



# CAHIER DES EXIGENCES TECHNIQUES DE RACCORDEMENT ET D'EVACUATION DE L'ENERGIE PRODUITE A PARTIR DES INSTALLATIONS D'ENERGIES RENOUVELABLES SUR LE RESEAU BASSE TENSION



Décembre 2015



**CAHIER DES EXIGENCES TECHNIQUES DE  
RACCORDEMENT ET D'EXPLOITATION DES  
UNITÉS DE PRODUCTION D'ELECTRICITE A  
PARTIR DES ENERGIES RENOUVELABLES SUR LE  
RESEAU BASSE TENSION**

# Table des matières

## I) INTRODUCTION

### 1. Objet

### 2. Champ d'application

## II) EXIGENCES TECHNIQUES DE RACCORDEMENT

**ARTICLE 1 : RACCORDEMENT DE L'UNITÉ DE PRODUCTION AU RESEAU BASSE TENSION DE LA STEG**

**ARTICLE 2 : CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'UNITÉ DE PRODUCTION ET DES OUVRAGES DE RACCORDEMENT**

**ARTICLE 3 : DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES RELATIVES A L'UNITÉ DE PRODUCTION**

- 1 La Tenue de fréquence
- 2 La Tenue de la tension
- 3 Les Perturbations générées par l'Unité de Production :
- 4 Les Immunités vis-à-vis des perturbations
- 5 La Puissance réactive

**ARTICLE 4 : DIMENSIONNEMENT DU RÉSEAU**

**ARTICLE 5 : RESPECT DES PUISSANCES DE COURT CIRCUIT**

**ARTICLE 6 : EXIGENCES RELATIVES AU FONCTIONNEMENT DE LA TELECOMMANDE CENTRALISEE**

**ARTICLE 7 : EXIGENCES RELATIVES AU SYSTEME DE PROTECTION ET DE DECOUPLAGE**

1. La Mise en place d'un dispositif de découplage
2. Les Organes de sectionnement
3. La Synchronisation automatique

**ARTICLE 8 : CONDITIONS DE MISE A LA TERRE**

**ARTICLE 9 : SYSTEME DE COMPTAGE**

**ARTICLE 10 : L'ACCES AU RESEAU BASSE TENSION**

## III) EXIGENCES TECHNIQUES D'EXPLOITATION

**ARTICLE 11 : MISE EN SERVICE ET RACCORDEMENT DE L'UNITÉ DE PRODUCTION**

**ARTICLE 12 : CONSIGNES D'EXPLOITATION ET DE SECURITE**

**ARTICLE 13 : MODALITES D'EXPLOITATION**

1. Exploitation en régime normal
2. Interventions programmées
3. Coordination des programmes d'entretien
4. Arrêts fortuits

**ARTICLE 14 : OBSERVABILITE**

**ARTICLE 15 : RESPECT DES PRESCRIPTIONS DES EXIGENCES TECHNIQUES DE RACCORDEMENT ET D'EXPLOITATION**

## ACRONYMES

- **CEI:** Commission Electrotechnique Internationale
- **VDE:** Norme allemande
- **EnR :** Energies Renouvelables
- **BT:** Basse Tension
- **LVRT:** Low Voltage Ride Through
- **PCC :** Point Commun de Couplage
- **Plt :** Indice de papillotement évalué sur des intervalles d'intégration de 2 heures.
- **Pst :** Indice de papillotement évalué sur des intervalles d'intégration de 10 minutes.
- **PV:** Photovoltaïque
- **SE:** Système Électrique
- **STEG:** Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz
- **THDi:** Taux de Distorsion Harmonique du courant
- **IP:** Indice de protection

## Définitions

**Auto-producteur :** Tout client de la STEG raccordé sur le réseau Basse Tension, propriétaire du local ou dûment mandaté par le propriétaire, réunissant toutes les conditions prévues par la loi n°2015-12 du 11 Mai 2015 relative à la production d'électricité à partir des énergies renouvelables et ses textes d'application et produisant de l'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable pour son autoconsommation et débitant sur le réseau Basse Tension.

**Cahier des charges :** le cahier des exigences techniques de raccordement et d'exploitation des installations de production électrique à partir des énergies renouvelables sur le Réseau approuvé par arrêté du Ministre chargé de l'énergie en date du (●) ;

**Unité de Production :** les installations, bâtiments, équipements et accessoires destinés à la production d'énergie électrique à partir de sources d'énergies renouvelables;

**Réseau Basse Tension :** Le réseau national de distribution électrique de tension 230/400V à la fréquence de 50 Hz ;

## **I) INTRODUCTION :**

### **1. Objet :**

Le présent document établit les exigences techniques de raccordement et d'exploitation auxquelles doivent satisfaire les Unités de Production d'électricité à partir des énergies renouvelables, pour se raccorder au réseau électrique basse tension, de façon à garantir le bon fonctionnement du réseau électrique.

### **2. Champ d'application :**

Ce document s'applique à toute Unité de Production d'électricité à partir des énergies renouvelables qui sera raccordée au réseau Basse Tension par des onduleurs.

## **II) EXIGENCES TECHNIQUES DE RACCORDEMENT :**

### **ARTICLE 1 : RACCORDEMENT DE L'UNITÉ DE PRODUCTION AU RESEAU BASSE TENSION DE LA STEG**

Les unités internes de raccordement, y compris les dispositifs de protection et la liaison, sont réalisées à la charge de l'auto-producteur.

On entend par auto-producteur tout client de la STEG raccordé sur le réseau Basse Tension, propriétaire du local ou dûment mandaté par le propriétaire, réunissant toutes les conditions prévues par la loi n°2015-12 du 11 Mai 2015 relative à la production d'électricité à partir des énergies renouvelables et ses textes d'application et produisant de l'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable pour son autoconsommation et débitant sur le réseau Basse Tension.

Les procédures de raccordement et les documents à soumettre sont décrits selon les procédures relatives au raccordement des unités de production d'électricité à partir des énergies renouvelables.

### **ARTICLE 2 : CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'UNITÉ DE PRODUCTION ET DES OUVRAGES DE RACCORDEMENT**

Les Unités de Production situées en aval du disjoncteur de branchement sont propriétés de l'auto-producteur doivent être conformes aux exigences de l'UTE 15-712-1.

L'intégralité du raccordement depuis le point de raccordement au réseau Basse Tension jusqu'au point de livraison de l'énergie produite par l'Unité de Production est décrite dans les Conditions Particulières du Contrat. Les générateurs supérieurs à une puissance installée  $\geq 6$  kWc doivent être triphasées, les unités à une puissance  $< 6$  kWc peuvent être monophasées.

### **ARTICLE 3 : DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES RELATIVES A L'UNITÉ DE PRODUCTION**

L'Unité de Production est soumise aux conditions suivantes :

#### **1. Tenue de fréquence**

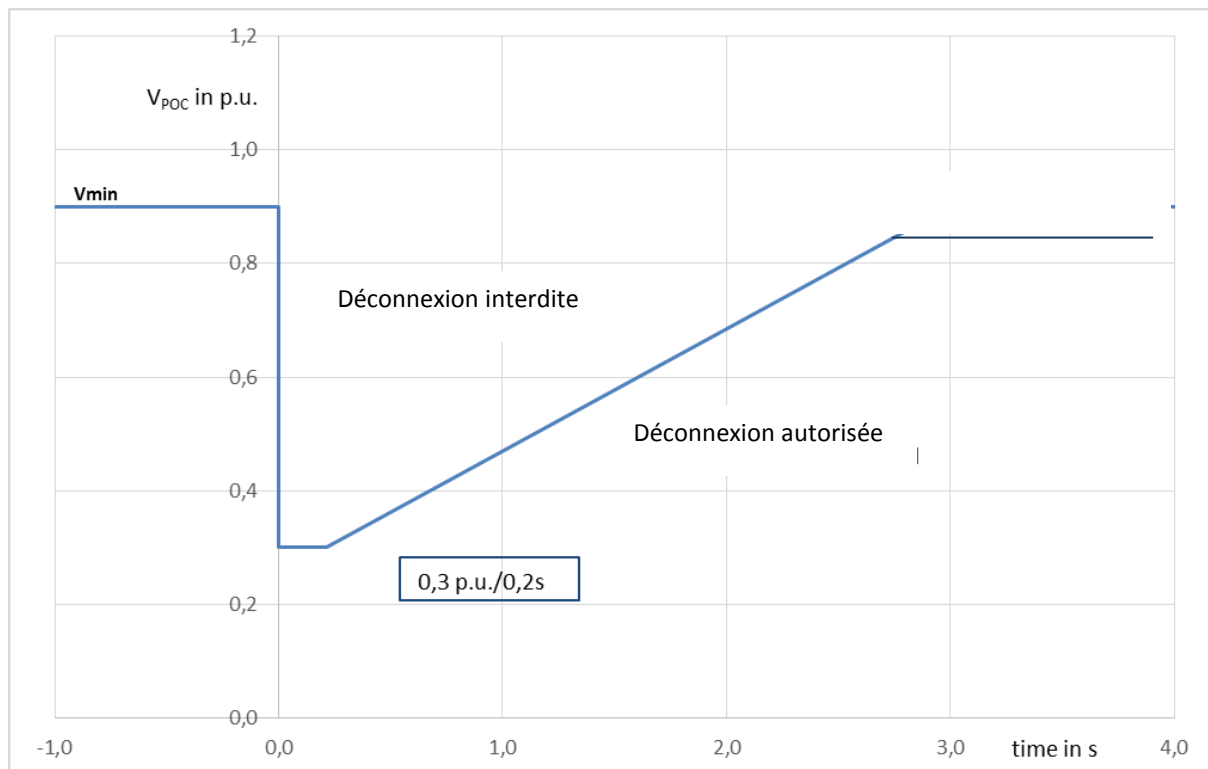
Toute Unité de Production à partir des énergies renouvelables doit rester connectée au réseau dans les intervalles de fréquence [47.5, 52].

#### **2. Tenue de la tension**

Le raccordement de l'Unité de Production au réseau Basse Tension ne doit pas induire de dépassements des limites de tension telles que définies dans le Cahier des Charges relatif à la fourniture de l'énergie électrique sur l'ensemble du territoire de la République, soit  $\pm 10\%$  de la tension nominale en Basse Tension.

En fonctionnement anormale, les Unités de Production d'électricité à partir des énergies renouvelables doivent rester connectées au réseau dans le cas de chutes de tensions d'au moins d'une des trois phases allant jusqu'à une valeur de 0,3p.u. (30% de la tension nominale) pour une période minimale de 200 ms. Pour les valeurs de tensions comprises entre 30% et 90% de la valeur nominale une interpolation linéaire est appliquée conformément à la courbe suivante.

Pendant une chute de tension (une des trois phases  $< 90\%$ ) la valeur absolue du courant ne doit pas excéder la valeur du courant avant la chute de tension.



### 3. Perturbations générées par l'Unité de Production :

Le niveau de papillotement et le niveau des harmoniques doit rester au-dessous des limites définies par les normes du Comité Electrotechnique International (CEI 61000-3).

#### 3-1 Harmoniques:

L'Unité de Production d'électricité à partir des énergies renouvelables doit être conçue pour ne pas engendrer un taux de distorsions harmoniques total du courant qui ne dépassent pas les 4% au point de raccordement ( $TDH_i < 4\%$ ) et qui ne dépassent pas les limites individuelles mentionnées dans les normes CEI 61000-3-2 et CEI 61000-3-12.

#### 3-2 Papillotement :

Toute Unité de Production d'électricité à partir des énergies renouvelables raccordée au réseau basse tension ne doit pas engendrer des Flicker de court terme dépassant la limite Pst 1 et de long terme dépassant la limite Plt 0.8 au point de raccordement.

Selon l'ampérage de (s) l'onduleur (s) de l'unité de production d'électricité à partir des énergies renouvelables, l'auto-producteur doit fournir le certificat de



conformité de son (ses) onduleur(s) conformément aux normes suivantes CEI 61000-3-3 et CEI 61000-3-11.

### **3-3 Déséquilibre**

Le déséquilibre entre phases d'une unité de production d'électricité à partir des énergies renouvelables ne doit pas dépasser 6 kWc.

### **3-4 Variation de tension rapide**

Les variations de tension rapide causées par la connexion ou déconnexion simultanée des auto-producteurs ne doivent pas dépasser la limite de 3% de la tension nominale au point de raccordement.

La variation de tension rapide peut être estimée à la base de la formule suivante :

$$\Delta u = k_i \frac{S_{NG}}{S_k}$$

avec :

- $S_k$  : puissance de court-circuit au point de raccordement
- $S_{NG}$  : puissance nominale de l'auto-producteur
- $k_i$  : Facteur caractérisant le courant maximal de connexion par rapport au courant nominal de l'unité de production d'électricité à partir des énergies renouvelables.

## **4. Immunité vis-à-vis des perturbations**

L'Unité de Production doit être conçue pour supporter les perturbations liées à l'exploitation en régime normal du réseau de distribution et faire face à celles qui peuvent être générées lors des régimes exceptionnels.

### **5. Facteur de puissance :**

L'onduleur de l'Unité de Production doit fonctionner dans la plage [-0.8, 0.8].

## **ARTICLE 4 : DIMENSIONNEMENT DU RÉSEAU**

Le réseau BT doit être conçu d'une manière à ce que le fonctionnement de chaque composante soit garanti, en particulier :

- Les courants (de charge et de production) ne doivent pas dépasser la capacité thermique des lignes, câbles et transformateurs.
- Les tensions dans le réseau ne doivent pas dépasser la limite de  $\pm 10\%$  de la tension nominale.

- Les capacités court-circuit des composantes

Pour assurer le bon fonctionnement du réseau, la STEG appliquera des règles de dimensionnement du réseau BT.

## **1. Transformateur**

La somme des puissances nominales des Unités de Production raccordées sur un transformateur Moyenne Tension / Basse Tension doit être inférieure à la puissance nominale de ce transformateur.

## **2. Câbles BT**

Le câble reliant le point de raccordement au poste de transformation Moyenne Tension/Basse Tension, doit assurer le transit de la somme des puissances susceptibles d'être fournies par les Unités de Production raccordées sur le même départ.

## **ARTICLE 5 : RESPECT DES PUISSANCES DE COURT CIRCUIT**

L'augmentation de la puissance de court-circuit au point de raccordement, due au raccordement de l'Unité de Production, ne doit pas entraîner de dépassement des puissances de court-circuit de dimensionnement du matériel faisant partie du réseau de distribution.

## **ARTICLE 6 : EXIGENCES RELATIVES AU FONCTIONNEMENT DE LA TELECOMMANDE CENTRALISEE**

L'Unité de Production ne doit pas entraîner de dysfonctionnement de la télécommande centralisée du réseau de distribution.

## **ARTICLE 7 : EXIGENCES RELATIVES AU SYSTEME DE PROTECTION ET DE DECOUPLAGE**

### **1. Mise en place d'un dispositif de découplage**

L'Unité de Production doit être munie d'un système constitué d'une protection et d'un dispositif de découplage installés entre la sortie du générateur et l'Unité intérieure. Ce système a pour effet de déconnecter instantanément l'Unité de Production du réseau Basse Tension de sorte à :

- Permettre le fonctionnement normal des protections et automatismes installés par la STEG ;
- Eviter d'alimenter un défaut ou de laisser sous tension un ouvrage en défaut ;
- Prévenir l'injection sur le réseau de l'électricité à des fréquences anormales.

Le dispositif de découplage et de protection doit être conforme à la norme DIN VDE0126 ou équivalente.

Le dispositif de protection doit intégrer au moins les fonctions de protections suivantes :

- Sur-tensions et sous-tensions ;
- Sur-fréquence et sous-fréquence ;
- Anti-ilotage (au moins une méthode active implémentée dans les onduleurs, et une méthode passive dans le dispositif de protection autonome) ;
- Surintensité ;
- Injection des courants continus.

Les réglages de l'élément de protection seront spécifiés par la STEG.

Dans le cas où l'Unité de Production comporte

- un ou plusieurs onduleurs, intégrant le dispositif de découplage: Le dispositif de découplage et le(s) onduleur(s) doivent être conformes à la norme DIN VDE 0126 ou équivalente. La preuve de conformité devra être soumise à l'approbation préalable de la STEG moyennant un certificat de conformité du constructeur concernant chacun des appareils mis en œuvre au format de la norme EN ISO/CEI17050-1.

- un ou plusieurs onduleurs, n'intégrant pas le dispositif de découplage : Le schéma de réalisation du dispositif de découplage, qui doit être conforme à la norme DIN VDE 0126 ou équivalente, devra être soumis à l'approbation préalable de la STEG. Il devra comporter les dispositifs permettant la réalisation par le distributeur des essais de vérification du fonctionnement et le scellé des réglages à prévoir avant tout couplage.

La STEG peut être amenée à procéder à des vérifications périodiques du réglage et du fonctionnement du système de découplage.

## **2. Organes de sectionnement**

Un premier organe de sectionnement accessible depuis le domaine public permet de séparer l'Unité de Production du réseau Basse Tension. Un second organe de sectionnement situé en aval du point de livraison sur l'Unité intérieure permet de séparer le branchement de l'Unité de Production et ce, afin de permettre une intervention sécurisée sur le disjoncteur de branchement.

L'auto-producteur a la responsabilité de protéger correctement ses équipements. Ses protections doivent être rapides et fiables pour tout type de défaut à l'intérieur de ses unités.

### **3. Synchronisation automatique**

L'Unité de Production sera synchronisée au réseau automatiquement. Dans le cas d'une interruption longue ( $>3\text{min}$ ) du départ auquel l'unité de production est raccordée (caractérisée par une tension  $<0,1\text{p.u.}$  pendant au moins  $3\text{min}$ ), l'Unité de Production peut être resynchronisée si

- La tension est entre  $85\%U_n$  et  $110\%U_n$  pendant  $60\text{s}$  et
- La fréquence est entre  $47,5\text{Hz}$  et  $50,2\text{Hz}$  pendant  $60\text{s}$

Dans le cas d'une coupure courte ( $<3\text{min}$ ) l'Unité est autorisée à se resynchroniser automatiquement si la tension et la fréquence se trouve dans les plages décrites ci-dessus pendant  $5\text{s}$ .

Pendant la synchronisation au réseau la puissance active de l'Unité de Production contrôlable (p. ex. onduleur) ne doit pas augmenté avec un gradient qui est plus grand que  $10\%$  de  $P_c$  (Puissance active crête) par minute.

La synchronisation doit être contrôlée par un dispositif de synchronisation automatique.

### **ARTICLE 8 : CONDITIONS DE MISE A LA TERRE**

De manière générale, le neutre du réseau Basse Tension ne doit pas être relié à la terre dans l'Unité de Production tant qu'elle est reliée au réseau Basse Tension.

Si elle doit l'être en fonctionnant en réseau séparé, un asservissement doit être installé entre la mise à la terre du neutre et le couplage. Toutefois, si le réseau électrique le permet, la connexion du neutre Basse Tension à la terre dans l'Unité de Production est possible, après accord de la STEG.

L'Unité, en particulier le côté DC, doit être conforme à la norme UTE 15-712

### **ARTICLE 9 : SYSTEME DE COMPTAGE**

La mesure de l'énergie injectée par l'auto-producteur sur le réseau Basse Tension de la STEG sera effectuée au moyen d'un compteur électronique bidirectionnel de classe  $\leq 2$ .

Le système de comptage de l'énergie livrée par l'auto-producteur sur le réseau Basse Tension est fourni et installé par la STEG au frais de l'auto-producteur et devient propriété de la STEG qui en assure l'entretien. Le système de comptage demeure sous la garde de l'auto-producteur, lequel doit s'abstenir d'altérer son fonctionnement ou de le rendre inaccessible aux agents de contrôle de la STEG.

## **ARTICLE 10 : L'ACCES AU RESEAU BASSE TENSION**

L'accès au réseau Basse Tension n'est autorisé que si les Exigences Techniques de Raccordement et d'Exploitation prévues au présent Cahier des Charges sont respectées.

## **ARTICLE 11 : MISE EN SERVICE ET RACCORDEMENT DE L'UNITÉ DE PRODUCTION**

La mise en service du raccordement de l'Unité de Production par la STEG ne peut être déclarée qu'après établissement du procès verbal de réception et de mise en service signé conjointement par la STEG et l'auto-producteur auquel sera annexée une attestation de conformité de l'Unité de Production aux normes et aux règles de l'art signée par un l'installateur éligible.

## **II) EXIGENCES TECHNIQUES D'EXPLOITATION :**

### **ARTICLE 12 : CONSIGNES D'EXPLOITATION ET DE SECURITE**

L'Unité de Production ne doit être couplée que si le réseau Basse Tension auquel elle est raccordée est en service.

Avant la mise en service de l'Unité, la STEG arrête avec l'auto-producteur les consignes d'exploitation et de sécurité relatives aux conditions de couplage de l'Unité de Production.

Le couplage au réseau Basse Tension est sous la responsabilité de l'auto-producteur. Il ne doit pas entraîner de perturbations sur le réseau Basse Tension.

En cas d'incident, la STEG est considérée comme décideur principal pour les actions à entreprendre pour rétablissement de la situation normale d'exploitation du réseau Basse Tension. L'ensemble de ces dispositions sera soumis à l'auto-producteur pour signature.

### **ARTICLE 13 : MODALITES D'EXPLOITATION**

## **1. Exploitation en régime normal**

En régime normal le raccordement doit être établi de manière continue et permanente. Il n'est ouvert que sur action automatique des organes de protection ou pour des interventions programmées. L'Unité de Production est gérée par l'auto-producteur. Toute anomalie pouvant en affecter le fonctionnement doit être communiquée à la STEG.

L'auto-producteur s'engage à fournir à la demande de la STEG les informations disponibles relatives au fonctionnement de son Unité de Production lors de l'analyse d'incident faisant suite à une anomalie.

## **2. Interventions programmées**

Toute intervention programmée par la STEG sur le réseau de distribution nécessitant la séparation de l'Unité de Production du réseau Basse Tension, fait l'objet d'un message transmis à l'auto-producteur 24 heures à l'avance. Toute intervention programmée de l'auto-producteur sur l'Unité de Production doit faire l'objet d'un message transmis à la STEG 24 heures à l'avance.

## **3. Coordination des programmes d'entretien**

Un planning d'entretien des Unités de Production est arrêté d'un commun accord entre l'auto-producteur et la STEG ; Cette dernière s'efforce de faire coïncider l'entretien de la liaison avec l'arrêt des équipements de l'auto-producteur.

## **4. Arrêts fortuits**

En cas d'incident imposant l'arrêt de la fourniture d'énergie électrique, la partie sinistrée doit informer l'autre partie de la cause et la durée probable de l'arrêt dans les meilleurs délais et au maximum dans les deux heures qui suivent l'incident.

## **ARTICLE 14 : OBSERVABILITE**

Toute Unité dont la puissance dépasse 100 kWc doit être observable (ou télé relevable à distance).

Toute Unité dont la puissance est inférieure ou égale à 100kWc peut être observable sur demande de la STEG.

## **ARTICLE 15 : RESPECT DES PRESCRIPTIONS DES EXIGENCES TECHNIQUES DE RACCORDEMENT ET D'EXPLOITATION**

En cas de non-respect des prescriptions des Exigences Techniques de Raccordement et d'Exploitation du présent Cahier des Charges, la STEG peut mettre la liaison hors service avec préavis écrit de 48h et ce, jusqu'à la mise en place par l'auto-producteur des actions correctives nécessaires

Toute modification sur l'Unité de Production doit être obligatoirement soumise à l'accord préalable de la STEG.