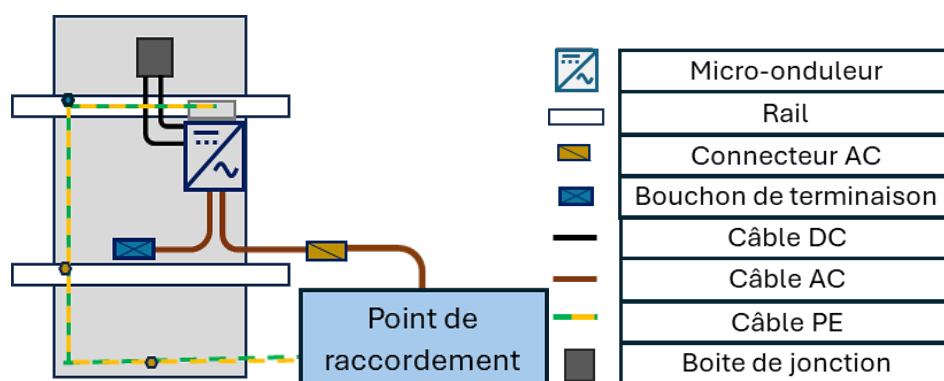
<sup>3</sup> Guide complémentaire de conception des installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution-Janvier 2024

| Installations avec micro-onduleurs munis d'une isolation galvanique sans risque spécifique de surtension induite |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modules PV : raccordement du cadre à la liaison équipotentielle non exigé compte tenu de la protection par TBTS (tension TBT et micro-onduleurs munis d'une isolation galvanique)</li> <li>Micro-onduleurs de classe I : masse reliée au conducteur de protection (2)</li> </ul>                                                                                                                                           |
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modules PV : raccordement du cadre à la liaison équipotentielle non exigé compte tenu de la protection par TBTS (tension TBT et micro-onduleurs munis d'une isolation galvanique)</li> <li>Micro-onduleurs de classe II : masse non reliée au conducteur de protection</li> </ul> <p>NOTE Dans ce cas, la canalisation fixe doit tout de même comporter un conducteur de protection conformément à la norme NF C15-100</p> |

## VIII. Etudes de cas :

### 1. Premier cas : Un seul module PV connecté à un seul micro-onduleur.

L'installation est représentée comme ci-dessous : un seul module de puissance crête **600Wc**(Module 3; Tableau 1)connecté à un seul micro-onduleurde puissance AC =**550VA**,(Micro-onduleur 2; Tableau2)



| Caractéristique Electrique (STC)                            | Module 1                         | Module 2               | Module 3               |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Puissance Maximal ( $P_{max}$ )                             | 400 Wc                           | 450 Wc                 | 600 Wc                 |
| Tension à Puissance Maximal ( $V_{max}$ )                   | 38,36 V                          | 41,37 V                | 45,84 V                |
| Courant à Puissance Maximum ( $I_{max}$ )                   | 10,44 A                          | 10,88 A                | 13,09 A                |
| Tension Circuit Ouvert ( $V_{oc}$ )                         | 44,74 V                          | 49,27 V                | 54,7 V                 |
| Courant Circuit Court ( $I_{sc}$ )                          | 10,74 A                          | 11,53 A                | 13,55 A                |
| Efficacité Module                                           | 21,95 %                          | 20,66 %                | 23,23 %                |
| Température de fonctionnement ( $^{\circ}C$ )               | -40 $^{\circ}C$ ~+85 $^{\circ}C$ |                        |                        |
| Tension maximale du système                                 | 1000/1500VDC (IEC)               |                        |                        |
| Calibre maximal du fusible en série ( $I_{RM}$ )            | 20A                              | 20A                    | 25 A                   |
| Tolérance de puissance                                      | + 1 %                            |                        |                        |
| Coefficients de température de $P_{max}$                    | -0,26 %/ $^{\circ}C$             |                        |                        |
| Coefficients de température de $V_{oc}$                     | -0,24 %/ $^{\circ}C$             |                        |                        |
| Coefficients de température de $I_{sc}$                     | 0,04 %/ $^{\circ}C$              |                        |                        |
| Température nominale de fonctionnement de la cellule (NOCT) | 44 $\pm$ 3 $^{\circ}C$           | 45 $\pm$ 2 $^{\circ}C$ | 44 $\pm$ 2 $^{\circ}C$ |

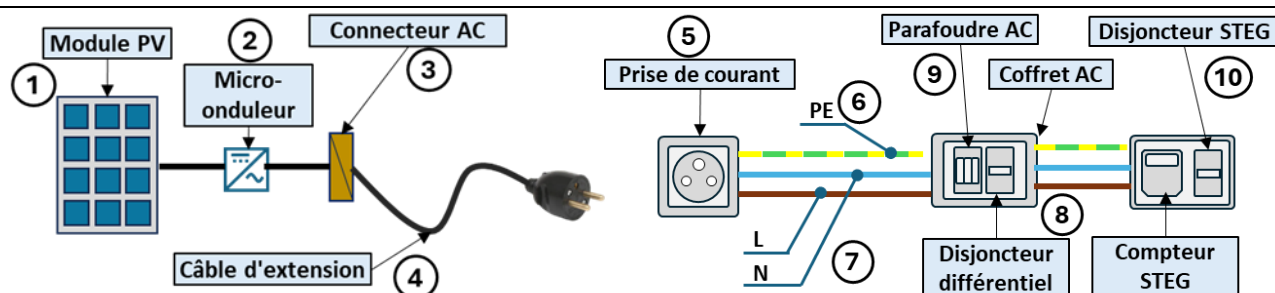
Tableau 1 :Fiche technique de modules PV

| Données d'entrée (DC)                  | Micro-onduleur 1   | Micro-onduleur 2   |
|----------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Puissance d'entrée recommandée (STC)   | 210~400W (1 pièce) | 210~600W (1 pièce) |
| Plage de tensions MPPT                 | 25V - 55V          |                    |
| Plage de tensions de fonctionnement    | 20V - 60V          |                    |
| Tension d'entrée maximale              | 60V                |                    |
| Courant d'entrée maximal               | 11.5A $\times$ 1   | 13.5A $\times$ 1   |
| Max. Courant de court-circuit CC       | 16A                |                    |
| Données de sortie (AC)                 |                    |                    |
| Puissance de sortie maximale           | 330VA              | 550VA              |
| Tension nominale/plage                 | 230V / 184-265V    |                    |
| Courant de sortie maximum              | 1.4 A              | 2.4 A              |
| Nombre maximum d'unités par succursale | 17                 | 10                 |
| Fréquence nominale / Gamme             | 50 / 60Hz          |                    |
| Fréquence/Gamme étendue                | 45~55Hz / 55~65Hz  |                    |
| Plage de fréquence de sortie réglable  | 45 Hz - 55 Hz      | 45 Hz - 55 Hz      |
| Facteur de puissance (réglable)        | >0,99              |                    |

Tableau 2 : Fiche technique de micro-onduleur

| DIMENSIONNEMENT DES MICRO-ONDULEURS :                                                    |          |                                                                                     |                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Compatibilité en tension (1) :Tension maximale admissibleà l'entrée du micro-onduleur    |          |                                                                                     |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs  | Critère de vérification                                                             | Conforme ?                                             |
| $V_{OC\ Max\ Module} = V_{OC\ STC}(1+\beta(-35))$                                        | =59.29 V | $V_{OC\ Max\ IPV}<V_{DC\ Max\ Micro-Onduleur}$<br><br>59.29<60                      | <div>✓Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $V_{OC\ Max\ IPV} = V_{OC\ Max\ Module} \times N_{Modules\ PV\ en\ Série}$               | =59.29 V |                                                                                     |                                                        |
| $V_{DC\ Max\ Micro-Onduleur}$                                                            | =60 V    |                                                                                     |                                                        |
| Compatibilité en tension (2) :Tension MPPT à l'entrée du micro-onduleur                  |          |                                                                                     |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs  | Critère de vérification                                                             | Conforme ?                                             |
| $V_{Mpp\ Max\ IPV} = V_{Mpp\ STC}(1+\beta(-35))$                                         | =49.69 V | $V_{Mpp\ Max\ IPV} < V_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$<br><br>49.69< 55                 | <div>✓Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $V_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$                                                           | =55 V    |                                                                                     |                                                        |
| $V_{Mpp\ Min\ IPV} = V_{Mpp\ STC}(1+\beta(60))$                                          | =39.23 V | $V_{Mpp\ Min\ IPV}>V_{Mpp\ Min\ Micro-Onduleur}$<br><br>39.23 > 25                  | <div>✓Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $V_{Mpp\ Min\ Micro-Onduleur}$                                                           | =25 V    |                                                                                     |                                                        |
| Compatibilité en Courant :Courant DC max à l'entrée du micro-onduleur.                   |          |                                                                                     |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs  | Critère de vérification                                                             | Conforme ?                                             |
| $I_{Mpp\ Max\ Module} = I_{Mpp\ STC}(1+\alpha(60))$                                      | =13.40 A | $I_{Mpp\ Max\ IPV} < I_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$<br><br>13.40<13.5                | <div>✓Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $I_{Mpp\ Max\ IPV} = I_{Mpp\ Max\ Module} \times N_{Modules\ PV\ en\ Paral.}$            | =13.40 A |                                                                                     |                                                        |
| $I_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$                                                           | =13.5A   |                                                                                     |                                                        |
| Compatibilité en Puissance :Puissances du générateur photovoltaïque et du micro-onduleur |          |                                                                                     |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs  | Critère de vérification                                                             | Conforme ?                                             |
| $P_{CPV}$                                                                                | =600 Wc  | $0.9 \leq P_{CPV} / P_{AC\ Mico-Onduleur} \leq 1.3$<br><br>$0.9 \leq 1.09 \leq 1.3$ | <div>✓Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $P_{AC\ Mico-Onduleur}$                                                                  | = 550 W  |                                                                                     |                                                        |

| DIMENSIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE PROTECTION COTE AC*:                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Raccordement à une Prise de courant<br><input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non |



|   |                                              |    |                                          |
|---|----------------------------------------------|----|------------------------------------------|
| 1 | Module PV                                    | 6  | Câble de terre PE (verre-jaune)          |
| 2 | Micro-onduleur                               | 7  | Câble AC: phase (marron) - Neutre (Bleu) |
| 3 | Connecteur AC                                | 8  | Disjoncteur différentiel                 |
| 4 | Câble d'extension avec prise électrique male | 9  | Parafoudre AC                            |
| 5 | Prise de courant                             | 10 | Disjoncteur STEG                         |

Si **oui**, le soussigné confirme que :

- La prise de l'abonné comporte une mise à la terre, (conforme pour cet usage repérage Phase-Neutre-Terre 230V AC 2P+T,) de degré de protection IP44 minimum si celle-ci est soumise aux intempéries.
- L'installation de l'abonné est équipée d'un parafoudre et un disjoncteur différentiel dimensionnés conformément au référentiel Technique
- La prise murale doit être reliée à la terre principale de la maison.

**Disjoncteur différentiel AC :**

| Critère de dimensionnement                                                                                                                                | Vérification                                                                                                                                                             |                     | Conforme ?                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><math>I_B \leq I_{n\text{Disjoncteur}}</math></li> <li><math>I_B = I_{\text{Max Micro-onduleur}}</math></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><math>I_{\text{Max Micro-onduleur}} = 2.4 \text{ A}</math></li> <li><math>I_{n\text{Disjoncteur}} = 6 \text{ A}</math></li> </ul> | $2.4 < 6 \text{ A}$ | <div> <input checked="" type="checkbox"/> Oui           <br/> <input type="checkbox"/> Non         </div> |
| $I_n < I_z$                                                                                                                                               | $6 < 17.5 \text{ A}$ ( $I_z = 17.5 \text{ A}$ pour une section de câble $1.5 \text{ mm}^2$ )                                                                             |                     |                                                                                                           |
| Sensibilité : 30 mA (applications domestiques)                                                                                                            | $I_{DDR} 30 \text{ mA}$                                                                                                                                                  |                     |                                                                                                           |
| Tension assignée d'emploi $U_e = 230 \text{ V} / 400 \text{ V}$                                                                                           | $U_e = 230 \text{ V}$                                                                                                                                                    |                     |                                                                                                           |

- $I_B$  : Le courant maximal d'emploi dans les conducteurs
- $I_n$  : Le courant assigné du disjoncteur ou courant nominal du disjoncteur
- $I_z$  : Le courant maximal admissible dans les conducteurs

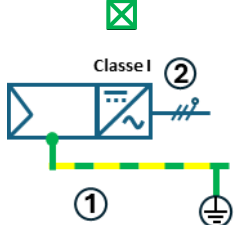
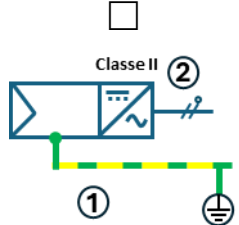
## Caractéristiques techniques Disjoncteur différentiel



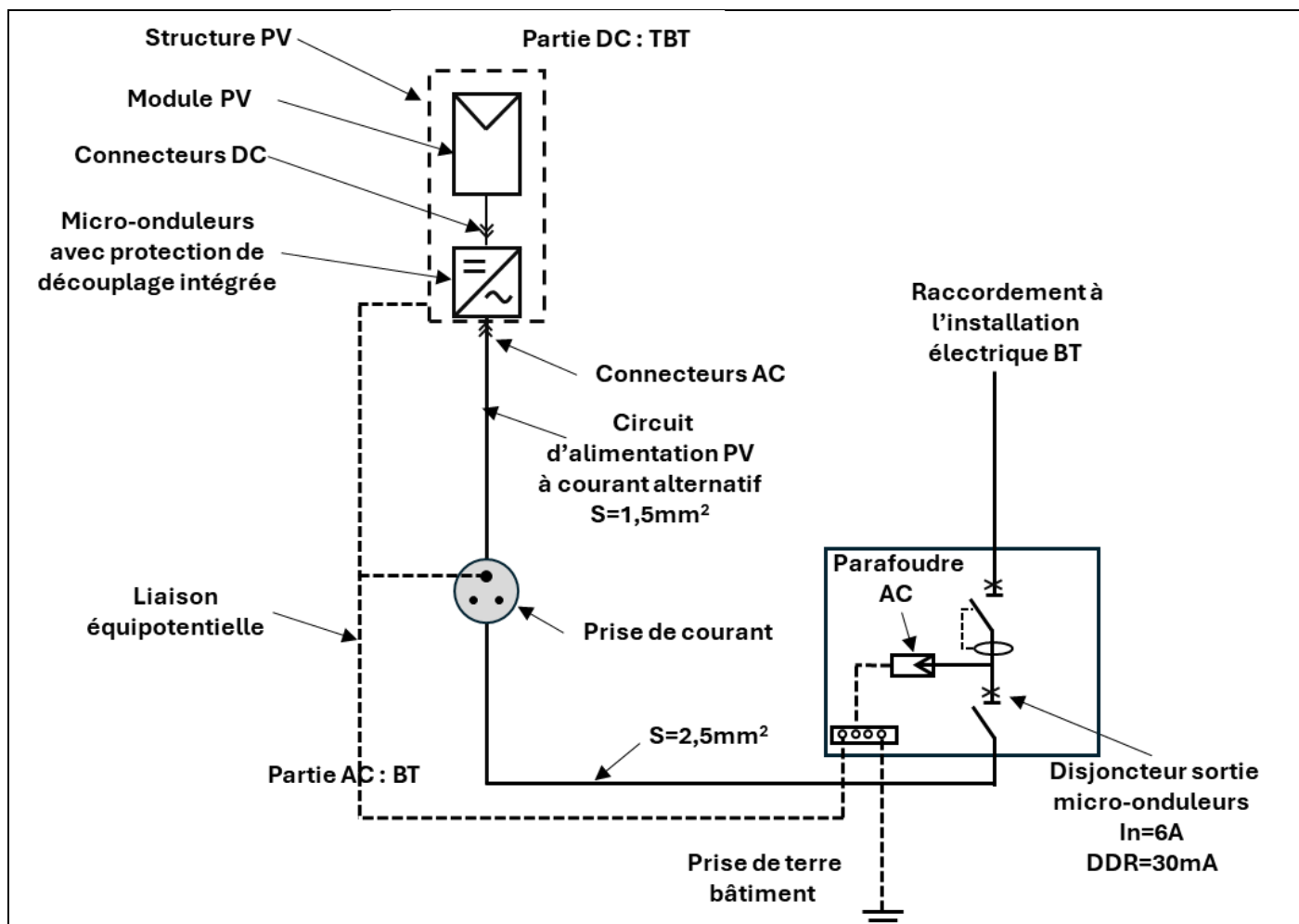
|                                                     |         |
|-----------------------------------------------------|---------|
| Nombre de pôles (total)                             | 2       |
| Tension assignée (Ue)                               | 230 V   |
| Calibre/courant nominal assigné (In)                | 6 A     |
| Sensibilité / courant de défaut nominal (IΔn)       | 0.03 A  |
| Type de courant différentiel                        | AC      |
| Pouvoir de coupure assignée selon EN 61009          | 4.5 kA  |
| Pouvoir de coupure nominale selon IEC 60947-2 (Icu) | 6 kA    |
| Pouvoir de coupure nominale selon EN 61009-1 (Icn)  | 4.5 kA  |
| Tenue au courant de choc                            | 0.25 kA |
| Type de tension                                     | AC      |
| Fréquence                                           | 50 Hz   |
| Caractéristique de déclenchement (type/courbe)      | C       |

**Parafoudre AC :**

| Critère de dimensionnement                                                                                                                                                                                 |                                                | Vérification                            |                                | Conforme ?                                             |                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Parafoudre Type II                                                                                                                                                                                         |                                                | • Type : II                             |                                | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |                                                         |
| Uc > 1.1*Ue                                                                                                                                                                                                |                                                | • Uc = 320V                             |                                |                                                        |                                                         |
| Up < 80 % UW de Micro-onduleur                                                                                                                                                                             |                                                | • Up =1.5 KV                            |                                |                                                        |                                                         |
| In > 5 KA                                                                                                                                                                                                  |                                                | • In =.20 A                             |                                |                                                        |                                                         |
|                                                                                                                           | Classe de parafoudre                           |                                         | Type II                        |                                                        |                                                         |
|                                                                                                                                                                                                            | Tension de réseau                              |                                         | 320 VAC                        |                                                        |                                                         |
|                                                                                                                                                                                                            | Courant de décharge nominal (onde 8/20µs) In   |                                         | 20KA                           |                                                        |                                                         |
|                                                                                                                                                                                                            | Courant de décharge maximal (onde 8/20µs) Imax |                                         | 40KA                           |                                                        |                                                         |
|                                                                                                                                                                                                            | Niveau de protection Up                        |                                         | 1.5KV                          |                                                        |                                                         |
|                                                                                                                                                                                                            | Temps de réponse ns                            |                                         | <25                            |                                                        |                                                         |
|                                                                                                                                                                                                            | Nombre de pole protégé                         |                                         | 2P                             |                                                        |                                                         |
|                                                                                                                                                                                                            | Degré de protection                            |                                         | IP20                           |                                                        |                                                         |
|                                                                                                                                                                                                            | Type de cartouche                              |                                         | Débrochable                    |                                                        |                                                         |
|                                                                                                                                                                                                            | Régime de neutre                               |                                         | TT,TNS,TNC,IT                  |                                                        |                                                         |
| CABLAGE COTE AC:                                                                                                                                                                                           |                                                |                                         |                                |                                                        |                                                         |
| Mode de raccordement                                                                                                                                                                                       | Raccordement à une Prise de courant            |                                         | Raccordement à un coffret AC   |                                                        | Conforme ?                                              |
| Cable                                                                                                                                                                                                      | Micro-Onduleur -<br>Prise de courant           | Prise de courant-<br>point de livraison | Micro Onduleur –<br>Coffret AC | Micro Onduleur - point<br>de livraison                 | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/> Non</div> |
| Section (mm²)                                                                                                                                                                                              | 1.5 mm²                                        | 2.5 mm²                                 |                                |                                                        |                                                         |
| Longueur (m)                                                                                                                                                                                               | 7 m                                            | 10 m                                    |                                |                                                        |                                                         |
| <div>- Le choix du courant admissible Iz des câbles AC doit tenir compte des différents facteurs de correction définis dans l'NF C 15-100.</div> <div>- La chute de tension totale est limitée à 3%.</div> |                                                |                                         |                                |                                                        |                                                         |

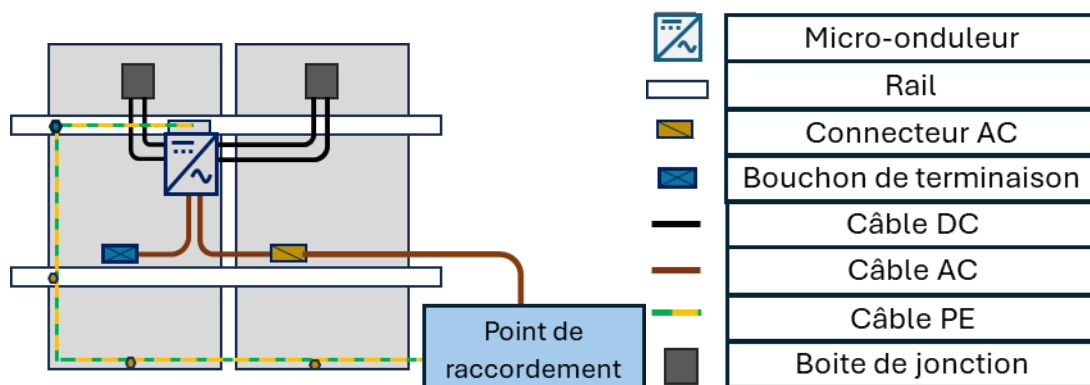
| MISE A LA TERRE DE L'INSTALLATION* :                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Installations avec micro-onduleurs fixés au cadre des modules PV ou à leur support                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> <div>  <p>Micro-onduleurs de classe I : masse reliée à la liaison équipotentielle par contact avec le cadre des modules ou leur support (1) et au conducteur de protection (2)</p> </div> | <input type="checkbox"/> <div>  <p>Micro-onduleurs de classe II : masse reliée à la liaison équipotentielle par contact avec le cadre des modules ou leur support (1)</p> </div> |

SCHEMA UNIFILAIRE DE L'INSTALLATION :



## 2. Deuxième cas : Deux modules PV connectés à un micro-onduleur.

L'installation est représentée comme ci-dessous : Deux module de puissance unitaire 450 Wc (Module 2 ; Tableau 1 ) connecté à un seul micro-onduleur de puissance AC =880 VA, (Micro-onduleur 12 ; Tableau 2)



| Caractéristique Electrique (STC)                            | Module 1                         | Module 2               | Module 3               |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Puissance Maximal ( $P_{max}$ )                             | 400 Wc                           | 450 Wc                 | 600 Wc                 |
| Tension à Puissance Maximal ( $V_{max}$ )                   | 38,36 V                          | 41,37 V                | 45,84 V                |
| Courant à Puissance Maximum ( $I_{max}$ )                   | 10,44 A                          | 10,88 A                | 13,09 A                |
| Tension Circuit Ouvert ( $V_{oc}$ )                         | 44,74 V                          | 49,27 V                | 54,7 V                 |
| Courant Circuit Court ( $I_{sc}$ )                          | 10,74 A                          | 11,53 A                | 13,55 A                |
| Efficacité Module                                           | 21,95 %                          | 20,66 %                | 23,23 %                |
| Température de fonctionnement ( $^{\circ}C$ )               | -40 $^{\circ}C$ ~+85 $^{\circ}C$ |                        |                        |
| Tension maximale du système                                 | 1000/1500VDC (IEC)               |                        |                        |
| Calibre maximal du fusible en série ( $I_{RM}$ )            | 20A                              | 20A                    | 25 A                   |
| Tolérance de puissance                                      | + 1 %                            |                        |                        |
| Coefficients de température de $P_{max}$                    | -0,26 %/ $^{\circ}C$             |                        |                        |
| Coefficients de température de $V_{oc}$                     | -0,24 %/ $^{\circ}C$             |                        |                        |
| Coefficients de température de $I_{sc}$                     | 0,04 %/ $^{\circ}C$              |                        |                        |
| Température nominale de fonctionnement de la cellule (NOCT) | 44 $\pm$ 3 $^{\circ}C$           | 45 $\pm$ 2 $^{\circ}C$ | 44 $\pm$ 2 $^{\circ}C$ |

Tableau 2 :fiche technique de modules PV

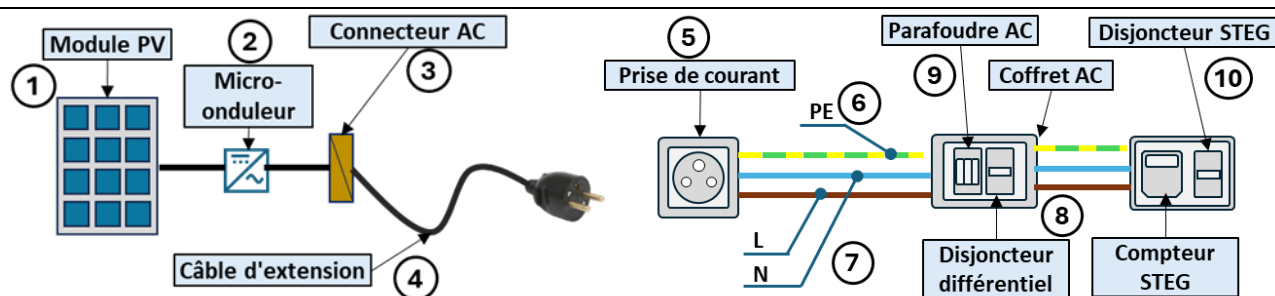
| Données d'entrée (DC)                       | Micro-onduleur 11               | Micro-onduleur 12     |
|---------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Puissance du module recommandée (STC)       | 255 Wp - 550 Wp+                | 300 Wp - 660 Wp+      |
| Plage de tensions MPPT                      | 25V - 55V                       | 32V - 55V             |
| Plage de tensions de fonctionnement         | 16V - 60V                       | 26V - 60V             |
| Tension d'entrée maximale                   | 60V                             | 60V                   |
| Courant d'entrée maximal                    | 18 A x 2                        | 20 A x 2              |
| <b>Données de sortie (AC)</b>               |                                 |                       |
| Puissance de sortie continue maximale       | 730VA                           | 880VA                 |
| Tension de sortie nominale                  | 230V / 184-253V                 | 230V / 184-253V       |
| Plage de tensions de sortie réglable        | 170V - 278V                     | 170V - 278V           |
| Courant de sortie continu maximal           | 3.2 A                           | 3.8A                  |
| Nombre maximal d'unités par branche de 20 A | 6                               | 5                     |
| Fréquence/Plage de sortie nominale          | 50 Hz / 48 Hz - 51 Hz           | 50 Hz / 48 Hz - 51 Hz |
| Plage de fréquence de sortie réglable       | 45 Hz - 55 Hz                   | 45 Hz - 55 Hz         |
| Facteur de puissance (réglable)             | 0,99/0.8 avance .... 0.8 retard |                       |

Tableau 3 : fiche technique de micro-onduleur

| DIMENSIONNEMENT DES MICRO-ONDULEURS :                                                    |             |                                                                                 |                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Compatibilité en tension (1) :Tension maximale admissibleà l'entrée du micro-onduleur    |             |                                                                                 |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs     | Critère de vérification                                                         | Conforme ?                                             |
| $V_{OC\ Max\ Module} = V_{OC\ STC}(1+\beta(-35))$                                        | =53.40 V    | $V_{OC\ Max\ IPV}<V_{DC\ Max\ Micro-Onduleur}$<br><br>53.40 <60                 | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $V_{OC\ Max\ IPV} = V_{OC\ Max\ Module} \times N_{Modules\ PV\ en\ Série}$               | =53.40V     |                                                                                 |                                                        |
| $V_{DC\ Max\ Micro-Onduleur}$                                                            | =60 V       |                                                                                 |                                                        |
| Compatibilité en tension (2) :Tension MPPT à l'entrée du micro-onduleur                  |             |                                                                                 |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs     | Critère de vérification                                                         | Conforme ?                                             |
| $V_{Mpp\ Max\ IPV} = V_{Mpp\ STC}(1+\beta(-35))$                                         | =44.84 V    | $V_{Mpp\ Max\ IPV} < V_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$<br><br>44.84 < 55            | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $V_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$                                                           | =55 V       |                                                                                 |                                                        |
| $V_{Mpp\ Min\ IPV} = V_{Mpp\ STC}(1+\beta(60))$                                          | =35.41 V    | $V_{Mpp\ Min\ IPV}>V_{Mpp\ Min\ Micro-Onduleur}$<br><br>35.41 > 32              | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $V_{Mpp\ Min\ Micro-Onduleur}$                                                           | =32 V       |                                                                                 |                                                        |
| Compatibilité en Courant :Courant DC max à l'entrée du micro-onduleur.                   |             |                                                                                 |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs     | Critère de vérification                                                         | Conforme ?                                             |
| $I_{Mpp\ Max\ Module} = I_{Mpp\ STC}(1+\alpha(60))$                                      | =11.14 A    | $I_{Mpp\ Max\ IPV} < I_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$<br><br>11.14 < 20            | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $I_{Mpp\ Max\ IPV} = I_{Mpp\ Max\ Module} \times N_{Modules\ PV\ en\ Paral.}$            | =11.14 A    |                                                                                 |                                                        |
| $I_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$                                                           | =20 A       |                                                                                 |                                                        |
| Compatibilité en Puissance :Puissances du générateur photovoltaïque et du micro-onduleur |             |                                                                                 |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs     | Critère de vérification                                                         | Conforme ?                                             |
| $P_{CPV}$                                                                                | =2 x 450 Wc | $0.9\leq P_{CPV} / P_{AC\ Mico-Onduleur} \leq1.3$<br><br>$0.9\leq1.022 \leq1.3$ | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $P_{AC\ Mico-Onduleur}$                                                                  | = 880 W     |                                                                                 |                                                        |

#### DIMENSIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE PROTECTION COTE AC\*:

## Raccordement à une Prise de courant

✓ **Oui** ☐ Non

|   |                                              |    |                                          |
|---|----------------------------------------------|----|------------------------------------------|
| 1 | Module PV                                    | 6  | Câble de terre PE (verre-jaune)          |
| 2 | Micro-onduleur                               | 7  | Câble AC: phase (marron) - Neutre (Bleu) |
|   | Connecteur AC                                | 8  | Disjoncteur différentiel                 |
| 4 | Câble d'extension avec prise électrique mâle | 9  | Parafoudre AC                            |
| 5 | Prise de courant                             | 10 | Disjoncteur STEG                         |

Si **oui**, le soussigné confirme que :

- La prise de l'abonné comporte une mise à la terre, (conforme pour cet usage repérage Phase-Neutre-Terre 230V AC 2P+T,) de degré de protection IP44 minimum si celle-ci est soumise aux intempéries.
- L'installation de l'abonné est équipée d'un parafoudre et un disjoncteur différentiel dimensionnés conformément au référentiel Technique. La prise murale doit être reliée à la terre principale de la maison.

## Disjoncteur différentiel AC :

| Critère de dimensionnement                                                      | Vérification                                                                                    |          | Conforme ?                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------|
| • $I_B \leq I_{n\text{Disjoncteur}}$<br>• $I_B = I_{\text{Max Micro-onduleur}}$ | • $I_{\text{Max Micro-onduleur}} = 3.8 \text{ A}$<br>• $I_{n\text{Disjoncteur}} = 10 \text{ A}$ | 3.8 < 6A | ✓ <b>Oui</b><br><br><input type="checkbox"/> Non |
| • $I_n < I_z$                                                                   | • $10 < 24 \text{ A}$ ( $I_z = 24 \text{ A}$ pour une section de câble $2.5 \text{ mm}^2$ )     |          |                                                  |
| Sensibilité : 30 mA (applications domestiques)                                  | • $I_{\text{DDR}} 30 \text{ mA}$                                                                |          |                                                  |
| Tension assignée d'emploi $U_e = 230 \text{ V} / 400 \text{ V}$                 | • $U_e = 230 \text{ V}$                                                                         |          |                                                  |

- $I_B$  : Le courant maximal d'emploi dans les conducteurs
- $I_n$  : Le courant assigné du disjoncteur ou courant nominal du disjoncteur
- $I_z$  : Le courant maximal admissible dans les conducteurs

## Caractéristiques techniques Disjoncteur différentiel

|  |                                                            |         |
|--|------------------------------------------------------------|---------|
|  | Nombre de pôles (total)                                    | 2       |
|  | Tension assignée ( $U_e$ )                                 | 230 V   |
|  | Calibre/courant nominal assigné ( $I_n$ )                  | 10 A    |
|  | Sensibilité / courant de défaut nominal ( $I_{\Delta n}$ ) | 0.03 A  |
|  | Type de courant différentiel                               | AC      |
|  | Pouvoir de coupure assignée selon EN 61009                 | 4.5 kA  |
|  | Pouvoir de coupure nominale selon IEC 60947-2 ( $I_{cu}$ ) | 6 kA    |
|  | Pouvoir de coupure nominale selon EN 61009-1 ( $I_{cn}$ )  | 4.5 kA  |
|  | Tenue au courant de choc                                   | 0.25 kA |
|  | Type de tension                                            | AC      |
|  | Fréquence                                                  | 50 Hz   |
|  | Caractéristique de déclenchement (type/courbe)             | C       |

**Parafoudre AC :**

| Critère de dimensionnement          | Vérification     | Conforme ?                                                              |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Parafoudre Type II                  | • Type : II      | <input checked="" type="checkbox"/> Oui<br><input type="checkbox"/> Non |
| $U_c > 1.1 \cdot U_e$               | • $U_c = 320V$   |                                                                         |
| $U_p < 80 \% U_W$ de Micro-onduleur | • $U_p = 1.5 KV$ |                                                                         |
| $I_n > 5 KA$                        | • $I_n = 20 A$   |                                                                         |

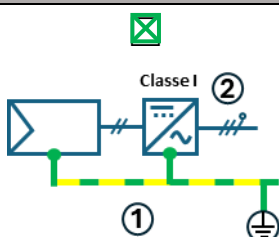


|                                                     |               |
|-----------------------------------------------------|---------------|
| Classe de parafoudre                                | Type II       |
| Tension de réseau                                   | 320 VAC       |
| Courant de décharge nominal (onde 8/20μs) $I_n$     | 20KA          |
| Courant de décharge maximal (onde 8/20μs) $I_{max}$ | 40KA          |
| Niveau de protection $U_p$                          | 1.5KV         |
| Temps de réponse $n_s$                              | <25           |
| Nombre de pôle protégé                              | 2P            |
| Degré de protection                                 | IP20          |
| Type de cartouche                                   | Débrochable   |
| Régime de neutre                                    | TT,TNS,TNC,IT |

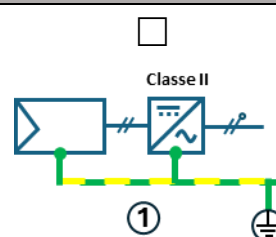
**CABLAGE COTE AC:**

| Mode de raccordement | Raccordement à une Prise de courant |                                       | Raccordement à un coffret AC |                                     | Conforme ?                                                              |
|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Cable                | Micro-Onduleur - Prise de courant   | Prise de courant - point de livraison | Micro Onduleur – Coffret AC  | Micro Onduleur - point de livraison | <input checked="" type="checkbox"/> Oui<br><input type="checkbox"/> Non |
| Section (mm²)        | <b>2.5 mm²</b>                      | <b>2.5 mm²</b>                        |                              |                                     |                                                                         |
| Longueur (m)         | <b>2 m</b>                          | <b>15 m</b>                           |                              |                                     |                                                                         |

- Le choix du courant admissible  $I_z$  des câbles AC doit tenir compte des différents facteurs de correction définis dans l'NF C 15-100.
- La chute de tension totale est limitée à 3%.

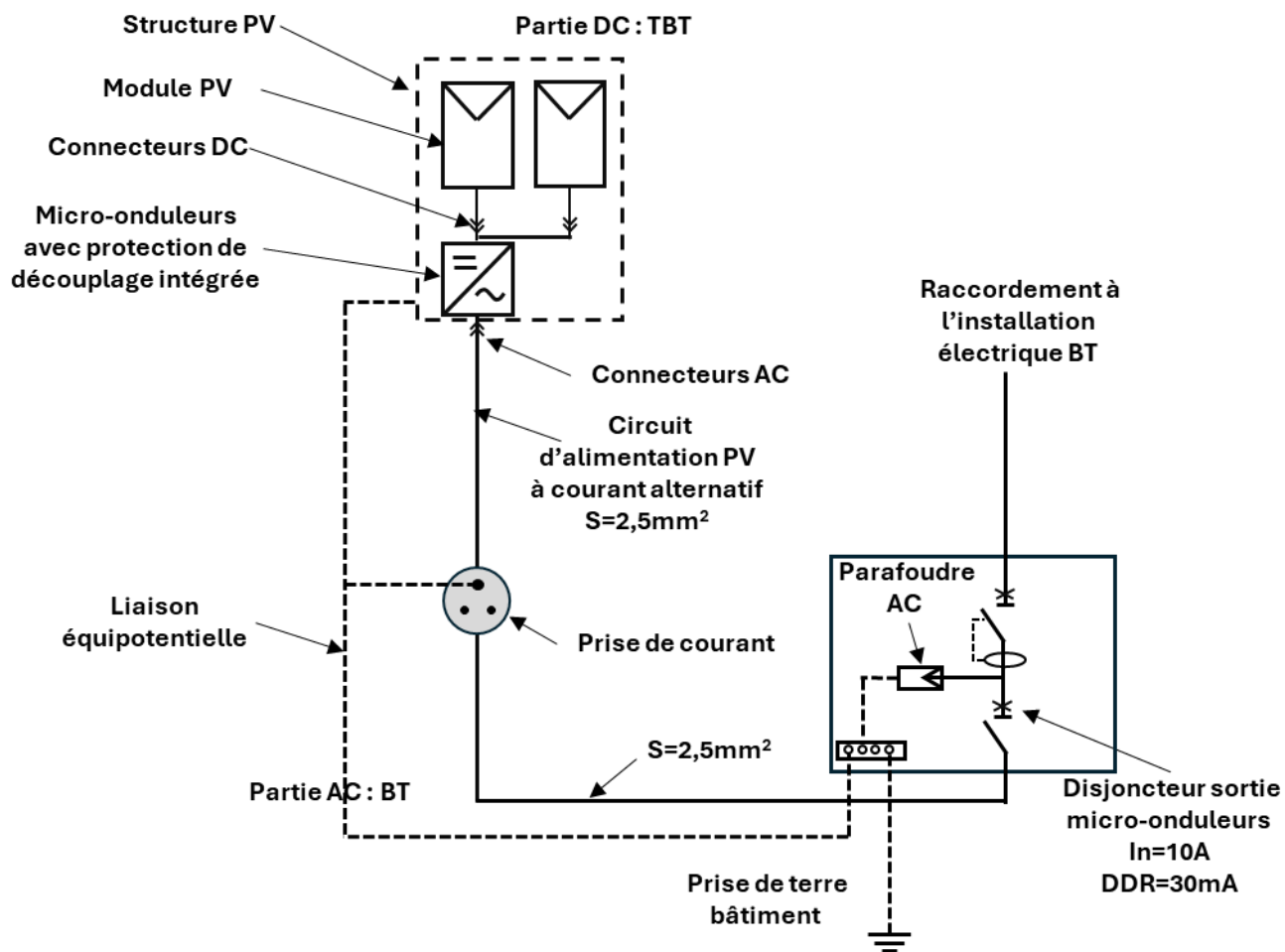
**MISE A LA TERRE DE L'INSTALLATION\* :**
**Installations avec micro-onduleurs sans contact avec les modules PV ou leur support**


Micro-onduleurs de classe I : masse reliée à la liaison équipotentielle (1) et au conducteur de protection (2)



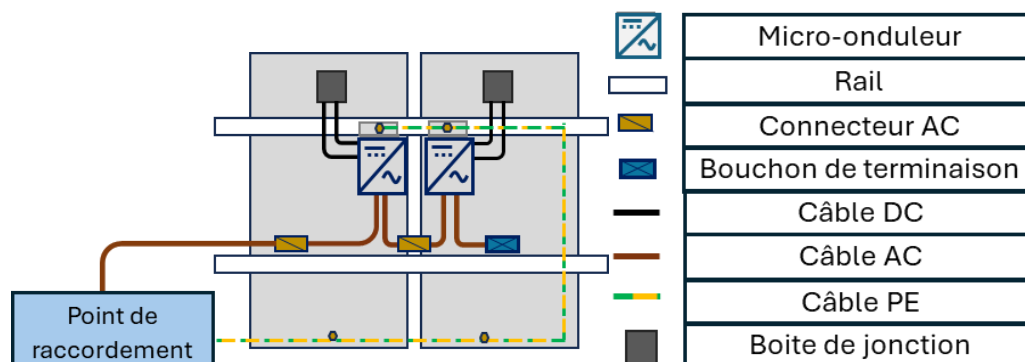
Micro-onduleurs de classe II : en cas de pièces métalliques apparentes, raccordement de celles-ci à la liaison équipotentielle (1)

# SCHEMA UNIFILAIRE DE L'INSTALLATION :



### 3. Troisième cas : Deux modules PV connectés à deux micro-onduleurs.

L'installation est représentée comme ci-dessous : Deux modules de puissance unitaire 400 Wc (Module 1 ; Tableau 4) connectés à deux micro-onduleurs de puissance unitaire AC = 3300 VA, (Micro-onduleur 21 ; Tableau 5)



| Caractéristique Electrique (STC)                            | Module 1                         | Module 2               | Module 3               |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Puissance Maximal ( $P_{max}$ )                             | 400 Wc                           | 450 Wc                 | 600 Wc                 |
| Tension à Puissance Maximal ( $V_{max}$ )                   | 38,36 V                          | 41,37 V                | 45,84 V                |
| Courant à Puissance Maximum ( $I_{max}$ )                   | 10,44 A                          | 10,88 A                | 13,09 A                |
| Tension Circuit Ouvert ( $V_{oc}$ )                         | 44,74 V                          | 49,27 V                | 54,7 V                 |
| Courant Circuit Court ( $I_{sc}$ )                          | 10,74 A                          | 11,53 A                | 13,55 A                |
| Efficacité Module                                           | 21,95 %                          | 20,66 %                | 23,23 %                |
| Température de fonctionnement ( $^{\circ}C$ )               | -40 $^{\circ}C$ ~+85 $^{\circ}C$ |                        |                        |
| Tension maximale du système                                 | 1000/1500VDC (IEC)               |                        |                        |
| Calibre maximal du fusible en série ( $I_{RM}$ )            | 20A                              | 20A                    | 25 A                   |
| Tolérance de puissance                                      | + 1 %                            |                        |                        |
| Coefficients de température de $P_{max}$                    | -0,26 %/ $^{\circ}C$             |                        |                        |
| Coefficients de température de $V_{oc}$                     | -0,24 %/ $^{\circ}C$             |                        |                        |
| Coefficients de température de $I_{sc}$                     | 0,04 %/ $^{\circ}C$              |                        |                        |
| Température nominale de fonctionnement de la cellule (NOCT) | 44 $\pm$ 3 $^{\circ}C$           | 45 $\pm$ 2 $^{\circ}C$ | 44 $\pm$ 2 $^{\circ}C$ |

Tableau 4 :fiche technique de modules PV

| Données d'entrée (DC)                  | Micro-onduleur 21  | Micro-onduleur 22  |
|----------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Puissance d'entrée recommandée (STC)   | 210~400W (1 pièce) | 210~600W (1 pièce) |
| Plage de tensions MPPT                 | 25V - 55V          |                    |
| Plage de tensions de fonctionnement    | 20V - 60V          |                    |
| Tension d'entrée maximale              | 60V                |                    |
| Courant d'entrée maximal               | 11.5A $\times$ 1   | 13.5A $\times$ 1   |
| Max. Courant de court-circuit CC       | 16A                |                    |
| Données de sortie (AC)                 |                    |                    |
| Puissance de sortie nominale           | 300W               | 500W               |
| Puissance de sortie maximale           | 330W               | 550W               |
| Tension nominale/plage                 | 230V / 184-265V    |                    |
| Courant de sortie maximum              | 1.4 A              | 2.4 A              |
| Nombre maximum d'unités par succursale | 17                 | 10                 |
| Fréquence nominale / Gamme             | 50 / 60Hz          |                    |

|                                       |                   |               |
|---------------------------------------|-------------------|---------------|
| Fréquence/Gamme étendue               | 45~55Hz / 55~65Hz |               |
| Plage de fréquence de sortie réglable | 45 Hz - 55 Hz     | 45 Hz - 55 Hz |
| Facteur de puissance (réglable)       | >0,99             |               |

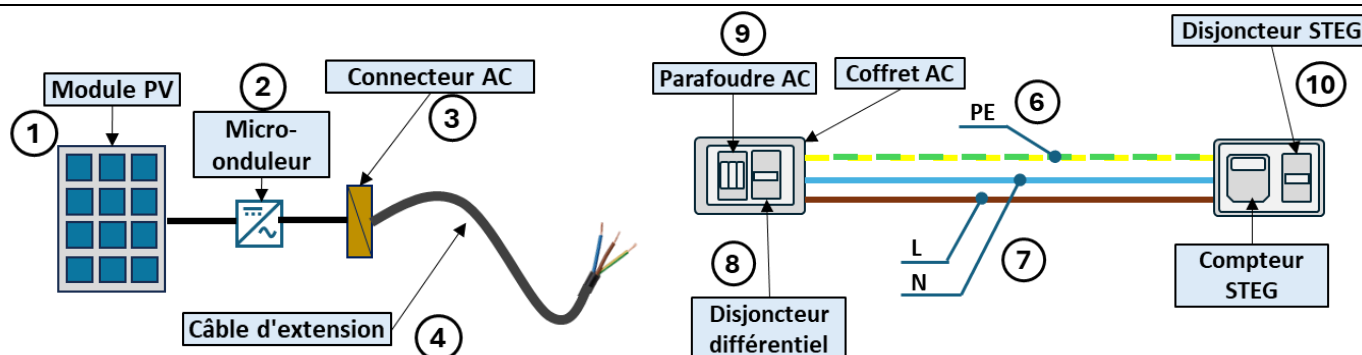
Tableau 5 : fiche technique de micro-onduleur

| DIMENSIONNEMENT DES MICRO-ONDULEURS :                                                    |             |                                                                                   |                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Compatibilité en tension (1) :Tension maximale admissibleà l'entrée du micro-onduleur    |             |                                                                                   |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs     | Critère de vérification                                                           | Conforme ?                                             |
| $V_{OC\ Max\ Module} = V_{OC\ STC}(1+\beta(-35))$                                        | =48.49 V    | $V_{OC\ Max\ IPV}<V_{DC\ Max\ Micro-Onduleur}$<br><br>48.49 <60                   | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $V_{OC\ Max\ IPV} = V_{OC\ Max\ Module} \times N_{Modules\ PV\ en\ Série}$               | =48.49V     |                                                                                   |                                                        |
| $V_{DC\ Max\ Micro-Onduleur}$                                                            | =60 V       |                                                                                   |                                                        |
| Compatibilité en tension (2) :Tension MPPT à l'entrée du micro-onduleur                  |             |                                                                                   |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs     | Critère de vérification                                                           | Conforme ?                                             |
| $V_{Mpp\ Max\ IPV} = V_{Mpp\ STC}(1+\beta(-35))$                                         | =41.58 V    | $V_{Mpp\ Max\ IPV} < V_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$<br><br>41.58 < 55              | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $V_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$                                                           | =55 V       |                                                                                   |                                                        |
| $V_{Mpp\ Min\ IPV} = V_{Mpp\ STC}(1+\beta(60))$                                          | =32.83 V    | $V_{Mpp\ Min\ IPV}>V_{Mpp\ Min\ Micro-Onduleur}$<br><br>32.83 > 25                | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $V_{Mpp\ Min\ Micro-Onduleur}$                                                           | =25 V       |                                                                                   |                                                        |
| Compatibilité en Courant :Courant DC max à l'entrée du micro-onduleur.                   |             |                                                                                   |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs     | Critère de vérification                                                           | Conforme ?                                             |
| $I_{Mpp\ Max\ Module} = I_{Mpp\ STC}(1+\alpha(60))$                                      | =10.69 A    | $I_{Mpp\ Max\ IPV} < I_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$<br><br>10.69 < 11.50           | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $I_{Mpp\ Max\ IPV} = I_{Mpp\ Max\ Module} \times N_{Modules\ PV\ en\ Paral.}$            | =10.69 A    |                                                                                   |                                                        |
| $I_{Mpp\ Max\ Micro-Onduleur}$                                                           | =11.5 A     |                                                                                   |                                                        |
| Compatibilité en Puissance :Puissances du générateur photovoltaïque et du micro-onduleur |             |                                                                                   |                                                        |
| Formules de calcul                                                                       | Valeurs     | Critère de vérification                                                           | Conforme ?                                             |
| $P_{CPV}$                                                                                | =2 x 400 Wc | $0.9\leq P_{CPV} / P_{AC\ Mico-Onduleur} \leq 1.3$<br><br>$0.9\leq 1.21 \leq 1.3$ | <div>√Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| $P_{AC\ Mico-Onduleur}$                                                                  | = 2x330 W   |                                                                                   |                                                        |

## DIMENSIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE PROTECTION COTE AC\*:

### Raccordement à un coffret AC

✓ **Oui** ☐ Non



|   |                                              |    |                                          |
|---|----------------------------------------------|----|------------------------------------------|
| 1 | Module PV                                    | 6  | Câble de terre PE (verre-jaune)          |
| 2 | Micro-onduleur                               | 7  | Câble AC: phase (marron) - Neutre (Bleu) |
| 3 | Connecteur AC                                | 8  | Disjoncteur différentiel                 |
| 4 | Câble d'extension avec prise électrique male | 9  | Parafoudre AC                            |
|   |                                              | 10 | Disjoncteur STEG                         |

Si **oui**, le soussigné confirme que :

- La prise de l'abonné comporte une mise à la terre, (conforme pour cet usage repérage Phase-Neutre-Terre 230V AC 2P+T,) de degré de protection IP44 minimum si celle-ci est soumise aux intempéries.
- L'installation de l'abonné est équipée d'un parafoudre et un disjoncteur différentiel dimensionnés conformément au référentiel Technique. La prise murale doit être reliée à la terre principale de la maison.

### Disjoncteur différentiel AC :

| Critère de dimensionnement                                                                                                                           | Vérification                                                                                                                                                                        |                      | Conforme ?                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>I_B \leq I_{nDisjoncteur}</math></li><li>• <math>I_B = I_{Max \text{ Micro-onduleur}}</math></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>I_{Max \text{ Micro-onduleur}} = 1.4 \times 2 = 2.8 \text{ A}</math></li><li>• <math>I_{nDisjoncteur} = 10 \text{ A}</math></li></ul> | $2.8 < 10 \text{ A}$ | <div>✓Oui</div> <div><input type="checkbox"/>Non</div> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>I_n &lt; I_z</math></li></ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>10 &lt; 24 \text{ A}</math> (<math>I_z = 24 \text{ A}</math> pour une section de câble <math>2.5 \text{ mm}^2</math>)</li></ul>       |                      |                                                        |
| Sensibilité : 30 mA (applications domestiques)                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>I_{DDR} 30 \text{ mA}</math></li></ul>                                                                                                |                      |                                                        |
| Tension assignée d'emploi $U_e = 230 \text{ V} / 400 \text{ V}$                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>U_e = 230 \text{ V}</math></li></ul>                                                                                                  |                      |                                                        |

- $I_B$  : Le courant maximal d'emploi dans les conducteurs
- $I_n$  : Le courant assigné du disjoncteur ou courant nominal du disjoncteur
- $I_z$  : Le courant maximal admissible dans les conducteurs

#### Caractéristiques techniques Disjoncteur différentiel

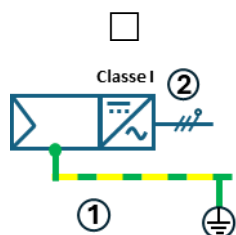


|                                                            |         |
|------------------------------------------------------------|---------|
| Nombre de pôles (total)                                    | 2       |
| Tension assignée ( $U_e$ )                                 | 230 V   |
| Calibre/courant nominal assigné ( $I_n$ )                  | 10 A    |
| Sensibilité / courant de défaut nominal ( $I_{\Delta n}$ ) | 0.03 A  |
| Type de courant différentiel                               | AC      |
| Pouvoir de coupure assignée selon EN 61009                 | 4.5 kA  |
| Pouvoir de coupure nominale selon IEC 60947-2 ( $I_{cu}$ ) | 6 kA    |
| Pouvoir de coupure nominale selon EN 61009-1 ( $I_{cn}$ )  | 4.5 kA  |
| Tenue au courant de choc                                   | 0.25 kA |

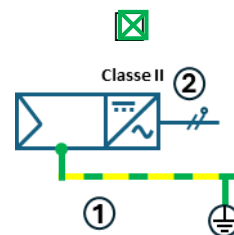
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |                                         |                                                                         |                                        |                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Type de tension                                     | AC                                      |                                                                         |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Fréquence                                           | 50 Hz                                   |                                                                         |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Caractéristique de déclenchement (type/courbe)      | C                                       |                                                                         |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |                                         |                                                                         |                                        |                                                                         |
| <b>Parafoudre AC :</b>                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |                                         |                                                                         |                                        |                                                                         |
| <b>Critère de dimensionnement</b>                                                                                                                                                                                                                             | <b>Vérification</b>                                 |                                         | <b>Conforme ?</b>                                                       |                                        |                                                                         |
| Parafoudre Type II                                                                                                                                                                                                                                            | • Type : II                                         |                                         | <input checked="" type="checkbox"/> Oui<br><input type="checkbox"/> Non |                                        |                                                                         |
| $U_c > 1.1 \cdot U_e$                                                                                                                                                                                                                                         | • $U_c = 320V$                                      |                                         |                                                                         |                                        |                                                                         |
| $U_p < 80 \% U_W$ de Micro-onduleur                                                                                                                                                                                                                           | • $U_p = 1.5 KV$                                    |                                         |                                                                         |                                        |                                                                         |
| $I_n > 5 KA$                                                                                                                                                                                                                                                  | • $I_n = 20 A$                                      |                                         |                                                                         |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                             | Classe de parafoudre                                |                                         | Type II                                                                 |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Tension de réseau                                   |                                         | 320 VAC                                                                 |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Courant de décharge nominal (onde 8/20µs) $I_n$     |                                         | 20KA                                                                    |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Courant de décharge maximal (onde 8/20µs) $I_{max}$ |                                         | 40KA                                                                    |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Niveau de protection $U_p$                          |                                         | 1.5KV                                                                   |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Temps de réponse $n_s$                              |                                         | <25                                                                     |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Nombre de pôle protégé                              |                                         | 2P                                                                      |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Degré de protection                                 |                                         | IP20                                                                    |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Type de cartouche                                   |                                         | Débrochable                                                             |                                        |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Régime de neutre                                    |                                         | TT,TNS,TNC,IT                                                           |                                        |                                                                         |
| <b>CABLAGE COTE AC:</b>                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     |                                         |                                                                         |                                        |                                                                         |
| <b>Mode de raccordement</b>                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Raccordement à une Prise de courant</b>          |                                         | <b>Raccordement à un coffret AC</b>                                     | <b>Conforme ?</b>                      |                                                                         |
| Cable                                                                                                                                                                                                                                                         | Micro-Onduleur -<br>Prise de courant                | Prise de courant-<br>point de livraison | Micro Onduleur –<br>Coffret AC                                          | Micro Onduleur - point<br>de livraison | <input checked="" type="checkbox"/> Oui<br><input type="checkbox"/> Non |
| Section (mm²)                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |                                         | <b>2.5 mm²</b>                                                          | <b>2.5 mm²</b>                         |                                                                         |
| Longueur (m)                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |                                         | <b>10m</b>                                                              | <b>1m</b>                              |                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le choix du courant admissible <math>I_z</math> des câbles AC doit tenir compte des différents facteurs de correction définis dans l'NF C 15-100.</li> <li>- La chute de tension totale est limitée à 3%.</li> </ul> |                                                     |                                         |                                                                         |                                        |                                                                         |

## MISE A LA TERRE DE L'INSTALLATION\* :

### Installations avec micro-onduleurs fixés au cadre des modules PV ou à leur support



Micro-onduleurs de classe I : masse reliée à la liaison équipotentielle par contact avec le cadre des modules ou leur support (1) et au conducteur de protection (2)



Micro-onduleurs de classe II : masse reliée à la liaison équipotentielle par contact avec le cadre des modules ou leur support (1)

## SCHEMA UNIFILAIRE DE L'INSTALLATION :

