



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

Société Tunisienne  
de l'Electricité et du Gaz



الشركة التونسية  
لل كهرباء والغاز

**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 triphasés, les unités à une puissance  $< 6$  kWc peuvent être monophasés.

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

L'Unité de Production est soumise aux conditions suivantes :

#### **1. Tenue de fréquence**

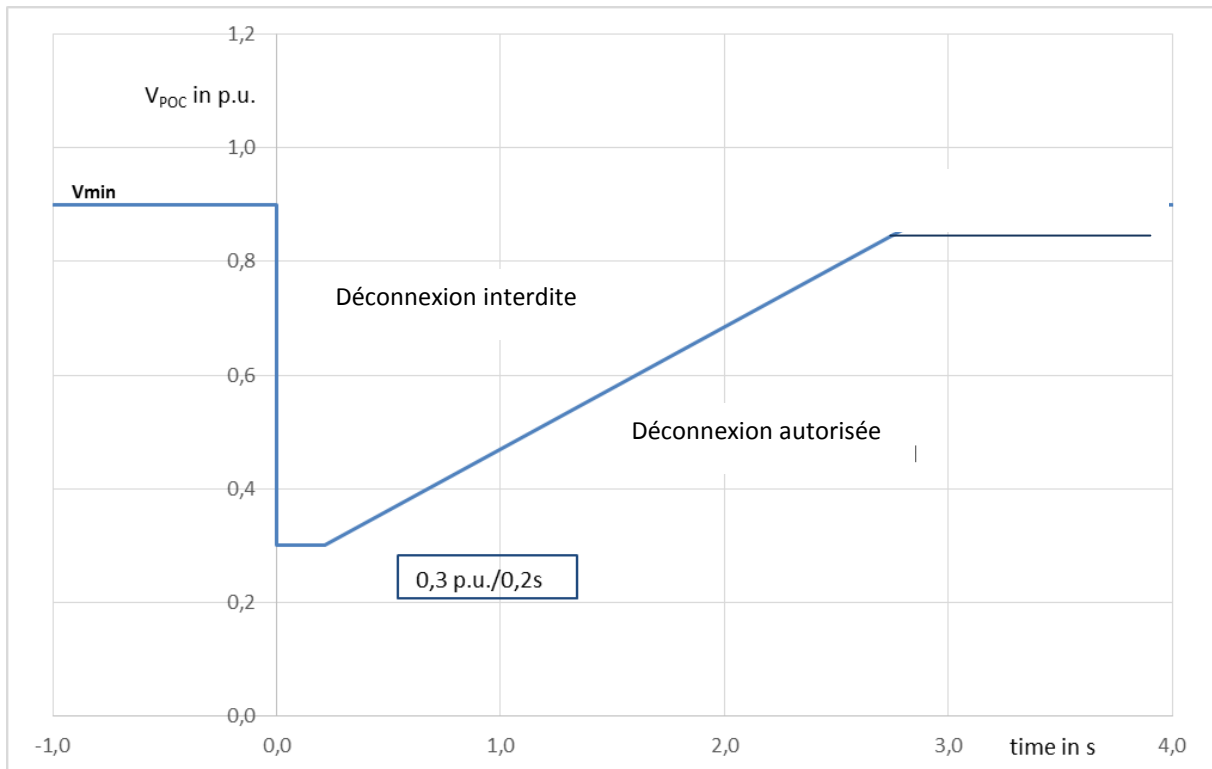
Toute Unité de Production à partir des énergies renouvelables doit rester connectée au réseau dans les intervalles de fréquence [47.5, 52].

#### **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 ( $TDHi < 4\%$ ) 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.



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





Société Tunisienne  
de l'Électricité et du Gaz



الشركة التونسية  
لل كهرباء والغاز

**CAHIER DES EXIGENCES TECHNIQUES DE  
RACCORDEMENT ET D'EVACUATION DE  
L'ENERGIE PRODUITE A PARTIR DES  
INSTALLATIONS D'ENERGIES  
RENOUVELABLES RACCORDEES SUR LE  
RESEAU HAUTE ET MOYENNE TENSION**

## Table des matières

A- Introduction.....	
I.1) Champ d'application .....	
I.2) Objet.....	
I.3) Dispositions et réglementations .....	
B- Exigences techniques de raccordement et d' exploitation des installations de production d'électricité à partir des énergies renouvelables .....	
I) Etudes de raccordement.....	
I.1) Types d'études.....	
I.2) Données à transmettre.....	
II) Exigences techniques de raccordement .....	
II.1) Plages de fonctionnement en fréquence .....	
II.2) Plages de fonctionnement en tension .....	
II.3) Exigences lors de variation de tension.....	
II.3.1) Exigences lors de variation à la baisse de la tension LVRT .....	
II.3.2) Exigences lors de variation à la hausse de la tension HVRT.....	
II.3.3) Maintien du courant réactif en cas de LVRT/HVRT.....	
II.4) Réglage de fréquence .....	
II.5) Réglage de tension .....	
II.6) Exigences relatives à la puissance active produite .....	
II.7) Exigences relatives à la fourniture/absorption de la puissance réactive.....	
II.8) Exigences relatives au système de protection .....	
II.8.1) Equipements de protection.....	
II.8.2) Protection de découplage.....	
II.8.3) Sélectivité .....	
II.9) Système de comptage .....	
II.10) Qualité de l'onde .....	
II.10.1) Harmoniques .....	
II.10.2) Papillotement (Flicker) .....	
II.10.3) Déséquilibre de tension.....	
II.10.4) Composante continue.....	
II.10.5) Intéférence de téléphone .....	
II.10.6) Intéférence de télécommunications.....	
II.10.7) Exigences additionnelles en matière de la qualité de l'onde électrique.....	
II.11) Télécommunication .....	
III) Régulation de fréquence.....	
III-1) Réponse inertielle.....	
III-2) Réglage primaire.....	
IV) Exploitation des installations.....	
IV.1) Les consignes d'exploitation des installations.....	
IV.2) Régimes d'exploitation.....	
IV.3) La sécurité des équipes opération sur la liaison.....	
V) Informations nécessaires pour l'exploitation.....	
VI) Maintenance des installations.....	
VII) Dispositions générales .....	
VII.1) Conformité de l'installation et réception technique.....	
VII.2) Respect des exigences du code réseau.....	

## ACRONYMES

- **CCITT** Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique
- **CEE** Centrale Electrique Eolienne
- **CEI** Commission Electrotechnique Internationale
- **EnR** Energies renouvelables
- **GEE** Groupe Electrique Eolien
- **HT** Haute Tension
- **HVRT** High Voltage Ride Through
- **LVRT** Low Voltage Ride Through
- **MT** Moyenne Tension
- **PCC** Point Commun de Couplage
- **PV** Photovoltaïque
- **SE** Système Électrique
- **STEG** Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz
- **THFF** Telephon Harmonic Form Factor
- **THD<sub>i</sub>** Facteur total de distorsion de courant
- **IP** Indice de protection

# GLOSSAIRE

## **Auto-producteur**

Toute personne physique ou morale qui produit de l'électricité principalement pour son usage propre.

## **Centrale électrique**

Equipement destiné à la production d'énergie électrique qui comprend des ouvrages de génie civil, de conversion énergétique et l'appareillage associé.

## **Comptage**

Comptabilisation des différentes caractéristiques de l'électricité produite ou consommée.

## **Congestion ou contrainte réseau**

Situation du système électrique où les règles de sûreté en exploitation ne sont plus localement satisfaites ; (ex : surcharge d'une ligne, risque de perte de stabilité...)

## **Courant (I)**

C'est le flux de charges électriques circulant dans un circuit. Il se mesure en ampères (A) voire en kA. Un kilo ampère, kA est égal à 1000 ampères.

## **Creux de Tension**

Diminution brusque de la tension de fourniture suivie du rétablissement de la tension après un court laps de temps. La

mesure de la tension efficace est effectuée indépendamment sur chacune des trois tensions composées. Il y a creux de tension dès que la valeur efficace d'une tension est inférieure à une valeur appelée "seuil". Le creux de tension débute dès qu'une tension est inférieure au seuil; il se termine dès que les trois tensions sont supérieures au seuil. On considère qu'il s'est produit deux creux de tension différents si les deux phénomènes sont séparés par un retour dans la zone de variations contractuelles durant plus de 100 ms.

## **Cos Phi**

Abréviation de cosinus Phi : Pour un alternateur, c'est le rapport entre la puissance active et la puissance apparente (voir Phi).

## **Déclencher (déclenchement)**

Mettre hors tension un ouvrage électrique ou arrêter un groupe de production.

## **Délester (une charge)**

Couper volontairement une charge afin de participer à l'équilibre production consommation.

## **Déséquilibre de tension**

Situation où les trois tensions du système triphasé ne sont pas égales en

amplitudes et/ou ne sont pas déphasées de 120° les unes par rapport aux autres.

### **Dispatching National**

Personne morale chargée de la coordination du Système de Production et de Transport de l'électricité (dispatching national). Le Dispatching est responsable de la conduite d'un réseau électrique intégré et assume diverses fonctions comme la détermination des puissances de sortie des centrales électriques et d'autres sources d'énergie, la conduite des lignes de transport, des postes et des installations connexes et la programmation des mouvements d'énergie.

### **Energie active**

Energie électrique transformable en une énergie d'une autre nature.

### **Energie réactive**

Dans un réseau à tension alternative, énergie échangée en permanence entre les différents champs électrique et magnétique liés à son fonctionnement et à celui des appareils qui lui sont raccordés.

### **Energie renouvelable**

Les énergies renouvelables sont des énergies inépuisables. Fournies par le soleil, le vent, la chaleur de la Terre, les

chutes d'eau, les marées ou encore la croissance des végétaux, leur exploitation n'engendre pas ou peu de déchets et d'émissions polluantes. Dans ce document on entend par installation à énergies renouvelables (installation ENR) les installations éoliennes ou photovoltaïques.

### **Énergie produite (E)**

Énergie électrique produite par un ou plusieurs groupes pendant une durée déterminée et comptabilisée en kilowattheures (kWh), en megawattheures (MWh), en gigawattheures (GWh), ...

1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kWh.

### **Fréquence (F)**

Nombre d'alternance du courant alternatif pendant une seconde. La fréquence nominale du réseau Tunisien est 50Hz.

### **Groupe de production**

Ensemble des équipements électromécaniques (notamment une turbine et un alternateur) et de leurs auxiliaires pouvant produire de manière autonome de l'énergie électrique à des caractéristiques déterminées (niveau de puissance, niveau de tension, consommation de combustible, fréquence, ...).

## **Indisponibilité**

État d'un ouvrage du système électrique qui est déclaré hors service.

## **Installation électrique**

Ensemble des matériels électriques qui transforment au moyen de lignes et canalisations fixes l'énergie électrique d'une façon globale et permanente aux divers équipements qui l'utilisent localement. Les installations comportent les auxiliaires des ouvrages de production, transport et distribution et les ouvrages de production.

## **Installation de Production**

Groupe ou ensemble de groupes de production d'électricité installé sur un même site, exploité par le même producteur et bénéficiant d'une convention de raccordement unique.

## **Marge de réserve de production (en MW)**

C'est la puissance disponible mobilisable à la demande du gestionnaire du réseau pour répondre à un déficit de production inattendu ou à une augmentation imprévue de la charge

## **N-1**

Un réseau électrique est exploité en situation de N-1 lorsqu'un ouvrage de transport (N-1 réseau) ou d'un groupe

de production (N-1 groupe) devient indisponible de manière imprévue (avarie, déclenchement, ..).

## **Ouvrages de production**

Ensemble d'équipements (machines tournantes, appareillages, canalisations et postes de transformation annexés) destinés à produire de l'énergie électrique.

## **Ouvrages de distribution- Réseaux**

Ensemble d'équipements destinés au transport de l'énergie électrique dans les réseaux de distribution. Il inclut également les installations d'éclairage public posées sur les mêmes supports que le réseau de distribution en utilisant les mêmes câbles, à l'exclusion des luminaires.

## **Parc de production**

L'ensemble des groupes de production d'électricité raccordés au Réseau de Transport de l'Électricité.

## **Parc Eolien**

Ensemble d'aérogénérateurs ou de CEE connectés au réseau électrique au même point de raccordement.

## **Papillotement**

Impression d'instabilité de la sensation visuelle due à un stimulus lumineux dont la luminance ou la répartition spectrale fluctue dans le temps.

## **phi**

Angle traduisant le décalage temporel entre les composantes fondamentales de l'onde de tension et l'onde de courant. Phi est exprimé en radians.

## **Photovoltaïque**

Qui produit de l'énergie électrique à partir d'un rayonnement solaire.

## **Plan de restauration ou de reconstitution d'un Réseau de Transport de l'Electricité**

C'est le processus de reconstitution, par étapes, de l'ensemble du réseau après un blackout total ou partiel.

## **Plan de sauvegarde ou de défense**

Procédures opérationnelles applicables dans le but d'assurer, la sécurité, la fiabilité et l'efficacité du réseau.

## **Point de raccordement**

Point physique du réseau électrique auquel est raccordée l'installation. Le point de raccordement constitue la limite de responsabilité entre la STEG et l'installation.

## **Producteur**

Toute personne physique ou morale qui produit ou qui entreprend les démarches pour produire de l'électricité à partir des énergies renouvelables.

## **Puissance ou charge (P)**

C'est l'énergie produite par unité de temps. Elle se mesure en watt, kilowatt (kW), en mégawatt (MW), ou en gigawatt (GW), ...

## **Puissance active**

Aussi appelée « puissance réelle ». Taux d'exécution du travail ou de transfert de l'énergie, généralement exprimé en kilowatts (kW) ou en mégawatts (MW). On utilise souvent l'expression « puissance active » ou « puissance réelle » plutôt que « puissance » seule pour la distinguer de la « puissance réactive ».

## **Puissance apparente**

Produit du courant par la tension et par un facteur dépendant du nombre des phases. La puissance apparente englobe les puissances réactive et réelle et est généralement exprimée en kilovoltampères (kVA) ou mégavoltampères (MVA).

## **Puissance réactive**

Partie du courant électrique qui crée et maintient les champs magnétiques et électriques du matériel véhiculant un courant alternatif. Elle influence directement la tension du réseau électrique. Elle s'exprime généralement en kilovars (kvar) ou en Mégavars (Mvar).

### **Puissance disponible**

Puissance électrique pouvant être produite en régime continu par une installation, dans les conditions ambiantes.

### **Puissance installée**

C'est la somme des puissances actives nominales des groupes de production constituant une installation ou un parc.

### **Puissance de réserve tournante**

C'est une réserve de puissance active instantanément (sous 30 secondes) disponible et pouvant être maintenue sur une durée déterminée.

### **Puissance maximale**

Puissance active maximale qu'une installation peut fournir d'une façon continue.

### **Puissance nominale**

Puissance active développée par une installation de production opérant aux conditions nominales du site.

### **Puissance réactive**

Puissance électrique qui ne peut pas être transformée en d'autres formes de puissance. Quantité égale à  $\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin(\phi)$  où U et I sont les valeurs efficaces des composantes tension et courant.

### **Raccordement**

Action qui permet de relier physiquement et administrativement un utilisateur au réseau.

### **Régime/Plage de fonctionnement normal**

Régime de fonctionnement au cours duquel les caractéristiques fondamentales d'un système restent dans des plages, dites normales, ciblées par l'exploitant.

### **Rendement**

C'est le rapport de l'énergie produite par l'installation sur l'énergie consommée par cette installation pour la produire.

### **Réseau haute tension**

C'est le réseau de transport et d'interconnexion qui achemine, de grandes quantités d'énergie électrique sur de longues distances avec un faible niveau de perte. Pour le réseau national de Haute Tension on distingue 4 niveaux de tensions 90 kV, 150 kV, 225 kV et 400 kV.

### **Réseau moyenne tension**

Pour la moyenne tension, on distingue les niveaux de tension 33kV, 15 kV et 10 kV.



## **Réseau de transport et de distribution**

Réseaux conçus pour le transit et la transformation de l'énergie électrique entre les lieux de production et les lieux de consommation. Ils sont composés de lignes électriques qui assurent les liaisons à des niveaux de tension donnés et de postes composés de transformateurs de tension, d'organes de connexion et de coupure, d'appareils de mesures, de contrôle-commande et de moyens de compensation de la puissance réactive.

On distingue deux hiérarchies de réseaux :

- le réseau de grand transport et d'interconnexion qui achemine, en 400 kV ou 225 kV de grandes quantités d'énergie sur de longues distances avec un faible niveau de perte.
- les réseaux régionaux de répartition qui répartissent l'énergie au niveau des régions qui alimentent les réseaux de distribution publique ainsi que les gros clients industriels.

## **Réseau interconnecté**

Réseau constitué de plusieurs réseaux de transport et de distribution d'électricité reliés entre eux par une ou plusieurs interconnexions.

## **Système électrique SE**

Ensemble des ouvrages de production, de transport et des installations des utilisateurs interconnectés au réseau.

## **Stabilité en tension**

État d'un réseau électrique dans lequel le niveau de tension est constant et contrôlable et s'inscrit dans les limites prévues.

## **Stabilité dynamique**

Aptitude d'un réseau électrique à maintenir ou à retrouver le synchronisme entre ses différentes parties après avoir été soumis à des perturbations d'une gravité déterminée.

## **Tension ou voltage (U)**

C'est la différence de potentiel électrique entre deux points du réseau électrique. Elle s'exprime en volts (V) ou en kilovolts (kV).

## **Utilisateur de réseau**

Toute personne physique ou morale raccordée au réseau.

## **Variation rapide de tension**

Un changement brusque de la tension de fourniture pendant un court laps de temps (de l'ordre de centaines de ms).

## **A) Introduction :**

---

### **I) Objet**

---

Le présent document établit les exigences techniques de raccordement et d'exploitation auxquelles doivent satisfaire les installations électriques à partir des sources d'énergies renouvelables, éoliennes et photovoltaïques, pour se raccorder au réseau électrique national de haute et moyenne tension, de façon à garantir le fonctionnement sûr du système électrique.

Les exigences définies dans ce document visent essentiellement le fonctionnement efficient du système électrique national et reposent sur les cinq principes suivants :

- La fiabilité du réseau électrique national
- La stabilité du réseau
- Le maintien de la qualité du service pour les clients raccordés au réseau
- La protection des équipements du réseau
- La sécurité des employés de la STEG

### **II) Champ d'application :**

---

Ce document s'applique à toute installation éolienne ou photovoltaïque qui sera raccordée au réseau Haute et Moyenne Tension (400 kV, 225 kV, 150kV, 90 kV, 30 kV, 15kVet 10 kV).

### **III) Dispositions et réglementations**

---

Les installations de production qui seront raccordées au réseau HT et MT sont régies par les exigences du présent document ainsi que par la liste récapitulative des textes législatifs et réglementaires suivants :

-Décret-loi n° 62-8 du 03/04/1962 portant création et organisation de la Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz tel que ratifié par la loi n° 62-16 du 24/05/1962.

-Décret n°64-9 du 17/01/1964 portant approbation du cahier des charges relatif à la fourniture de l'énergie électrique sur l'ensemble du territoire de la République.

-Décret n° 2009-2773 du 28/09/2009 fixant les conditions de transport de l'électricité produite à partir des énergies renouvelables et de la vente de ses

excédents à la Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz.

-Arrêté du ministre de l'industrie et de la technologie du 12 mai 2011 portant approbation du cahier des charges relatif aux conditions techniques de raccordement et d'évacuation de l'énergie électrique des installations de cogénération et d'énergies renouvelables sur le réseau électrique national.

-Loi n°12-2015 du 11 mai 2015 relative à la production de l'électricité à partir des énergies renouvelables.

## **B) Exigences techniques de raccordement et d'exploitation des installations de production d'électricité à partir des énergies renouvelables**

---

### **I) Etudes de raccordement**

---

#### **I.1) Types d'études**

---

##### **a) Etudes à effectuer par la STEG**

Pour le réseau Haute et Moyenne Tension, le but de l'étude technique est de définir le schéma de raccordement avec les ouvrages nécessaires permettant l'évacuation de la puissance au réseau ainsi que les éventuels renforcements pour l'intégration de l'installation du producteur sans nuire à la sûreté de fonctionnement des réseaux de transport et de distribution.

Le but de ces études est de garantir un raccordement adéquat et fiable du producteur aux réseaux de la STEG et d'estimer les coûts y afférents. Pour ce faire, la STEG effectuera les études suivantes:

- Une étude technique qui permet de dégager un schéma optimal de raccordement au réseau HT ou MT tenant compte des contraintes de faisabilité accompagnée d'un devis estimatif de ce raccordement.
- Etudes sur les harmoniques, notamment sur l'allocation des limites individuelles pour les tensions harmoniques (d'après IEC 61000-3-6)
- Etudes sur le papillotement, notamment sur l'allocation des limites individuelles pour le Flicker (d'après IEC61000-3-7)
- L'étude de réalisation du raccordement de l'installation du producteur, au réseau de la STEG, qui permet de définir la composition détaillée du raccordement du producteur aux réseaux HT ou MT ainsi que les spécifications techniques des équipements y afférents.

En complément de ces études, la réalisation d'une étude de stabilité du réseau est envisagée par la STEG dans le cas où elle le jugerait nécessaire.

La STEG transmettra une réponse au producteur stipulant le schéma de son raccordement au réseau, le coût estimé de la solution y afférente ainsi que le délai de réalisation. Les délais et les estimations sont donnés à titre indicatif.

## **b) Etudes à effectuer par le producteur**

Les études à effectuer par le producteur concernent :

- les études de protection.

Le producteur doit présenter à la STEG pour approbation une étude de protection et de sélectivité de son installation établie par un bureau d'ingénierie. Cette étude doit comporter :

- le schéma unifilaire de l'installation
- le schéma de commande et de protection des équipements de l'installation
- les caractéristiques électriques des transformateurs, des équipements de production et des systèmes de commande et de protection
- tout autre document technique relatif aux équipements de l'installation jugé nécessaire pour l'approbation de l'étude.

La STEG fournira à la demande au producteur les données relatives au réseau nécessaires pour déterminer les caractéristiques techniques des appareils de protection et leurs réglages.

Les symboles CEI doivent être impérativement utilisés dans cette étude. Il est à noter que l'approbation de l'étude par la STEG n'engage pas sa responsabilité ni sur le contenu ni sur les répercussions de la réalisation du projet.

- les études sur la qualité de l'onde :
  - les études sur les variations d'onde notamment sur les courants harmoniques injectés,
  - les études de papillotement de la tension (vérification des limites allouées par la STEG).
- Etudes de flux de puissance pour démontrer la capacité de l'installation à absorber/fournir de la puissance réactive,
- Etudes de court-circuit pour pouvoir communiquer la contribution des courants de court-circuit maximale de la ferme éolienne ou photovoltaïque au réseau.

- Etudes dynamique du type LVRT ou HVRT pour démontrer la capacité de la ferme éolienne ou photovoltaïque à fournir le courant réactif au point de raccordement.

## I.2) Données à transmettre:

Le producteur qui compte se raccorder au réseau HT ou MT de la STEG doit transmettre les données techniques indiquées dans le tableau ci-dessous. La mise en service n'est réalisée qu'après fourniture des résultats des essais conformément au tableau suivant.

**T** : données relatives à l'étude technique

**E** : données enregistrées suite aux essais faisant l'objet des activités d'essai, de surveillance et de contrôle

Description des données (symbole)	Unités de mesure	Catégorie des données
<b>Données générales de l'installation éolienne</b>		
Fabricant du groupe électrique éolien	Raison sociale	T
Localisation de l'installation du producteur		T
Année de mise en service prévue	Date	T
Nombre des groupes éoliens constituant la CEE	Nombre	T
Type des groupes générateurs éoliens constituant la CEE	Description	T
Approbation de type pour chaque groupe électrique éolien	N° certificat	T
Raccordement au réseau, emplacement barre collectrice et point de raccordement	Texte, schéma	T
Tension nominale au point de raccordement	kV	T
Schéma électrique de la centrale électrique éolienne en ensemble	Schéma	T
<b>Niveau de la centrale électrique éolienne :</b>		
Puissance active nominale de la CEE	MW	T, E
Puissance maximale apparente nominale à la barre collectrice de la CEE	MVA	T,E
Puissance active nette maximale à la barre collectrice de la CEE	MW	T,E
Fréquence de fonctionnement à des paramètres nominaux	Hz	T,E
Vitesse maximale / minimale de variation de la puissance active pouvant être réalisée au niveau de la CEE	MW/min	T,E
Consommation des services auxiliaires à la puissance maximale produite à la barre collectrice	MW	T,E
Conditions spéciales de connexion / déconnexion de la centrale électrique éolienne, autres que celles des groupes électriques éoliens composants	Texte	T,E
Modèle de la ferme éolienne validé par les essais (avec tous les câbles, transformateurs, unités de production, régulation complète de la ferme).	Texte	T
Mesures des émissions harmoniques et Flicker à la base de la		E

norme CEI61400-21		
Circuit équivalent de la centrale pour les études fréquentielles	Schéma	T
Réglage de la puissance active au PCC (boucle de réglage)	schéma de réglage, vitesse de charge-décharge	T, E
Réglage de la tension au PCC (boucle de réglage)	schéma de réglage	T, E
Réglage du facteur de puissance au PCC (boucle de réglage)	schéma de réglage	T, E
Diagramme PQ au point de raccordement	Données graphiques	T,E
Paramètres de la ligne de raccordement au réseau		
<b>Données relatives aux groupes générateurs éoliens composant la CEE :</b>		
Type de l'unité éolienne (à axe horizontal / vertical)	Description	T
Nombre des pales	Nombre	T
Diamètre du rotor	m	T
Hauteur de l'axe du rotor	m	T
Système de commande des pales (pitch/stall)	Texte	T
Système de commande de la vitesse (fixe / à deux vitesses / variable)	Texte	T
Type du générateur	Description	T
Type du convertisseur de fréquence et paramètres nominaux		T
Puissance active nominale	MW	T, E
Puissance active maximale mesurée à la barre collectrice de la CEE - valeur moyenne par 60 secondes - valeur moyenne par 0,2 secondes	MW	E
Puissance active maximale admise	MW	T, E
Puissance apparente nominale	kVA	T, E
Vitesse de variation de la puissance active	MW/min	T, E
Puissance réactive, spécifiée comme une valeur moyenne par 10 minutes en fonction de la valeur moyenne par 10 minutes de la puissance active générée)	kVAr	E
Courant nominal	A	T, E
Tension nominale	V	T, E
<i>Vitesse du vent de conjonction</i>	m/s	E
Vitesse nominale du vent (correspondant à la puissance nominale)	m/s	E
Vitesse du vent de déconnexion	m/s	E
Variation de la puissance générée par la vitesse du vent	Courbe de variation	T, E
Diagramme P-Q au PCC	Données graphiques	
Modèle de l'unité (génératrice éolienne) validé par les essais et les mesures	Texte	E
Données « alternateur » pour les études de stabilité		T
Données «régulation de tension» validées par les tests		T
<b>Données relatives au transformateur élévateur à l'aide duquel la CEE est raccordée au réseau</b>		
Nombre d'enroulements	Texte	T
Puissance nominale de chaque enroulement	MVA	T
Rapport nominal de transformation	kV/kV	T
Tensions de court-circuit par paires d'enroulements	% de Unom	T
Pertes à vide	kW	T
Pertes en charge nominales	kW	T

Courant de magnétisation	%de Inom	T
Groupe de connexions	Texte	T
Intervalle de réglage	kV-kV	T
Schéma de réglage (longitudinal ou longo-transversal)	Texte, diagramme	T
Taille de l'échelle de réglage	%	T
Réglage en charge	OUI/NON	T
Courbe de saturation	Diagramme	T
Coefficient de Flicker en régime de fonctionnement continu		T
Facteur échelle de Flicker pour des opérations de commutation		T
Facteur de variation de la tension)		T
Nombre maximal d'opérations de commutation à un intervalle de 10 min		T, E
Nombre maximal d'opérations de commutation à un intervalle de 2 heures		T, E
<b>Paramètres de qualité de l'électricité par groupe (conçus/réalisés)</b>		
Coefficient de Flicker en régime de fonctionnement continu		T, E
Facteur échelle de Flicker pour des opérations de commutation		T, E
Facteur de variation de la tension		T, E
Nombre maximal d'opérations de commutation à un intervalle de 10 min		T, E
Nombre maximal d'opérations de commutation à un intervalle de 2 heures		T, E
<b>A la barre collectrice</b>		
Facteur total de distorsion de courant THDi		T, E
Harmoniques (jusqu'à l'harmonique 50)		T, E
Facteur de non symétrie de séquence négative		T, E
<b>Données générales de l'installation photovoltaïque</b>		
Fabricant des modules de production PV	Raison sociale	T
Localisation de l'installation du producteur		T
Année de mise en service prévue		T
Raccordement au réseau, emplacement et point de raccordement	Texte, schéma	T
Tension nominale au point de raccordement	kV	T
Schéma électrique de la centrale électrique photovoltaïque en ensemble	Schéma	T
Puissance maximale apparente nominale	MVA	T, E
Puissance active nette maximale	MW	T, E
Fréquence de fonctionnement à des paramètres nominaux	Hz	T, E
Vitesse maximale / minimale de variation de la puissance active pouvant être réalisée au niveau de la centrale électrique photovoltaïque en ensemble	Mw/min	T, E
Conditions spéciales de connexion / déconnexion de la centrale électrique photovoltaïque	Texte	T, E
Réglage de la puissance active au PCC (boucle de réglage)	Schéma de réglage, vitesse de charge-décharge	T, E
Réglage de la tension au PCC (boucle de réglage)	Schéma de réglage	T
Réglage du facteur de puissance au PCC (boucle de réglage)	Schéma de réglage	T
Diagramme PQ au point de raccordement	Données graphiques	T

Paramètres de la ligne de raccordement au réseau		
<b>Données relatives aux onduleurs composant l'installation photovoltaïque</b>		
Type de l'onduleur et paramètres nominaux	Description	T
Puissance active nominale	MW	T, E
Puissance active maximale mesurée à la barre collectrice de l'installation photovoltaïque selon CEI 6140021 valeur moyenne par 60 secondes et valeur moyenne par 0,2 secondes	MW	T, E
Certificat de conformité à la norme VDE 0126-1	Texte	T
Les déclarations de conformité aux directives européennes BT et CEM	Texte	T
Les plages de tension des onduleurs		T, E
Le facteur de puissance		T, E
Indice de protection (IP)		T
La plage de températures de fonctionnement		T
<b>Données générales de l'installation photovoltaïque</b>		
Puissance Active maximale admise	MW	T, E
Puissance apparente nominale	MWA	T, E
Vitesse de variation de la puissance active	MW/min	T, E
Courant nominal	A	T, E
Tension nominale de l'onduleur	V	T, E
Modèle mathématique (ou par les équations/modèle en bloc avec descriptions et paramètres) validé par les tests.		T, E
<b>Données relatives au transformateur élévateur à l'aide duquel l'installation photovoltaïque est raccordée au réseau</b>		
Puissance nominale de chaque enroulement	MVA	T, E
Rapport nominal de transformation	kV/kV	T, E
Tensions de court-circuit par paires d'enroulements	% de Unom	T, E
Pertes à vide	kW	T, E
Pertes en charge	kW	T, E
Courant de magnétisation	%	T, E
Groupe de connexions	Texte	T, E
Intervalle de réglage	kV-kV	T, E
Schéma de réglage (longitudinal ou longo-transversal)	Texte, Diagramme	T, E
Taille de l'échelle de réglage	%	T, E
Réglage en charge	OUI/NON	T, E
Courbe de saturation	Diagramme	T, E
<b>Paramètres de qualité de l'électricité par onduleur</b>		
Coefficient de Flicker en régime de fonctionnement continu		T, E
Facteur échelle de Flicker pour des opérations de commutation		T, E
Facteur de variation de la tension		T, E
Nombre maximal d'opérations de commutation à un intervalle de 10 min		T, E
Nombre maximal d'opérations de commutation à un intervalle de 2 heures		T, E
<b>A la barre collectrice</b>		
Facteur total de distorsion de courant THDi		T, E
Harmoniques (jusqu'à l'harmonique 50)		T, E
Facteur de non symétrie de séquence négative		T, E



## II) Exigences techniques de raccordement

---

Toute installation éolienne ou photovoltaïque dont la puissance installée est supérieure à 10 MW doit avoir un poste d'évacuation MT/HT lié à travers une liaison HT au point de raccordement du réseau comme le montre la figure ci-dessous.

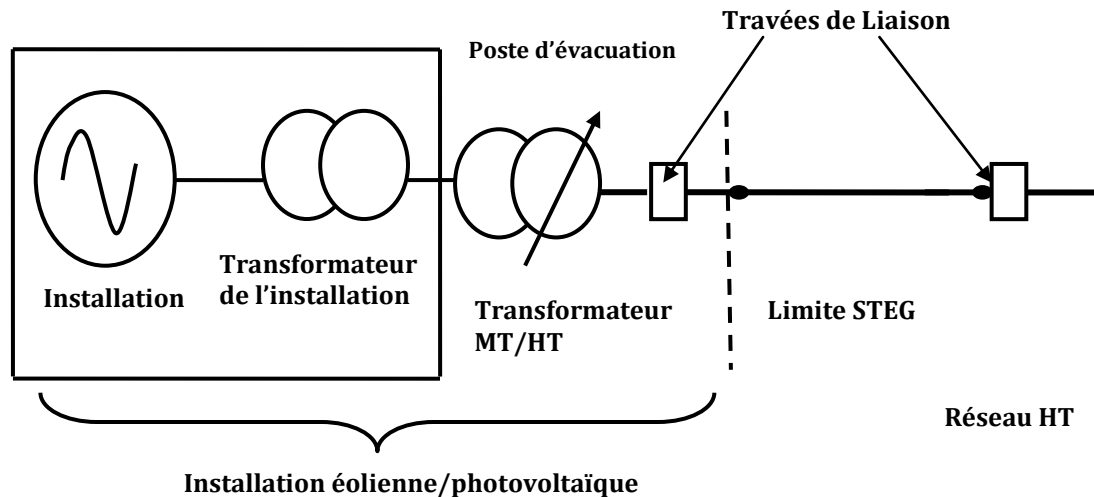


Fig. Schéma type de raccordement sur le réseau HT d'une installation éolienne ou photovoltaïque de puissance supérieure à 10 MW.

Le producteur dont la puissance de son installation est inférieure à 10MW doit soumettre le schéma de raccordement au réseau à la STEG pour approbation.

### II.1) Plages de fonctionnement en fréquence

---

Pour les fréquences d'exploitation normales (49.5 Hz- 50.5 Hz) et au même titre que les centrales conventionnelles, les installations de production ENR raccordées au réseau de haute et moyenne tension doivent rester connectées au réseau sans interruption tout en fonctionnant, du point de vue des puissances actives et réactives, en tout point de fonctionnement pour lequel elles ont été conçues tel que décrites dans le dossier technique présentée dans la demande de raccordement.

Pour les fréquences d'exploitation anormales, une période d'exploitation minimale est définie selon la plage de fréquence du système électrique.

Le tableau ci-dessous présente les plages de fréquence normales et anormales avec les périodes d'exploitation minimales y afférentes :

<b>Intervalle de fréquence</b>	<b>Période exploitation minimale</b>
47.5 Hz - 48.5 Hz	15 minutes en durée cumulée pendant la durée de vie de l'installation.
48.5 Hz - 49.5 Hz	5 heures en continu, 100 heures en durée cumulée pendant la durée de vie de l'installation,
49.5 Hz- 50.5 Hz	Illimitée
50.5 Hz - 51 Hz	1 heure en continu, 15 heures en durée cumulée pendant la durée de vie de l'installation.
51 Hz - 52 Hz	15 minutes, une à cinq fois par an.

Des variations de fréquence plus importantes peuvent survenir à la suite de perturbations sur le réseau de transport. Les exigences relatives au comportement des centrales de production à partir de sources d'énergies renouvelables lors de ces perturbations sont traitées dans le paragraphe II.4 et II.6.

## II.2) Plages de fonctionnement en tension

---

Les installations du producteur doivent être conçues de manière à produire et livrer au point de raccordement, d'une manière continue, la puissance active maximale prévue, dans la plage d'exploitation normale du réseau HT ou MT de la STEG.

Pour les tensions d'exploitation anormales, une période d'exploitation minimale de l'installation est définie selon la plage de tension du système électrique.

Le tableau ci-dessous présente les plages de tension normales et anormales avec les périodes d'exploitation minimales y afférentes :

<b>Intervalle de tension</b>	<b>Période exploitation minimale</b>
0.8Un – 0.85 Un	30 minutes
0.85 Un - 0.93 Un	3 heures
0.93 Un – 1.07 Un	Illimitée
1.07 Un - 1.1 Un	1 heure
1.1 Un – 1.2 Un	15 minutes

Les spécifications relatives aux intervalles de tensions inférieures à 80% sont définies au paragraphe II.3.

## II.3) Réglage de la tension

---

### II.3.1) Fonctionnement normal

---

Les centrales ER raccordées sur le réseau HT ou MT doivent participer au contrôle de la tension de manière continue, dynamique et rapide. Elles doivent être munies d'un système automatique de régulation de la tension et être en mesure de fournir ou d'absorber, en régime permanent, la puissance réactive nécessaire au maintien de la tension dans les limites admissibles de fonctionnement du réseau de transport de la STEG.

La régulation de la tension dans une centrale ER peut être réalisée par l'unité de production éolienne ou onduleur elle-même ou au moyen d'autres équipements ajoutés à la centrale par le producteur (p.ex. compensateur synchrone, STATCOM, etc.). Dans tous les cas, la performance du réglage de tension fournie par une centrale ER doit être similaire à celle d'une centrale de même puissance munie d'alternateurs synchrones classiques.

En régime normal de fonctionnement du réseau de transport de la STEG, la centrale ne doit pas produire au point de raccordement des variations rapides de tension supérieures à  $\pm 5\%$  de la tension nominale.

Afin de permettre au dispatching de la STEG d'effectuer un contrôle régional de la tension, les centrales ER au delà d'une certaine puissance, à définir par le dispatching, doivent être conçues et réalisées de manière à pouvoir recevoir des consignes de source externe visant à régulariser la tension du réseau.

A la demande de la STEG, une fonction supplémentaire permettant d'améliorer l'amortissement des oscillations de puissance de l'installation de production pourrait être ajoutée au régulateur automatique de tension. Le réglage de cette fonction supplémentaire doit faire l'objet d'un accord entre la STEG et le producteur.

### II.3.2) Exigences lors de variation à la baisse de la tension (LVRT)

---

Les centrales EnR dont la puissance est supérieure à 1 MW doivent pouvoir rester en fonctionnement lors de l'apparition au point de raccordement d'un creux de tension illustré sur la Figure 1.

Pour les défauts asymétriques, la courbe s'applique à la tension la plus basse des trois phases.

Après une perturbation, les centrales EnR doivent contribuer au retour du réseau en conditions normales d'exploitation (tension et fréquence). La puissance active doit être rétablie dans un temps maximal ne dépassant pas '1 **Seconde**' après le retour de la tension à son domaine de fonctionnement normal. Pendant la reconstitution de la tension, la puissance réactive ne doit pas être inférieure à la puissance réactive avant le défaut.

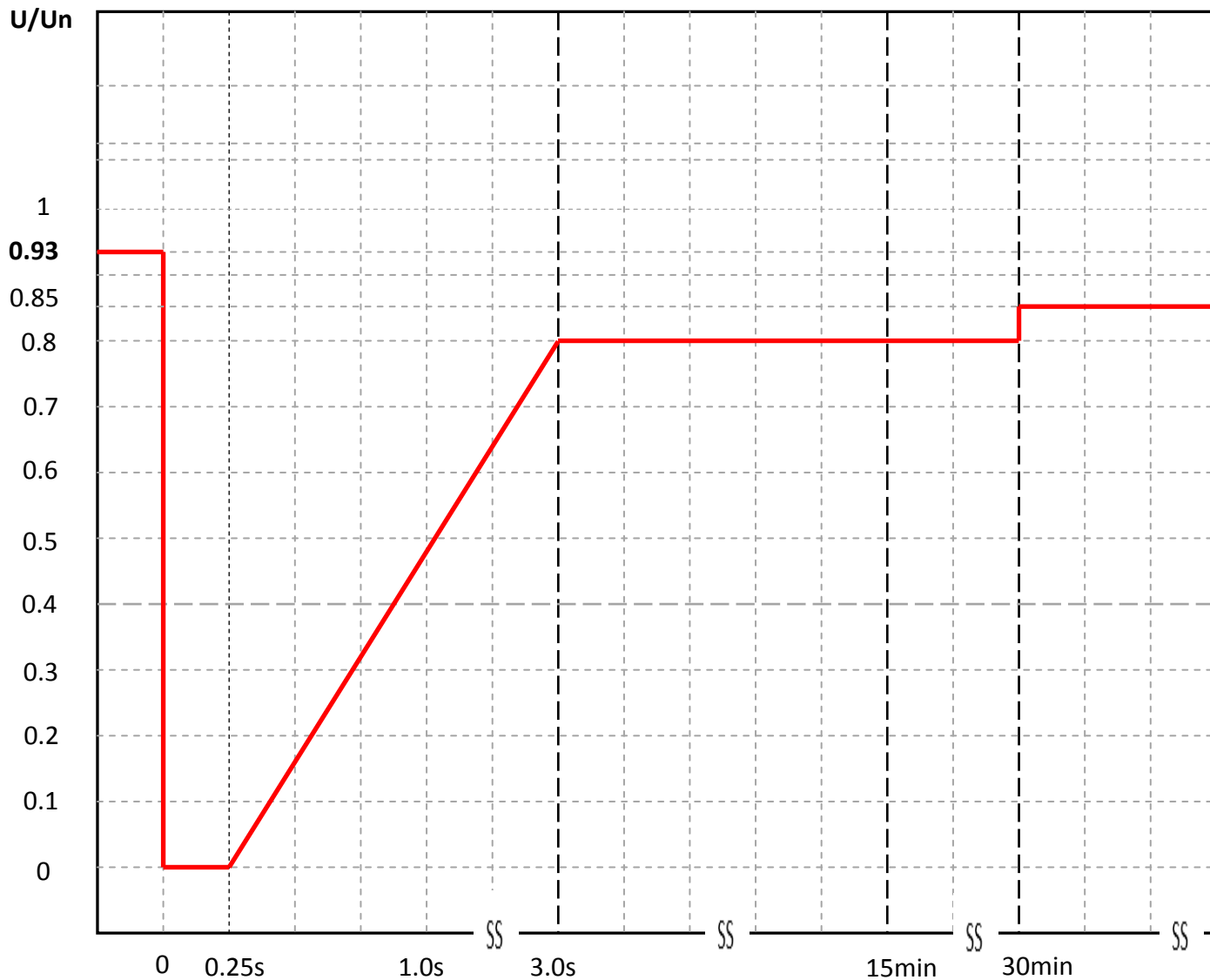
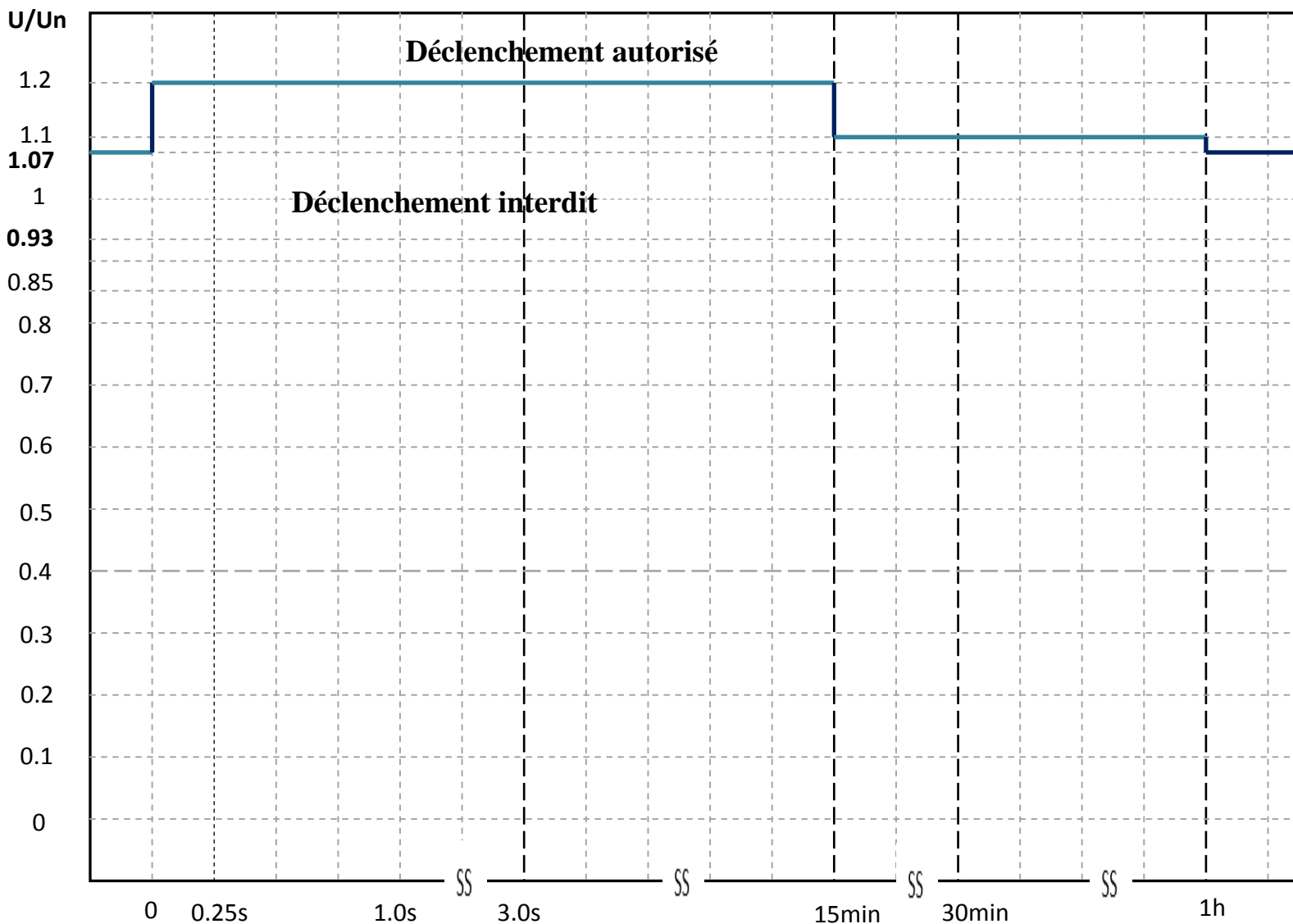


Figure 1 – Sous-tension durant laquelle les centrales EnR doivent demeurer en service

### II.3.3) Exigences lors de variation à la hausse de la tension (HVRT)

Une installation à EnR n'est pas autorisée à se déconnecter en cas de surtension temporaire au point de raccordement.

Les centrales EnR doivent aussi contribuer au retour du réseau en conditions normales d'exploitation (tension et fréquence) après une perturbation comme indiqué dans le graphique ci-dessous :



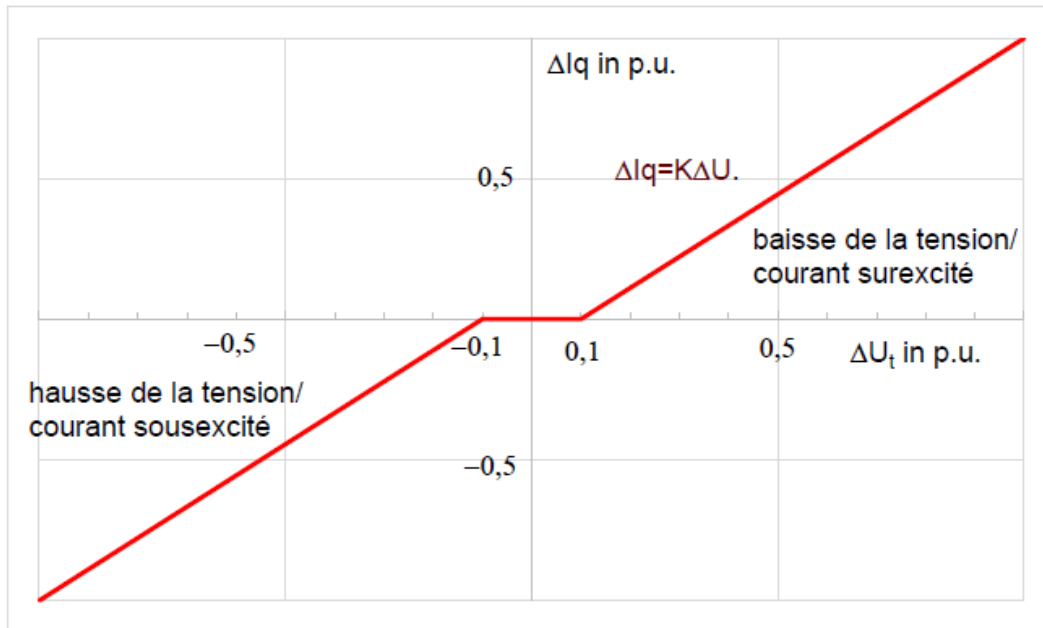
**Figure 2 – Surtension durant laquelle les centrales ER doivent demeurer en service (High Voltage Ride Through)**

### II.3.4) Maintien du courant réactif en cas de LVRT/HVRT

Pour maintenir la tension au cours de situations de creux de tension, les génératrices à EnR doivent injecter du courant réactif supplémentaire dans le réseau à l'instar des centrales conventionnelles.

De même, pour réduire la tension aux valeurs admissibles, les génératrices à énergie renouvelable doivent absorber le courant réactif, pour les situations de surtensions.

Une caractéristique typique de maintien du courant réactif est représentée sur la figure ci-jointe :



Afin de stabiliser la tension aux bornes du réseau électrique, dans le cas des défauts symétriques et asymétriques, l'injection ou l'absorption d'un courant réactif supplémentaire par une unité de production éolienne ou un onduleur PV doit satisfaire les conditions suivantes:

- La durée de l'action d'injection ou d'absorption du courant réactif supplémentaire doit être effectuée dans un délai inférieur au temps minimal d'élimination du défaut, ce délai est fixé à 60 ms.
- La différence entre la tension avant et après les perturbations  $\Delta U = \pm 10\% U_n$ <sup>1</sup>;  $U_n$  : est la tension nominale admissible,
- La différence entre le courant avant et après les perturbations  $\Delta I_Q = K \Delta U$ <sup>2</sup>;  $K$  est défini comme étant un facteur de proportionnalité entre le courant et la tension, il est réglable par le dispatching national et il est compris entre 0 et 10 ( $0 \leq K \leq 10$ ).

<sup>1</sup>  $\Delta U$  : Différence entre la tension avant la perturbation et après la perturbation au point de raccordement local (BT) de l'unité de production en p.u. (base: tension nominale de l'unité de production, coté BT).

<sup>2</sup>  $\Delta I_Q$  Courant réactif additionnel au point de raccordement local (BT) de l'unité de production en p.u. (base: In - puissance active nominale  $P_n$  et tension nominale  $U_n$  de l'unité de production). Dans le cas des perturbations asymétriques,  $\Delta I_Q$  représente le courant dans le système direct et  $\Delta U_t$  représente la tension dans le système direct.  $I_Q$  : Courant réactif total (somme du courant réactive avant la perturbation et le courant réactif additionnel  $\Delta I_Q$ ). Le courant réactif total peut être limité à une valeur de 1 p.u. (base: In -puissance active nominale  $P_n$  et tension nominale  $U_n$  de l'unité de production).

- La marge de tolérance autorisée pour le courant réactif injecté ou absorbé est  $\Delta I_Q = \pm 20\% I_n$  ;  $I_n$  : le courant nominal admissible.

#### II.4) Réglage de la fréquence

---

Les centrales éoliennes ou photovoltaïques dont la puissance nominale est supérieure à 10 MW doivent être dotées d'un système de régulation de fréquence lui permettant de participer au réglage de fréquence primaire et secondaire. Le but de ce système est d'obtenir la participation des centrales ER au réglage de la fréquence, en cas de hausse ou de baisse de fréquence, et ce, au même titre que les centrales conventionnelles.

#### II.5) Réglage de la tension

---

Les centrales éoliennes ou photovoltaïques doivent participer au contrôle de la tension du réseau de transport de manière continue, dynamique et rapide. Elles doivent être munies d'un système automatique de régulation de la tension et être en mesure de fournir ou d'absorber, en régime permanent, la puissance réactive nécessaire au maintien de la tension dans les limites admissibles de fonctionnement du réseau de transport de la STEG.

La régulation de la tension dans une centrale éolienne ou photovoltaïque peut être réalisée par l'éolienne elle-même ou au moyen d'autres équipements ajoutés à la centrale par le producteur (p.ex. compensateur synchrone, STATCOM, etc.). Dans tous les cas, la performance du réglage de tension fournie par une centrale éolienne doit être similaire à celle d'une centrale de même puissance munie d'alternateurs synchrones classiques.

En régime normal de fonctionnement du réseau de transport de la STEG, une centrale éolienne ou photovoltaïque ne doit pas produire au point de raccordement des variations rapides de tension supérieures à  $\pm 5\%$  de la tension nominale.

Afin de permettre au dispatching de la STEG d'effectuer un contrôle régional de la tension, les centrales éoliennes ou photovoltaïques au delà d'une certaine puissance, à définir par la STEG, doivent être conçues et réalisées de manière à pouvoir recevoir des consignes de source externe visant à régulariser la tension du réseau.

A la demande de la STEG, une fonction supplémentaire permettant d'améliorer l'amortissement des oscillations de puissance de l'installation de production pourra être ajoutée au régulateur automatique de tension. Le réglage de cette fonction supplémentaire doit faire l'objet d'un accord entre la STEG et le producteur.

## **II.6) Exigences relatives à la puissance active produite**

---

Les unités de production utilisant des sources d'énergie renouvelables doivent être contrôlables en termes de puissance active et ce, afin de lutter contre un risque sur le réseau ou une perturbation de l'équilibre du système.

En régime normal de fonctionnement, une centrale éolienne ou photovoltaïque doit pouvoir :

- Ajuster la vitesse d'augmentation / de diminution linéaire de la puissance active produite à la valeur imposée par le centre de contrôle de la STEG (MW/minute),
- Diminuer, sur ordre du centre de contrôle de la STEG, la puissance active produite jusqu'à la valeur exigée (y compris jusqu'à la déconnexion), en respectant la vitesse de variation (charge/décharge) établie. La vitesse de variation de la puissance doit être respectée tant dans le cas de la variation naturelle de la puissance (l'intensification de la vitesse du vent ou du rayonnement solaire) que dans le cas des variations de consigne de puissance. Ces dispositions ne se réfèrent pas aux arrêts intempestifs.

La valeur de la vitesse de variation de la puissance doit pouvoir être réglée dans un intervalle compris entre 10% de la puissance installée par minute et la vitesse maximale admise indiquée par le fabricant.

Si une centrale éolienne déclenche en raison du dépassement de la vitesse limite du vent pour laquelle elle a été conçue, elle doit pouvoir se reconnecter automatiquement quand cette vitesse revient à des valeurs normales de fonctionnement.

## **II.7) Exigences relatives à la fourniture/absorption de la puissance réactive**

---

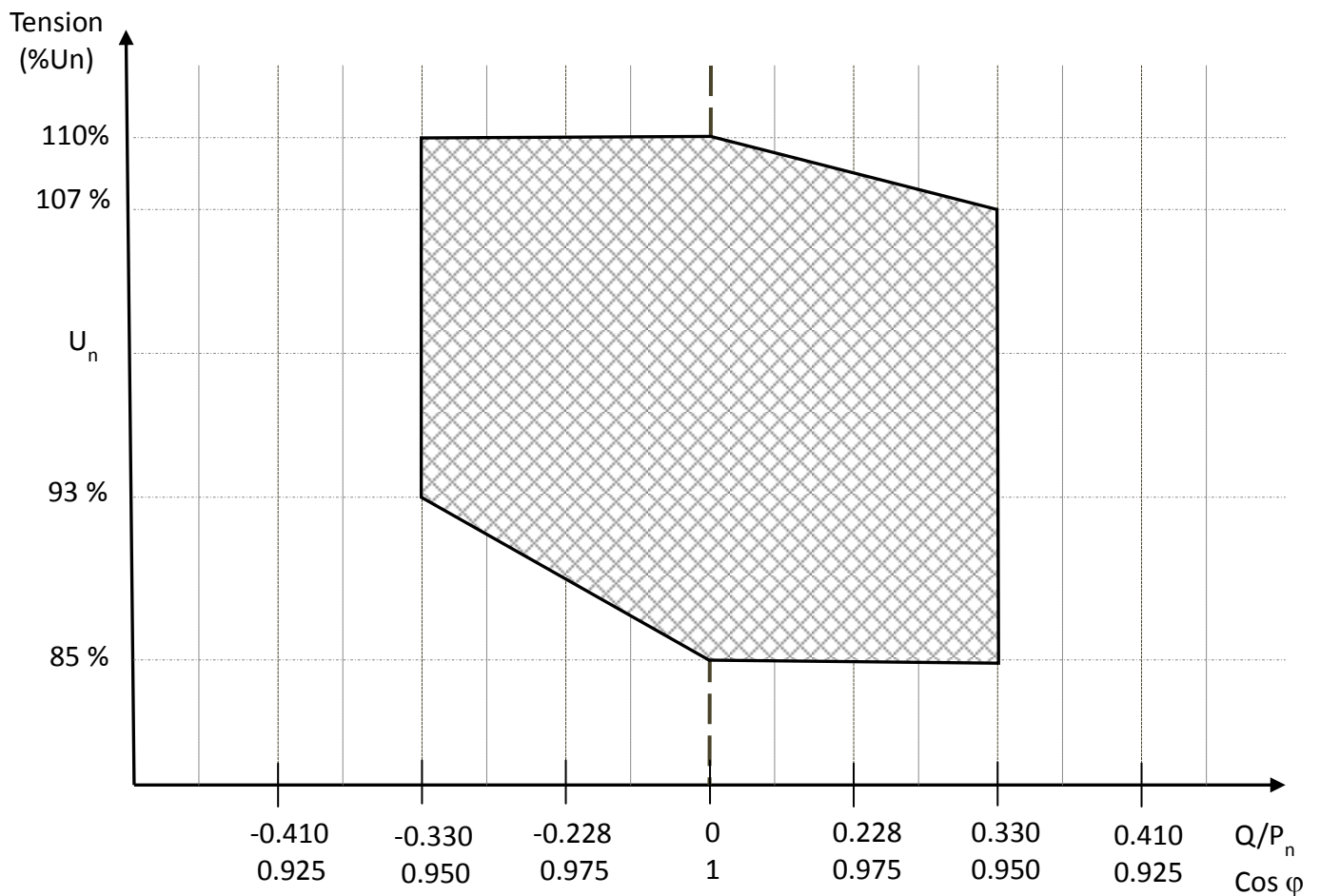
Toute installation de production éolienne ou photovoltaïque raccordée au réseau HT de la STEG doit être en mesure, dans toute la plage de tension admissible en régime permanent ( $93\%U_n < U < 107\%U_n$ ), de fournir et d'absorber la puissance réactive correspondant à un facteur de puissance surexcité et sous-excité égal ou inférieur à 0,95 au point de raccordement de la centrale éolienne ou photovoltaïque.

Dans le cas d'une tension supérieure à  $107\%U_n$  ou inférieure à  $93\%U_n$  les limites de la puissance réactive peut être réduite d'après la Figure 3.



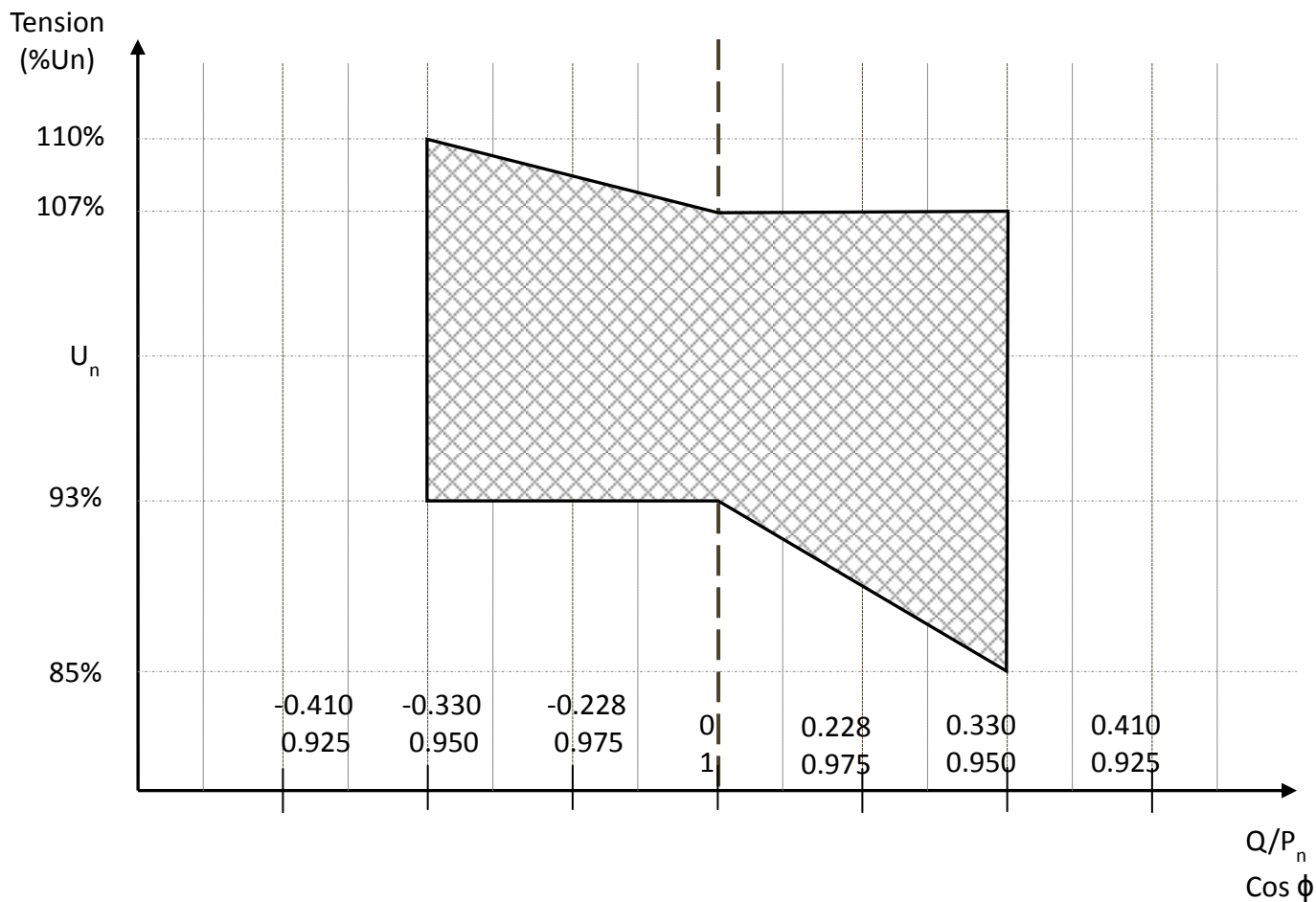
Dans le cas d'une production inférieure à la puissance nominale mais supérieur à 20% de la puissance nominale, les limites de la puissance réactive sont réduites en proportion de la puissance active (voir Figure 6).

Dans le cas de  $P < 5\%$  de la puissance nominale, aucune exigence de fourniture de puissance réactive est demandée.



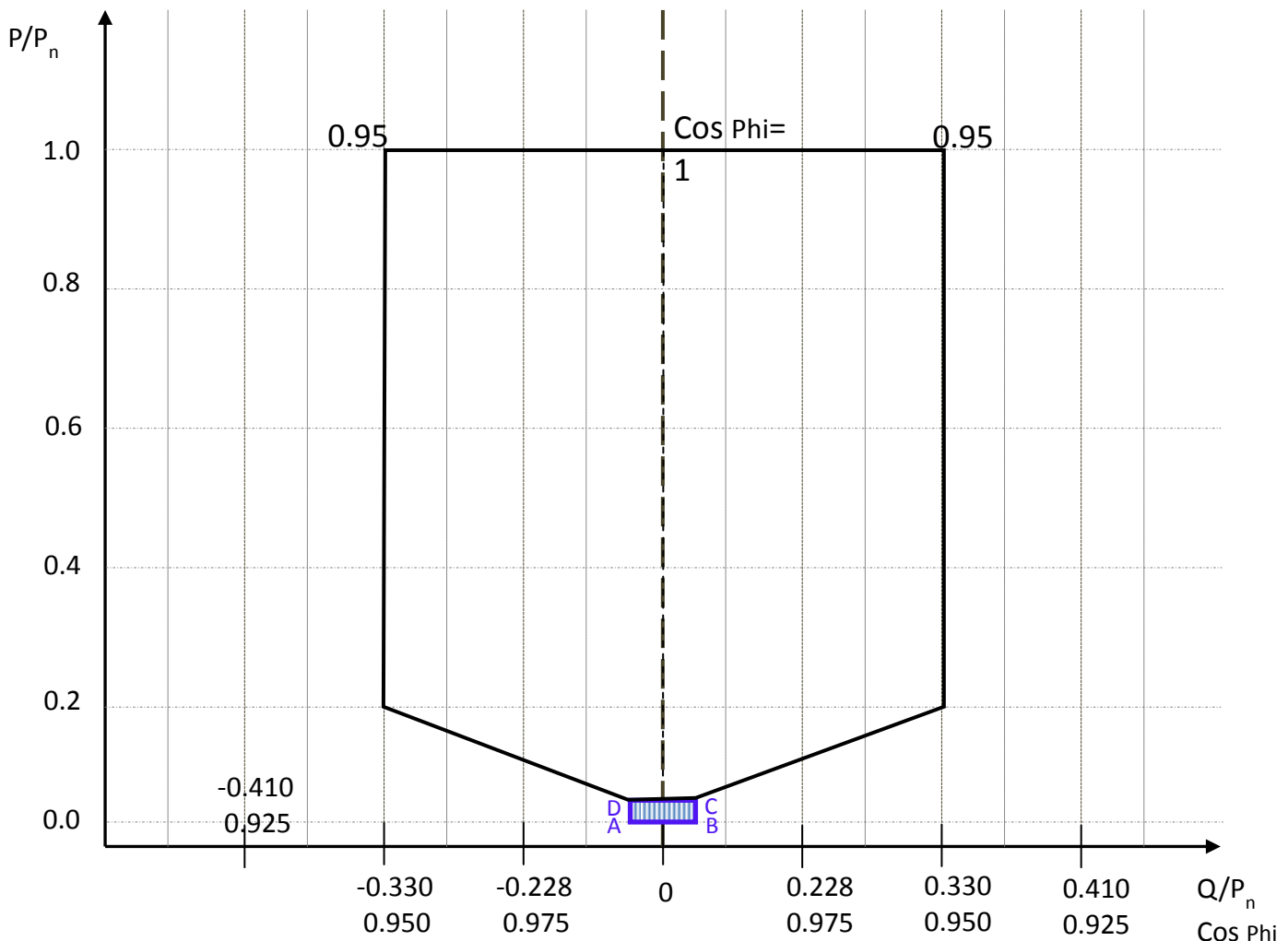
**Figure 3 -Les limites de la plage de puissance réactive en fonction de la tension ( $P=P_n$ ) au point de raccordement pour les centrales EnR avec point de raccordement HT**

La fourniture/absorption de puissance réactive pour toute installation de production éolienne ou photovoltaïque raccordée au réseau MT de la STEG est définie par la Figure 4.



**Figure4- Les limites de la plage de puissance réactive en fonction de la tension ( $P=P_n$ ) au point de raccordement pour les centrales EnR avec point de raccordement MT**

Les exigences relatives aux limites de fourniture/absorption de la puissance réactive en fonction de la puissance active ( $U=U_n$ ) pour les centrales éoliennes ou photovoltaïque raccordées sur le réseau HT ou MT de la STEG sont définies dans la figure 5.



**Figure 5- Les limites de la plage de puissance réactive en fonction de la puissance active ( $U=U_n$ ) au point de raccordement pour les centrales ER avec point de raccordement HT ou MT**

Aucun élément des installations du producteur (p.ex., câbles, limiteurs d'excitation) ne doit limiter la puissance réactive disponible au *point de raccordement*.

L'impossibilité de se conformer aux exigences de puissance réactive peut avoir comme conséquence une restriction de la production de puissance active afin de répondre à cette exigence.

La puissance réactive fournie doit être déterminée conformément à la situation d'exploitation du réseau. La détermination doit se rapporter à l'une des trois possibilités suivantes:

- Facteur de puissance ( $\cos \phi$ )
- Valeur de la puissance réactive ( $Q$  en MVAR)
- Valeur de tension ( $U$  en kV)

La détermination peut être effectuée au moyen de:

- Un accord sur une valeur ou, lorsque cela est possible, un planning.
- Une caractéristique qui dépend de point de fonctionnement du générateur

- valeur cible spécifiée en temps réel

Pour cette dernière, le point de fonctionnement en puissance réactive au point de raccordement est réalisé après une minute.

## **II.8) Exigences relatives aux systèmes de protection**

---

Les présentes dispositions s'appliquent à toute installation éolienne ou photovoltaïque raccordée au réseau haute ou moyenne tension.

### **II.8.1) Equipements de protection**

---

L'installation doit être munie d'un disjoncteur ayant un pouvoir de coupure suffisant pour isoler la zone en défaut située dans l'installation (défauts internes au producteur) ou sur le réseau (défauts externes au producteur) et quelle que soit la nature du défaut. Un organe de coupure cadenassable, visible et accessible à tout moment par les agents habilités par le distributeur(STEG) doit être installé au point de raccordement. L'installation doit rester en fonctionnement lorsqu'un court circuit se produit sur le réseau d'une durée maximale définie par le plan de protection du réseau. Les protections doivent être rapides et fiables pour tout type de défaut à l'intérieur de l'installation afin de réduire la durée des perturbations ressenties le réseau

La liaison entre l'installation et le réseau doit comporter à chaque extrémité un dispositif permettant en cas de défaut d'assurer, de façon fiable, la coupure en charge.

Le 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 installations. Ces protections doivent être soumises à la STEG pour approbation.

### **II.8.2) Protection de découplage**

---

Les caractéristiques de la protection de découplage dépendent d'une part des caractéristiques du réseau d'alimentation et d'autre part de celle des équipements de l'installation. Le rôle de cette protection est de découpler l'installation de production du réseau d'alimentation en cas de défaut sur le réseau.

La protection de découplage à installer chez l'installation a pour mission, en cas de défaut sur le réseau de faire en sorte que l'installation se découple très rapidement afin de ne pas réalimenter le défaut sur le réseau (problème de sécurité des tiers) et de permettre aux automatismes du réseau d'assurer leur fonction.

La protection de découplage doit pouvoir déceler les protections suivantes :

### **a) Protection de tension**

La protection de tension comprend une fonction de sous-tension et une fonction de surtension. Cette protection doit être suffisamment sélective pour éviter le déclenchement indésirable d'installations en cas de perturbations.

Ainsi, la protection de tension doit respecter les exigences de la section II.3 Les durées indiquées dans cette section fixent les temporisations minimales que doit respecter la protection de tension.

La protection de tension doit être coordonnée avec les autres protections en place et initier le déclenchement de la centrale, lorsque requis, pour éviter son exploitation dans des conditions de tension inacceptables.

### **b) Protection de fréquence**

La protection de fréquence comprend une fonction de sous-fréquence et une fonction de sur-fréquence. Cette protection doit être réglée à des valeurs de seuils et de temporisations suffisamment sélectives pour éviter le déclenchement indésirable d'installations en cas de perturbations. Le réglage de ces protections ne doit en aucun cas interférer avec les moyens mis en œuvre par le dispatching national pour rétablir la fréquence du réseau après une perturbation.

Les protections de fréquence doivent respecter les exigences de la section III.2.

La protection de fréquence doit être coordonnée avec les autres protections en place et initier le déclenchement de la centrale, lorsque requis, pour éviter son exploitation dans des conditions de fréquence inacceptables.

### **c) Protection de courant**

Un relais à maximum de courant homopolaire doit être installé.

## **II.8.3 Sélectivité**

---

Les centrales ER raccordées au réseau doivent demeurer en service sans déclenchement aussi longtemps que possible en cas de perturbations sur le réseau.

Les systèmes de protection des installations du producteur doivent être suffisamment sélectifs pour éviter des déclenchements indésirables lors de telles perturbations sur le réseau. Ainsi, aucune protection ne doit occasionner le déclenchement d'installations, directement ou indirectement, pour les variations de tension de courant ou de fréquence.

## II.9) Système de comptage

---

La mesure de l'énergie injectée par le Producteur sur le réseau de la STEG sera effectuée au moyen de compteurs électroniques télé-relevables qui sont la propriété du producteur. La STEG pourrait procéder à leur vérification aussi souvent qu'elle le jugera nécessaire.

Les compteurs suivants doivent être installés :

- un compteur de l'énergie produite par l'installation, est fourni, installé et entretenu par le producteur à ses frais.
- Pour les postes de transformation à comptage MT : Deux compteurs de l'énergie livrée à la STEG sont fournis et installés par le producteur à ses frais au point d'injection. Les deux compteurs doivent afficher 4 quadrants (actif/ réactif, import/ export) conformes aux normes de la commission électrotechnique internationale ou aux normes tunisiennes en vigueur de classe de précision 0,2S en actif et 2 en réactif. Un des compteurs est référencé en tant que compteur principal et l'autre en compteur redondant, ils seront consignés dans un procès verbal signé par la STEG et le producteur.
- Pour les postes de transformation à comptage BT : Un compteur de l'énergie livrée à la STEG sera fourni et installé par le producteur à ses frais au point d'injection. Le compteur doit afficher 4 quadrants (actif/ réactif, import/ export) conforme aux normes de la commission électrotechnique internationale ou aux normes tunisiennes en vigueur de classe de précision 1 en actif et 2 en réactif.

Les compteurs d'énergie livrée doivent être télé-relevables via un protocole de communication approuvé par la STEG (ligne téléphonique fixe, GSM, fibre optique, etc...)

Les réducteurs de mesure (transformateurs de courant et transformateurs de tension) des énergies produites et fournies sont fournis par le producteur. Ils doivent être de classe de précision 0,5.

Les systèmes de comptage (transformateurs de courant, transformateurs de tension, compteurs, etc...) des énergies produites et fournies (livrées) doivent être approuvés par la STEG. Les compteurs seront soumis au contrôle métrologique légal conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

La STEG choisit la tension de référence à laquelle se fait le comptage. L'emplacement proposé par le producteur pour l'installation de ses compteurs doit faire l'objet d'une acceptation par la STEG. Les compteurs ne peuvent pas être installés dans un poste de la STEG ou sur le réseau de la STEG.

Pour les besoins de la facturation, la STEG dispose de deux compteurs au niveau du producteur; un compteur principal et un compteur redondant auxquels

le producteur et la STEG auront accès. La STEG aura accès, en tout temps, directement et immédiatement au poste de livraison et aux compteurs de mesure pour relever les deux composantes actives et réactives en puissance et ne énergie.

Les modalités de facturation seront effectuées selon le tarif et le système de facturation en vigueur.

## **II.10) Qualité de l'onde**

---

Les exigences suivantes visent à limiter les perturbations de l'onde électrique produite par les installations du producteur, de façon à ne pas compromettre la qualité de l'alimentation électrique fournie aux clients raccordés au réseau de la STEG.

Les installations du producteur doivent être conçues et exploitées de façon à respecter les limites y afférentes. Ces limites ont trait aux perturbations suivantes: Flicker (papillotement) et fluctuation de tension, Harmoniques de tension, Interférence de téléphone, Interférence de télécommunication.

Afin de s'assurer que les installations du producteur respectent les limites d'émission permises sous toutes les conditions d'exploitation envisageables, la STEG se réserve le droit d'exiger au producteur de procéder à des essais ou mesures effectués par une tierce partie agréée avant la signature du contrat de mise en service de l'installation.

### **II.10.1) Harmoniques**

---

Concernant les harmoniques, les opérateurs de réseau doivent en règle générale se conformer aux limites de tension harmonique à tous les nœuds de leur réseau (niveaux de compatibilité). L'attribution de limites de distorsion de la tension harmonique pour chaque site et chaque application de raccordement doit prendre en compte toutes les génératrices existantes et toutes les charges ainsi que toute génératrice ou charge qui pourrait être reliée au réseau à l'avenir.

Pour ce faire, la définition des limites de distorsion harmonique doit faire l'objet d'une étude spécifique tel que décrite par le texte de la norme CEI/TR 61000-3-6 version 2008.

### **II.10.2) Papillotement (Flicker)**

---

Dans les conditions habituelles d'exploitation, le niveau de papillotement lié aux variations rapides de la tension doit être inférieur à l'indice de papillotement de longue durée  $P_{rr} = 0.6$  pendant 95% du temps sur une période de mesure d'une semaine.

Cette valeur cible correspond à la limite de planification en haute tension telle que définie dans la norme CEI/TR 61000-3-7 version 1996 pour des fins de coordination des niveaux de perturbation entre les réseaux.

Le Flicker ou papillotement causé par l'installation à EnR au point de raccordement ne doit pas dépasser les limites autorisées :

$$P_{IT} \leq E_{PIT}$$
$$P_{st} \leq E_{Pst}$$

Où :

$E_{Pst} = 0,3 \div 0,35$  Calculé comme moyenne pondérée de la contribution du Flicker pendant dix minutes.

$E_{PIT} = 0,3 \div 0,35$  Calculé comme moyenne pondérée de la contribution du Flicker pendant deux heures.

**$P_{st}$**  : Indice de papillotement évalué sur des intervalles d'intégration de 10 minutes.

**$E_{Pst}$**  : Limite d'émission de papillotement pour l'indice  $P_{st}$  permise à l'installation du producteur.

**$P_{It}$**  : Indice de papillotement évalué sur des intervalles d'intégration de 2 heures.

**$E_{PIt}$**  : Limite d'émission de papillotement pour l'indice  $P_{It}$  permise à l'installation du producteur.

### II.10.3) Déséquilibre de tension

---

Les installations du producteur, ses alternateurs synchrones ou ses génératrices asynchrones, doivent être conçues de manière à supporter, sans déclenchement, des déséquilibres de tension pouvant atteindre 2% (le rapport de la composante inverse sur la composante directe,  $V_i/V_d$ ) en régime permanent sur le réseau de la STEG et des déséquilibres de tension en cas de défaut.

### II.10.4) Composante continue

---

Les caractéristiques des onduleurs des installations photovoltaïques à raccorder sur le réseau haute ou moyenne tension doivent être conformes à la norme DIN VDE 126-1 en vigueur ou une norme équivalente.

### II.10.5) Interférence de téléphone

---

Le facteur de forme harmonique téléphonique THFF (Telephon Harmonic Form Factor) est défini comme :

$$THFF = \sqrt{\sum (V_n \cdot F_n / V_1)^2}$$

$$F_n = P_n \cdot n \cdot f_n / 800$$



Où :

$P_n$  est l'interférence relative à la fréquence  $f_n$  dans un circuit de télécommunication comme déterminé à partir d'un facteur pondéral psychométrique selon le CCITT (directive en matière de la protection des lignes de télécommunication contre des effets nocifs sur les lignes électriques, CCITT 1978).

La valeur de THFF n'excèdera pas 1,0 % au point de raccordement.

#### **II.10.6) Interférence de télécommunication**

---

L'interférence de télécommunication produite par le parc éolien ne doit pas dépasser 35 db (0db = 0.775 V) dans la plage de fréquence de (40...500) kHz, mesurée sur un accouplement conventionnel de PLC (Power Line Carrier) au point de raccordement.

La largeur de bande de fréquence mesurée sera d'au moins 2 kHz.

#### **II.10.7) Exigences additionnelles en matière de qualité de l'onde électrique**

---

Compte tenu des diverses particularités des équipements de production d'électricité et de l'évolution des technologies utilisées, la STEG pourrait, au besoin, spécifier des exigences additionnelles en matière de qualité de l'onde électrique que devront respecter les installations du producteur pour préserver une qualité de service adéquate. Ces exigences additionnelles pourront être définies en fonction du type de production, du mode de raccordement ou des caractéristiques du réseau auquel les installations du producteur sont raccordées.

#### **II.11) Télécommunication**

---

Le producteur (dont la puissance installée de son installation est supérieure à 100kW et le poste de transformation est à comptage MT) doit installer des équipements de télécommunication adéquats pour fournir en temps réel au centre de conduite du réseau, notamment les informations suivantes : les puissances active et réactive, la fréquence, la tension et la position de disjoncteur de couplage au réseau. Ces équipements doivent être soumis à la STEG pour avis préalable et répondre à la réglementation en vigueur en la matière.

Le producteur doit préserver l'espace adéquat et sécuritaire pour l'installation des dits équipements de télécommunication qui sont interfaçables avec le système de protection.

### III) Régulation de fréquence

#### III.1) Réponse inertielle

Les centrales éoliennes dont la puissance installée est supérieure à 10MW doivent être dotées d'un système de réponse inertielle qui fait varier la puissance active de manière dynamique et rapide d'un minimum d'environ 5% de la puissance disponible pendant 10 s au moment d'une excursion importante et temporaire de la fréquence du réseau.

Ceci est dans le but de contribuer à l'inertie du système à l'instar des moyens conventionnels pour ralentir les déviations de la fréquence.

Le système de réponse inertielle doit être doté d'un système d'activation qui sera activé à la demande du dispatching.

#### III.2) Réglage primaire de la fréquence

Toute centrale EnR dont la puissance installée est supérieure à 10MW doit être dotée d'un système de réglage primaire de la fréquence.

Dans des cas particuliers le Dispatching a le droit de donner l'ordre au producteur à base d'énergie renouvelable de contribuer au réglage de la fréquence selon la Figure 7.

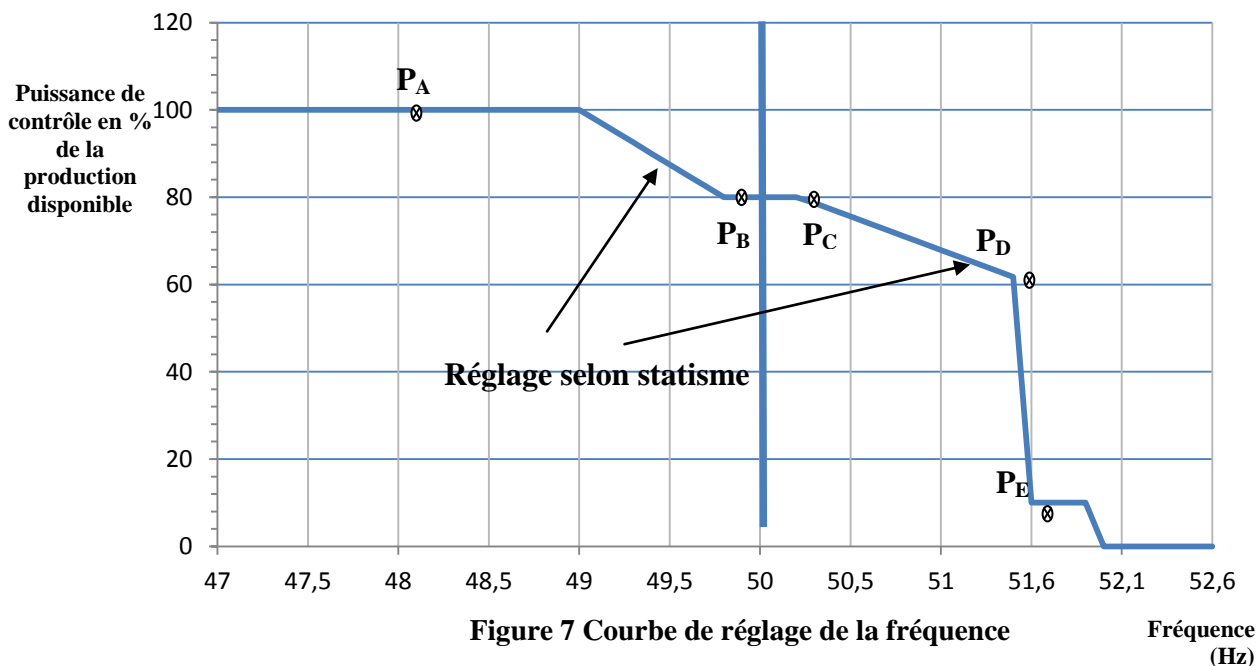


Figure 7 Courbe de réglage de la fréquence

Fréquence (Hz)

Avec  $P_A$ ,  $P_B$ ,  $P_C$ ,  $P_D$  et  $P_E$  sont des valeurs proportionnelles (en %) de la production disponible à chaque instant.

La plage de statisme varie entre 2% et 10% il sera pris par défaut 4%. Le Dispatching peut demander au producteur de changer la valeur de statisme selon les besoins.

- Les valeurs par défaut des paramètres de puissance  $P_A$ ,  $P_B$ ,  $P_C$ ,  $P_D$ ,  $P_E$ , et de fréquences correspondantes  $F_A$ ,  $F_B$ ,  $F_C$ ,  $F_D$  et  $F_E$  seront fixés avant la mise en service de l'installation d'au moins 4 mois. Les plages de ces paramètres sont indiqués dans le tableau 2. La plage  $F_B$ - $F_C$  représente la bande morte du système de contrôle de la fréquence.
- Les paramètres  $P_A$ ,  $P_B$ ,  $P_C$ ,  $P_D$ ,  $P_E$ ,  $F_A$ ,  $F_B$ ,  $F_C$ ,  $F_D$  et  $F_E$  peuvent être modifiés par le Dispatching selon le besoin pour la sécurité du système.
- Le système de contrôle de la fréquence des installations de production renouvelable doivent fournir 100% de sa réponse en puissance attendue dans les 15 secondes après le début de la variation de la fréquence en dehors de la plage de la bande morte  $F_B$ - $F_C$ .
- Les instructions du Dispatching concernant les modifications des paramètres et la participation au réglage de la fréquence doivent être mises en application dans la minute par les producteurs.

Plage de fréquence		Plage de la proportion de la puissance disponible (en%)	
$F_A$	47.0-49.5	$P_A$	90%-100%
$F_B$	49.8-50	$P_B$	50%-100%
$F_C$	50-50.2	$P_C$	50%-100%
$F_D$	50.2-51.5	$P_D$	15%-100%
$F_E$	51-52	$P_E$	0%

**Tableau 2:** Plages en réglage de la fréquence

## IV) Exploitation des installations

---

### IV.1) Les consignes d'exploitation et de sécurité

---

Avant la mise en exploitation de la liaison, la STEG arrête les consignes d'exploitation et de sécurité. Le producteur doit viser les dispositions suivantes :

- 1) la procédure de raccordement de l'installation comprenant les actions à entreprendre et les manœuvres à effectuer en cas de réseau séparé et pendant le couplage.

- 2) la définition des différents types d'incidents, les domaines d'intervention de la STEG et du producteur et les manœuvres interdites. En cas d'incident, la STEG est considérée comme décideur principal pour les actions à entreprendre pour rétablir la situation normale d'exploitation du réseau.

## IV.2) Régimes de l'exploitation

---

### a) L'exploitation en régime normal

En régime normal la liaison doit être fermée de manière permanente. Elle n'est ouverte que sur action automatique des organes de protection ou pour des interventions programmées. Toute anomalie constatée pouvant en affecter le fonctionnement doit être communiquée à la STEG. L'exploitation de la liaison est assurée par la STEG.

### b) L'exploitation en régime spécial : les travaux sous tension

En cas d'intervention de la STEG pour des travaux sous tension, la STEG découple l'installation du réseau, et ce, afin de limiter les conséquences d'un éventuel incident et d'éviter la remise sous tension automatique ou volontaire après un déclenchement par des organes de protection. Cette intervention fera l'objet d'un préavis écrit de 24h sauf en cas de contraintes d'exploitation.

### c) Les interventions programmées

Toute intervention programmée par la STEG sur la liaison ou par le producteur sur l'installation devra faire l'objet d'un échange de messages écrits 24 h à l'avance.

### d) La coordination des programmes d'entretien

Un planning d'entretien des installations est arrêté d'un commun accord entre le producteur et la STEG.

### e) Les 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 de la durée probable de l'arrêt dans les meilleurs délais et au maximum dans les deux heures qui suivent l'incident. La STEG peut mettre hors service la liaison en cas de nécessité.

## IV.3) La sécurité des équipes opération sur la liaison

---

Les travaux d'entretien et de dépannage sont exécutés suivant les instructions permanentes de sécurité en vigueur (consignes d'exploitation, carnet de prescriptions au personnel, ...)

Quant aux interventions dans le poste de transformation de l'installation. Le producteur doit informer la STEG par les moyens de communication adéquats, pour avis et accord préalable, des opérations qu'il compte réaliser à l'intérieur du poste de transformation en précisant :

- la nature des opérations,
- la date et l'heure proposée du début des opérations, avec indication de la durée,
- les manœuvres à effectuer,
- le nom du responsable des opérations.

Le poste de transformation doit être à tout moment accessible aux agents de la STEG pour contrôle et vérification.

## V) Informations nécessaires pour l'exploitation

Le Dispatching National requiert en temps réel des informations en provenance de chaque centrale pour lui permettre d'exploiter efficacement le réseau. Ces informations doivent être fournies sous une forme compatible avec les équipements du Dispatching. Les informations requises en temps réel pour toutes les installations de production dont la puissance est supérieure à 1MW, qui varient selon la puissance de la centrale, sont précisées dans le tableau ci dessous.

Informations requises		Intervalle de mise à jour
MW, MVAR, kV, A, la vitesse et la direction des vents, température, pression atmosphérique, Irradiation, au(x) point(s) de raccordement	Télémesure (TM)	Temps réel
Disjoncteur de raccordement	Télésignalisation (Etat)	Temps réel
La capacité disponible d'une centrale ER	(MW)	Journalier
La prévision du vent/irradiation et La prévision résultante de la puissance électrique injectée à partir des centrales éoliennes/photovoltaïques	(MW)	Journalier
La mise à jour des prévisions du vent/irradiation et les prévisions résultantes des puissances électriques injectées à partir des centrales éoliennes/photovoltaïques (*)	(MW)	Horaire

### Informations nécessaires pour l'exploitation

La liste des informations listées ci-dessus est donnée à titre indicatif.

(\*) Uniquement pour les centrales dont la puissance installée est supérieure à 10 MW.

## **VI) Maintenance des installations**

---

Le producteur doit fournir dans ses installations tous les capteurs nécessaires pour transmettre les informations requises à la STEG.

Le producteur doit indiquer à la STEG les intervalles de temps pour l'inspection et la maintenance du matériel fourni pour éviter toute détérioration en cours de fonctionnement.

La maintenance comprend toutes les activités effectuées par le Producteur durant toute la vie de la centrale à savoir :

- Les visites systématiques.
- Les visites exceptionnelles.
- L'inspection des équipements après les réparations.

## **VII) Dispositions Générales**

---

### **VII.1) Conformité de l'installation et réception technique**

---

Afin de se conformer aux exigences techniques énoncées dans le chapitre II du présent document, une procédure de conformité doit être respectée. Elle est effectuée en deux étapes :

- Le producteur doit transmettre à la STEG avant la mise en service de son installation, les certificats de conformité des équipements de son installation qui démontrent qu'elle satisfait aux exigences énoncées dans le présent document,
- Lors de la mise en service de son installation, le producteur doit procéder aux vérifications nécessaires, selon un programme d'essais, afin de valider les performances annoncées de son installation pour se conformer aux exigences techniques énoncées dans le présent document.

Le programme d'essais porte notamment sur les aspects suivants :

- La régulation de tension primaire,

- Le comportement de l'installation en creux de tension et en surtension,
- La régulation primaire de fréquence,
- La régulation de tension secondaire,
- Le facteur de puissance,
- Les taux maximaux de rampe,
- La qualité de l'onde.

La consistance de chacun des essais cités ci-dessus fera l'objet d'une fiche spécifique énonçant le but, l'exigence à vérifier, la description de l'essai ainsi que les résultats à enregistrer.

La STEG devra obligatoirement assister à la réalisation de ces essais.

## **VII.2) Respect des exigences du cahier des charges**

---

En cas de non respect des prescriptions du présent cahier des exigences techniques, la STEG peut mettre la liaison hors service avec préavis de 24 heures, et ce, jusqu'à la mise en place par le producteur des actions correctives nécessaires.

## **VII.3) Responsabilité**

---

Les exigences techniques énoncées dans ce cahier des charges revêtent un caractère obligatoire à l'égard des producteurs d'électricité à partir des énergies renouvelables, avant et après le raccordement de leurs installations au réseau électrique.

Aucune installation ne sera raccordée au réseau électrique si elle n'est pas en conformité avec les prescriptions de ce code.

Le producteur est responsable et garant de la validité des données qu'il communique à la STEG et/ou au Dispatching National.

Il a le devoir de les alerter à propos de tout dysfonctionnement, toute anomalie risquant d'affecter le fonctionnement normal du système ainsi que l'efficacité, la fiabilité et la sécurité du réseau.

Il doit s'abstenir de tout comportement pouvant nuire au réseau électrique, altérer le système de comptage équipant son installation, ou qui est constitutif d'entrave à l'accès de la STEG aux compteurs à des fins de vérification et de contrôle.



**CONTRAT DE TRANSPORT DE L'ENERGIE ELECTRIQUE  
PRODUITE A PARTIR DES ENERGIES RENOUVELABLES  
ET D'ACHAT DE L'EXCEDENT PAR LA STEG**

N° .....

ENTRE LES SOUSSIGNES :

La Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz dont le siège Social est à Tunis, 38 rue Kémal Ataturk, inscrite au registre de commerce sous le numéro ..... et ayant pour matricule fiscal le numéro ..... désignée ci-après par " S.T.E.G " et représentée aux fins des présentes par son Président Directeur Général, .....,

d'une part

ET

..... dont le siège social est à ....., inscrite au registre de commerce sous le numéro ..... et ayant pour matricule fiscal le numéro ....., désigné ci-après par "Autoproducteur" et représenté par.....,

d'autre part



## **PREAMBULE**

Vu la loi n°60-30 du 14 décembre 1960 relative à l'organisation des régimes de sécurité sociale,

Vu le décret-loi n° 62-8 du 3 avril 1962 portant création et organisation de la société tunisienne de l'électricité et du gaz ratifié par la loi n° 62-16 du 24 mai 1962, tel que modifié et complété par la loi n°70-58 du 2 décembre 1970 et la loi n°96-27 du 1<sup>er</sup> avril 1996,

Vu la loi n°99-40 du 10 mai 1999, relative à la métrologie légale,

Vu la loi 12-2015 du 11 mai 2015 relative à la production de l'électricité à partir des énergies renouvelables

Vu le décret n° 64-9 du 17 janvier 1964 relatif au cahier des charges relatif à la fourniture de l'énergie électrique sur l'ensemble du territoire de la république,

Vu le décret n° ....-..... du ..... ..... fixant les conditions et les procédures de réalisation des projets de production de l'énergie électrique à partir des énergies renouvelables

Vu l'arrêté du ministre chargé de l'énergie du .. ..... portant approbation du cahier des charges fixant les conditions techniques de raccordement et d'évacuation de l'énergie électrique produite à partir des énergies renouvelables sur le réseau électrique national,

Vu la décision du ministre de l'Industrie, de l'Energie et des Mines du 2 Juin 2014 fixant les tarifs de transport et d'achat par la STEG de l'excédent de l'énergie électrique produite à partir d'installations de cogénération et d'énergies renouvelables.

Il a été convenu et arrêté ce qui suit :

## A. CONDITIONS GENERALES

### ARTICLE 1 : DEFINITIONS

Au sens du présent contrat, ci-après désigné «Contrat», on entend par :

- **Autoproducteur** : toute personne autorisée à réaliser et exploiter une unité de production de l'électricité à partir des énergies renouvelables pour sa consommation propre ;
- **Unité de production** : les installations, bâtiments, équipements et accessoires destinés à la production de l'énergie électrique à partir de sources d'énergies renouvelables ;
- **Réseau** : le réseau électrique national de moyenne tension 10, 15 et 30 kV et de haute tension 90, 150, 225 et 400 kV ;
- **Cahier des charges** : cahier des exigences techniques de raccordement et d'évacuation de l'énergie produite à partir des installations d'énergies renouvelables sur le réseau Haute et moyenne tension, approuvé par arrêté du ministre chargé de l'énergie ;
- **Liaison** : le tronçon de ligne reliant le système de comptage au Point de raccordement ;
- **Point de livraison** : l'extrémité coté poste du (des) câble(s) d'alimentation ou l'amont des chaînes d'ancrage du support d'arrêt de la ligne aérienne d'où part le câble alimentant le poste ;
- **Point de raccordement** : le point où s'effectue la jonction du Réseau à la Liaison ;
- **Point de consommation** : le point de branchement des compteurs du consommateur final de l'énergie électrique écoulée par l'Autoproducteur sur le Réseau et transportée par la STEG ;
- **Puissance injectée** : la puissance totale écoulée par l'Autoproducteur sur le Réseau ;
- **Energie injectée** : l'énergie totale écoulée par l'Autoproducteur sur le Réseau ;
- **Puissance cédée** : la puissance livrée par l'Autoproducteur à la STEG ;
- **Energie cédée** : l'énergie vendue par l'Autoproducteur à la STEG ;
- **Puissance transportée** : la puissance transitée par la STEG au moyen du Réseau jusqu'aux Points de consommation de l'Autoproducteur ;
- **Energie transportée** : l'énergie transportée par la STEG jusqu'aux Points de consommation de l'Autoproducteur ;
- **Poste de livraison** : l'ouvrage et les équipements compris entre le Point de livraison et les bornes de sortie du dispositif de sectionnement ou de mise à la terre situé immédiatement en aval des transformateurs de courant destinés au comptage.

### ARTICLE 2 : OBJET DU CONTRAT

L'Autoproducteur bénéficie par le Contrat du droit de faire transporter, par la STEG au moyen du Réseau, l'énergie électrique produite par son Unité de production jusqu'aux Points de consommation et du droit de vendre l'excédent d'énergie électrique exclusivement à la STEG conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

La STEG s'engage à transporter et/ou prélever l'Energie injectée selon les dispositions prévues aux Conditions Particulières, sous réserve du respect des conditions du Cahier des Charges approuvé par arrêté du ministre chargé de l'énergie.

L'Autoproducteur est tenu de respecter les dispositions du Cahier des Charges et prend en charge les dépenses stipulées par les décrets relatifs à la production d'électricité à partir de son Unité de production.

### **ARTICLE 3 : CONDITIONS D'EXECUTION DU CONTRAT**

Ce Contrat porte sur l'Energie injectée par l'Autoproducteur au seul Point de livraison défini aux Conditions Particulières. L'Energie injectée est transportée vers les Points de consommation définis aux Conditions Particulières du Contrat.

L'Energie cédée, tel que défini à l'article 8 du Contrat, sera vendue à la STEG aux conditions du Contrat et dans les limites fixées par les décrets cités en préambule.

Les différents Points de consommation, spécifiés dans les Conditions Particulières du Contrat, ne doivent être desservis qu'à partir du Point de livraison objet du Contrat.

Chaque Point de consommation doit faire l'objet d'un « Contrat de fourniture d'énergie électrique par la STEG ». La gestion de l'énergie fournie par la STEG aux dits Points de consommation sera assurée par un avenant au dit contrat de fourniture signé conjointement avec l'Autoproducteur.

### **ARTICLE 4 : RACCORDEMENT DE L'UNITE DE PRODUCTION AU RESEAU ET CARACTERISTIQUES DU COURANT**

Le Poste de livraison et son raccordement doivent satisfaire aux normes en vigueur et aux consignes d'exploitation et de sécurité arrêtés par la STEG. Après la réception technique, la STEG en disposera pour les besoins de l'exploitation du Réseau.

L'énergie sera injectée sous forme de courant alternatif triphasé, à la fréquence et à la tension précisées aux Conditions Particulières du Contrat et conformément aux conditions du Cahier des Charges.

### **ARTICLE 5 : DOCUMENTS ANNEXES AU CONTRAT**

Les documents suivants sont annexés au Contrat et en font partie intégrante :

- Un descriptif de l'Unité de production,
- Le plan de situation de l'Unité de production, indiquant la limite de propriété,
- Un schéma électrique de l'Unité de production, explicitant le système de production d'électricité et décrivant les circuits de distribution,
- Le descriptif technique d'éventuelles sources autonomes d'électricité pouvant, le cas échéant, alimenter tout ou partie des circuits électriques normalement alimentés par l'Unité de production,
- Le descriptif technique des équipements de mesure et de comptage de l'électricité produite par l'Unité de production et de l'Energie injectée sur le Réseau par cette même Unité de production,
- Les copies des contrats de fourniture par la STEG relatives aux différents Points de consommation,
- Une copie du registre de commerce de l'Autoproducteur conformément aux textes de Lois relatifs à l'autoproduction et aux termes du Contrat,
- Une copie de l'arrêté du Ministre chargé de l'énergie portant approbation du projet de production de l'électricité à partir d'énergies renouvelables conformément l'article 10 de la loi n°2015-12 du 11 Mai 2015.
- Le Cahier des charges signé par l'Autoproducteur.

### **ARTICLE 6 : SYSTEME DE COMPTAGE**

Ce Contrat sera géré par des systèmes de comptage tels que définis dans le Cahier des Charges.

Les systèmes de comptage de l'énergie produite et injectée sur le Réseau doivent être équipés de dispositifs de télé relève.

Pour les besoins de la facturation, les données de comptage seront lisibles pour l'Autoproducteur et la STEG et relevées contradictoirement et mensuellement au même instant.

Les données relatives au comptage de toute l'énergie électrique produite par l'Unité de production devront être, à tout moment, accessible au niveau du Poste de livraison et vérifiable immédiatement par la STEG et sans quelque intervention de l'Autoproducteur.

La STEG met à la disposition de l'Autoproducteur un service de télé relève lui donnant accès aux données de comptage nécessaires pour la facturation. A la demande de l'Autoproducteur, un contrat d'abonnement à ce service sera établi entre la STEG et l'Autoproducteur et annexé au Contrat.

En cas de requête particulière de l'une des parties concernant l'intégrité de l'un des compteurs indiqués dans le Cahier des Charges, les coûts d'essais et d'étalonnage des compteurs seront supportés par la partie requérant les dits essais et étalonnage si l'appareil vérifié est reconnu conforme aux prescriptions du Cahier des Charges et que les écarts sont dans les limites de la classe de précision indiquée aux Conditions Particulières du Contrat.

## **ARTICLE 7 : MESURE ET CONTROLE DES PUISSANCES ET DE S ENERGIES ELECTRIQUES PRODUITE, INJECTEE, TRANSPORTEE ET CED EE A LA STEG**

### **1. Point de livraison**

La mesure de l'énergie produite par l'Unité de production et de l'Energie injectée par l'Autoproducteur sur le Réseau sera effectuée au moyen de compteurs électroniques, télé relevables par la STEG, conformément aux dispositions du Cahier des charges.

Les données mesurées par les compteurs sont les suivantes :

- Les trois énergies actives monophasées,
- L'énergie active triphasée par postes horaires,
- L'énergie réactive triphasée par postes horaires,
- La puissance maximale injectée par postes horaires,
- Les puissances avec le pas d'intégration défini aux Conditions Particulières (les courbes de charges).

### **2. Consolidation des Points de consommation**

L'énergie active consommée par les différents Points de consommation sera consolidée à partir des données mesurées par des compteurs électroniques installés en chaque Point de consommation.

Les données mesurées par les compteurs des Points de consommation sont les suivantes :

- Les trois énergies actives monophasées,
- L'énergie active triphasée par postes horaires,
- L'énergie réactive triphasée par postes horaires,
- La puissance maximale appelée par postes horaires,
- Les puissances avec le pas d'intégration défini aux Conditions Particulières (les courbes de charges).

### **3. Calcul des énergies**

Aux seules fins de la facturation, le Point de livraison sera considéré comme étant le Point de raccordement et les données de comptage relevées sur le compteur de livraison seront corrigés des pertes électriques sur la liaison, au taux de perte précisé aux Conditions Particulières du Contrat.

Aux seules fins de facturation de l'énergie fournie par la STEG aux Points de consommation, l'Energie transportée est répartie au prorata de la consommation de chaque Point de consommation.

### 3.1 Énergie calculée sur la base des index relevés des compteurs

Les Energies transportées et cédées à la STEG sont calculées sur la base des index relevés des compteurs dans le cas où la délimitation des postes horaires du tarif de fourniture par la STEG souscrit aux différents Points de consommation est la même que celle du tarif d'achat par la STEG de l'excédent de l'énergie électrique produite par l'Autoproducteur.

- L'énergie transportée par la STEG, pour le compte de l'Autoproducteur, est déterminée comme suit :

$$E_T = \min \left( \sum_{x=1}^n E_{ax}, E_I \right)$$

- L'énergie cédée est la différence entre l'énergie injectée par l'Autoproducteur et l'Energie transportée par la STEG pour le compte de l'Autoproducteur aux différents Points de consommation :

$$E_C = E_I - E_T$$

Où

$E_T$  : L'énergie totale transportée pendant la période de facturation,

$n$  : Le nombre de Points de consommation,

$E_{ax}$  : L'énergie consommée au Point de consommation  $x$  pendant la période de facturation,

$E_I$  : L'énergie injectée par l'Autoproducteur pendant la période de facturation,

$E_C$  : l'énergie cédée à la STEG pendant la période de facturation.

### 3.2 Énergie calculée sur la base des courbes de charges

Les énergies transportées et cédées à la STEG sont calculées sur la base des courbes de charges dans le cas où l'Autoproducteur contracte des conditions de facturation autres que celles citées dans le paragraphe 3.1

- l'énergie transportée par la STEG pour le compte de l'Autoproducteur est déterminée sur la base des courbes de charges de la puissance injectée et de la puissance fournie par la STEG aux différents Points de consommation.

L'énergie transportée est calculée, dans ce cas de figure, comme suit :

$$E_T = \sum_{t=1}^m P_T(t) \times \frac{d}{60}$$

et

$$P_T(t) = \min \left( \sum_{x=1}^n P_{ax}(t), P_I(t) \right)$$

Où

$E_T$  : L'énergie totale transportée pendant la période de facturation ;

$m$  : Le nombre de mesures effectuées durant la période de facturation ( $m$ =durée de la période de facturation/d) ;

$P_T(t)$  : La puissance transportée, à l'instant  $t$  ;

$d$  : Le pas d'intégration de la courbe de charges tel que précisé dans les Conditions Particulières exprimé en minutes ;

$P_{ax}(t)$  : La puissance appelée, à l'instant  $t$ , par le Point de consommation  $x$  ;

$x$  : Le Point de consommation de l'Autoproducteur ;

$n$  : Le nombre de Points de consommation ;  
 $P_I(t)$  : La puissance injectée par l'Autoproducteur à l'instant  $t$ .

- L'énergie cédée à la STEG est calculée sur la base de la courbe de charges de la puissance injectée et de la courbe de charges de la puissance transportée par la STEG pour le compte de l'Autoproducteur.

L'énergie cédée par l'Autoproducteur à la STEG est calculée, dans ce cas de figure, comme suit :

$$E_{C,j} = \sum_{t=1}^{m_j} P_C(t) \times \frac{d}{60}$$

et

$$P_C(t) = P_I(t) - P_T(t)$$

Où

$E_C$  : L'énergie totale cédée à la STEG par l'Autoproducteur et est égale à la somme des puissances cédées à la STEG multipliée par le pas d'intégration exprimé en heure ;  
 $j$  : Le poste horaire du tarif d'achat par la STEG de l'excédent d'énergie ;  
 $E_{C,j}$  : L'énergie cédée à la STEG par l'Autoproducteur pour le poste horaire  $j$  ;  
 $m_j$  : Le nombre de mesures effectuées avec le pas d'intégration  $d$  pendant le mois considéré et pour le poste horaire  $j$  ;  
 $P_C(t)$  : La puissance cédée à la STEG à l'instant  $t$  ;  
 $d$  : Le pas d'intégration de la courbe de charges tel que précisé dans les Conditions Particulières exprimé en minutes ;  
 $P_I(t)$  : La puissance électrique injectée, à l'instant  $t$  ;  
 $P_T(t)$  : La puissance transportée, à l'instant  $t$ .

En cas d'arrêt ou de fonctionnement défectueux des appareils de mesures, la STEG et l'Autoproducteur se rapprochent pour estimer le plus exactement possible la valeur des énergies produites et injectées par ce dernier pendant cette période.

#### 4. Détermination des courbes de charges des Puissances transportées et des Puissances cédées

Les différentes courbes de charges sont déduites des courbes de charges enregistrées au compteur du Point de livraison de l'Autoproducteur et aux compteurs de fourniture d'énergie par la STEG aux différents Points de consommation de l'Autoproducteur.

La Puissance injectée ( $P_I(t)$ ) est égale à la somme de la Puissance cédée ( $P_C(t)$ ) à la STEG et de la puissance transportée ( $P_T(t)$ ).

$$P_I(t) = P_C(t) + P_T(t)$$

La Puissance transportée ( $P_T(t)$ ) est au plus égale à la somme des puissances appelées synchrones des différents Points de consommation ( $P_{ax}(t)$ ) indiqués aux Conditions Particulières du Contrat. Si cette somme est supérieure à la Puissance injectée alors la Puissance transportée est égale à la Puissance injectée et le reliquat est fourni par la STEG.

### 5. Facturation

#### 5.1 Energie cédée à la STEG

Le montant de l'énergie cédée à la STEG sera déterminé, en Hors Taxes, comme suit :

$$\text{Montant}(E_C) = \sum_j (E_{C,j} \times \text{tarif}_{C,j})$$

tarif  $c_j$  : le Tarif de l'énergie cédée pour le poste horaire j.

## 5.2 Energie transportée

Le montant de l'Energie transportée sera déterminé, en Hors Taxes, comme suit :

$$\text{Montant}(E_T) = E_T \times \text{tarif}_T$$

tarif  $T$  : le tarif de l'énergie transportée.

## 6. Bilan de l'énergie cédée à la STEG

L'énergie annuelle cédée à la STEG est soumise à des limitations fixées par décret.

Un bilan de l'Energie annuelle cédée est établi par la STEG. Si l'Energie cédée à la STEG dépasse les limites légales, la STEG établira une facture de régularisation et sera adressée à l'Autoprodacteur.

Le montant de la facture de régularisation est calculé selon la formule suivante :

$$\underbrace{\frac{\sum_{i=1}^{12} M_i}{\sum_{i=1}^{12} E c_i}}_{\text{Prix moyen annuel}} \times \underbrace{(t - L)}_{\text{Taux d'excès = Taux de l'énergie cédée par rapport à l'énergie produite - le taux limité par décret en \%}} \times \underbrace{\sum_{i=1}^{12} E p_i}_{\text{Production annuelle}}$$

Avec

$M_i$  : le montant de l'énergie cédée de l'Autoprodacteur à la STEG du mois i, en DT

$E c_i$  : la quantité d'électricité cédée par l'Autoprodacteur à la STEG du mois i, en kWh

$E p_i$  : la production de l'électricité de l'Autoprodacteur du mois i, en kWh

$L$  : le taux limite fixé par décret, en %

$t$  : le taux de l'énergie cédée par rapport à l'énergie produite de l'année concernée, en %

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{12} E c_i}{\sum_{i=1}^{12} E p_i}$$

## ARTICLE 8 : INTERRUPTION DE L'INJECTION ET DU TRANSPORT

En cas d'incidents, ou pour toute raison urgente exigeant l'arrêt de l'injection d'énergie électrique sur le Réseau, la STEG sera en droit de prendre les mesures nécessaires indiquées dans le Cahier des Charges.

La STEG prendra toutes les mesures nécessaires pour le rétablissement de la situation dans un délai maximum de 72 heures durant lequel aucune indemnisation ne sera due à l'Autoprodacteur au titre de l'interruption de l'injection de l'énergie électrique.

## **ARTICLE 9 : RESPONSABILITE DES PARTIES**

Chaque partie sera entièrement responsable des dommages de toute nature que l'Unité de production ou l'Energie injectée occasionneraient aux personnel et ouvrages électriques de l'autre partie.

## **ARTICLE 10 : ASSURANCE**

L'Autoprodacteur souscrit, auprès d'une compagnie d'assurances agréée, une assurance responsabilité civile couvrant tous les dommages corporels, matériels et immatériels susceptibles de survenir à l'occasion de l'exécution du Contrat ou imputables au fonctionnement de son Unité de production.

L'Autoprodacteur doit adresser à la STEG, à chaque renouvellement de la dite assurance, l'attestation correspondante qui doit mentionner obligatoirement l'objet de la garantie et les montants garantis.

## **ARTICLE 11 : CESSION**

L'Autoprodacteur, ne peut transférer le présent Contrat, céder l'Unité de production, participer avec l'Unité de production dans une autre société qu'après accord du ministre chargé de l'énergie.

Le cas échéant, le nouvel Autoprodacteur doit signer avec la STEG un nouveau «Contrat de transport de l'énergie électrique produite à partir des énergies renouvelables et d'achat de l'excédent par la STEG ».

## **ARTICLE 12 : TARIF DE TRANSPORT ET DE CESSION**

Les tarifs de transport et de cession sont fixés par décision du Ministre chargé de l'énergie. Les tarifs seront actualisés automatiquement en cas de décision du dit ministre modifiant les tarifs précédemment arrêtés. Dans ce cas, les nouveaux tarifs seront applicables à partir de la date d'effet de la nouvelle décision sans qu'il soit nécessaire de réviser le Contrat.

### **1. Tarif de transport**

Le tarif de transport est fixé par décision du Ministre chargé de l'énergie.

### **2. Tarif de cession**

#### **a) Energie active**

Le prix de vente appliqué à l'énergie active cédée à la STEG est fixé par arrêté du Ministre chargé de l'énergie.

#### **b) Energie réactive**

Au besoin, l'Autoprodacteur doit produire sa propre énergie réactive. L'énergie réactive consommée par l'Autoprodacteur à partir du réseau de la STEG sera gérée par le contrat de fourniture en tant que client de la STEG.

L'énergie réactive injectée par l'Autoprodacteur sur le Réseau n'est pas facturée.

### **3. Postes horaires**

Les postes horaires sont fixés par décision du ministre chargé de l'énergie.

## **ARTICLE 13 : IMPOTS - DROITS ET TAXES**

### **1. Pour l'Autoprodacteur**

1) L'Autoprodacteur doit prendre en charge et régler l'ensemble des impôts, droits et taxes dus par lui et ses employés en Tunisie à l'occasion de l'exécution du Contrat.



- 2) Conformément à la législation fiscale en vigueur, la STEG effectuera au profit de l'administration fiscale tunisienne et pour le compte de l'Autoproducteur :
7. une retenue à la source, au taux en vigueur, au titre de la TVA,
  8. une retenue à la source, au taux en vigueur, au titre de l'impôt sur le revenu (IR.) ou de l'impôt sur les sociétés (IS.),
- 3) La STEG ne prend à sa charge que la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) facturée par l'Autoproducteur. Le règlement et l'accomplissement des formalités et le paiement des droits d'enregistrement du Contrat sont à la charge de l'Autoproducteur.
- 4) La déclaration et le règlement de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) doivent se faire par les soins de l'Autoproducteur en application de la réglementation fiscale en vigueur.
- 5) La STEG ne rembourse pas toute somme indûment payée par l'Autoproducteur au titre de la TVA ainsi que les pénalités et/ou intérêts de retard, seul l'Autoproducteur est responsable en cette matière.
- 6) La STEG et l'Autoproducteur prendront à leur charge, chacun en ce qui le concerne, les impôts, droits et taxes de nature identique ou analogue susceptibles en cours de l'exécution du Contrat de remplacer ou de modifier les impôts et taxes définis précédemment.

## **2. Pour la STEG**

Les règlements des factures de la STEG seront majorés de la TVA aux taux en vigueur. Cette TVA est à la charge de l'Autoproducteur.

## **ARTICLE 14 : MODE ET DELAIS DE REGLEMENT**

Chaque partie établit mensuellement la facture à adresser à l'autre partie à partir des éléments énumérés ci-après.

La facturation du mois (M) sera réalisée au début du mois suivant (M+1).

### **1. Facturation de l'Energie cédée à la STEG**

Les factures de l'Energie cédée à la STEG seront établies mensuellement et libellées au nom de la STEG et adressées par l'Autoproducteur au district dont il relève avant le quinze (15) de chaque mois pour le mois précédent.

Les factures seront réglées par virement bancaire dans les soixante (60) jours qui suivent leur réception, le cachet du bureau d'ordre de la STEG faisant foi.

Les factures seront établies en trois exemplaires dont un original.

Ces factures doivent porter obligatoirement les mentions suivantes :

1. nom de l'Autoproducteur et son adresse ;
2. numéro de la carte d'identification fiscale d'assujettie à la TVA ;
3. nom du client : STEG ;
4. numéro et date du Contrat ;
5. objet du Contrat ;
6. référence du compte courant bancaire (RIB) ;
7. relevé des index d'énergie active injectée, par postes horaires, et les Energies injectées correspondantes du mois, exprimée en kWh ;

8. relevé des index d'énergie active prélevée aux Points de consommation indiqués dans les Conditions Particulières du Contrat, par postes horaires, et les énergies prélevées correspondantes du mois, exprimée en kWh ;
9. les Energies transportées, par postes horaires, durant le mois, exprimés en kWh ;
10. les Energies cédées, par postes horaires, durant le mois, exprimées en kWh ;
11. prix de cession unitaire hors TVA de l'Energie cédée, par poste horaire ;
12. montant de la facture en chiffres et en toutes lettres hors TVA ;
13. montant de la TVA et taux correspondant ;
14. montant total de la facture en chiffres et en toutes lettres ;
15. retenue à la source au titre de la TVA ;
16. retenue à la source au titre de l'IR. ou de l'IS. au taux en vigueur ;
17. montant net à payer après déduction des retenues à la source légales ;
18. lieu et date de facturation ;
19. cachet et signature de l'Autoproducteur.

La STEG paiera la facture au compte courant dont le RIB est indiqué sur la facture présentée par l'Autoproducteur.

Aucun règlement ne sera effectué par la STEG pour les factures ne répondant pas aux conditions précitées ou présentant une erreur de calcul ou autres. L'Autoproducteur procèdera dans ce cas aux corrections nécessaires et il sera responsable de tout retard de paiement qui en résulte.

## **2. Facturation de l'énergie transportée**

Les factures de transport d'énergie seront établies mensuellement et transmises à l'Autoproducteur à son nom avant le quinze (15) de chaque mois pour le mois précédent. Les factures seront réglées par virement bancaire dans les soixante (60) jours qui suivent leur réception, le cachet du bureau d'ordre de l'Autoproducteur faisant foi.

Les factures seront établies en trois exemplaires dont un original.

## **3. Facture de régularisation**

La facture de régularisation sera établie par la STEG au cours du mois de Janvier de chaque année pour l'année qui précède et sera transmise à l'Autoproducteur à son nom avant la fin du mois de Janvier. La facture sera réglée par virement bancaire dans les soixante (60) jours qui suivent sa réception, le cachet du bureau d'ordre de l'Autoproducteur faisant foi.

La facture sera établie en trois exemplaires dont un original.

## **4. Justification du règlement de la CNSS**

L'Autoproducteur est tenu de fournir à la STEG son quitus de règlement de la CNSS relatif à chaque trimestre et ce au plus tard dans les 15 jours du début du trimestre suivant. Le règlement de ses factures est subordonné à la présentation de ce quitus. En cas d'inobservation de cette disposition par l'Autoproducteur, tout retard de paiement lui est imputable.

## **ARTICLE 15 : INTERETS DE RETARDS**

Tout montant demeuré impayé par l'une des deux parties sera soumis jusqu'au moment de paiement à des intérêts moratoires calculés mensuellement au taux moyen du marché monétaire publié par la Banque Centrale de Tunisie à la date d'échéance.

## **ARTICLE 16 : FORCE MAJEURE**

Nul ne sera tenu responsable de l'inexécution de l'une quelconque des clauses du Contrat si son exécution a été empêchée, entravée ou retardée par un fait extérieur revêtant le caractère de force majeure.

Par force majeure on désigne les circonstances imprévisibles, irrésistibles et hors du contrôle raisonnable de la partie concernée, et qui n'auraient pu être évitées ou prévenues par une prévoyance, planification ou mise en œuvre raisonnables.

En cas de force majeure imposant l'arrêt de la fourniture de l'énergie électrique, la partie sinistrée doit informer l'autre partie de la cause et de la durée probable de l'arrêt dans les meilleurs délais et au maximum dans les vingt quatre (24) heures qui suivent l'incident. La STEG peut mettre hors service la Liaison en cas de nécessité.

## **ARTICLE 17 : REVISION – SUSPENSION - RESILIATION**

### **1- Révision**

Toute modification du Cahier des Charges, de la législation ou de la réglementation régissant la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables ou de la décision relative aux tarifs de transport et de cession à la STEG, s'applique au Contrat dès la date de sa mise en vigueur.

L'Autoproducteur s'engage à informer la STEG en temps opportun de toute modification de l'une des Conditions Particulières du Contrat.

Toute modification, en commun accord, de l'une des Conditions Particulières du Contrat devra faire l'objet d'un avenant.

### **2-Suspension**

Le Contrat peut être suspendu immédiatement, en cas de manquement grave de l'Autoproducteur à ses obligations contractuelles et notamment dans les cas suivants :

9. non respect par l'Autoproducteur des dispositions des articles 2 et 3 du Contrat,

10. non exécution par l'Autoproducteur des actions correctives nécessaires sur ses Unités de production ou de raccordement dans un délai de dix (10) jours à compter de la date de mise hors service de la Liaison, par application du Cahier des Charges ;

11. lorsqu'il est établi de toute autre manière que l'Unité de production de l'Autoproducteur n'est plus conforme au Cahier des Charges.

### **3- Résiliation**

**3-1** En cas de manquement grave de l'une des deux parties à ses obligations contractuelles suivi ou non d'une période de suspension comme indiquée ci-dessus, l'autre partie est en droit de résilier le Contrat après mise en demeure notifiée par lettre recommandée avec accusé de réception demeurée infructueuse pendant un délai de soixante (60) jours.

**3-2** Le Contrat peut également être résilié à la demande de l'Autoproducteur pour cessation définitive de son activité et ce moyennant un préavis de soixante (60) jours notifié par lettre recommandée avec accusé de réception.

**3-3** Le Contrat est résilié de plein droit en cas de faillite de l'Autoproducteur ou de règlement judiciaire.

#### **ARTICLE 18 : DATE DE MISE EN SERVICE DU POSTE DE LIVRAISON**

Le transport de l'énergie électrique sur le Réseau ainsi que la livraison à la STEG de l'excédent de l'énergie électrique ne peuvent commencer qu'après satisfaction de toutes les conditions suivantes :

12. la signature du Contrat par les deux parties ;
13. le règlement par l'Autoproducteur des montants relatifs à tous les ouvrages, travaux et prestations réalisés par la STEG dans le cadre du Contrat ;
14. la réception technique par la STEG du poste de livraison de l'Autoproducteur.

#### **ARTICLE 19 : REGLEMENT DES LITIGES**

L'Autoproducteur et la STEG conviennent, à défaut d'entente amiable, de soumettre toute difficulté qui pourrait naître entre eux dans l'application ou l'interprétation des clauses du Contrat au ministère de tutelle de la STEG et ce dans un délai de quinze (15) jours à compter de la date du procès-verbal constatant l'échec de la tentative de règlement amiable.

Si aucune solution n'est donnée dans un délai de quarante cinq (45) jours à compter de la saisine du ministère, les parties pourront soumettre le litige aux tribunaux compétents.

#### **ARTICLE 20 : ENTREE EN VIGUEUR ET VALIDITE DU CONTRAT**

Le Contrat prendra effet à la date de mise en service du poste de livraison et s'appliquera pour une durée de vingt (20) ans; il se renouvellera par tacite reconduction, par période d'un an, sauf dénonciation par l'une ou l'autre des parties, donnée par lettre recommandée avec accusé de réception un mois au moins avant la fin de l'année en cours. Pendant ce préavis d'un mois, les deux parties resteront tenues d'exécuter toutes les obligations prévues au Contrat.

## B. CONDITIONS PARTICULIERES

1) Site de production électrique : (lieu) .....

2) Origine de l'électricité :

Eolien	
Photovoltaïque	
Autre (à préciser)	

3) Tension de raccordement :

Haute Tension

Moyenne Tension

4) Puissance maximale à injectée

(MW)

Régime à quatre postes horaires	
Jour	
Pointe matin été	
Pointe soir	(été)
	(hiver)
Nuit	

5) L'énergie électrique est produite à partir de : .....(nombre)..... machines/groupe/panneaux dont les caractéristiques nominales sont :

Puissance unitaire du groupe : ..... kW

Facteur de puissance (cosφ) : .....

Tension nominale (Un) : ..... kV

Fréquence : ..... Hz

Energie annuelle productible.....kWh

6) Poste de livraison : nombre et puissance des transformateurs d'évacuation : ..... kVA

7) Liaison : (ligne/câble). (section) (longueur). (nature du conducteur) : .....

8) Tension de livraison : ..... kV

9) Classe de précision des compteurs de livraison .....

10) Corrections pour tension de comptage inférieure à la tension de livraison à la STEG :

Dans le cas où l'énergie électrique cédée n'est pas mesurée à la tension de livraison, l'énergie active enregistrée au compteur sera minorée :

- des pertes en charge du (des) transformateur(s), estimées à ..... % de la quantité d'énergie active ainsi mesurée ;
- des pertes à vide du (des) transformateur(s) fixées forfaitairement à ..... kWh par mois

11) Limite maximale de précision des compteurs de livraison: ..... %

12) Coefficient multiplicateur d'index : .....

13) Pas d'intégration des courbes de charge d = .....min

14) Taux de Perte sur la Liaison ..... %

15) Liste des Points de consommation :

Désignation	Propriétaire	Référence du Contrat de fourniture par la STEG	Tension de raccordement	Type de Tarif	Activité économique

16) Référence du contrat de fourniture par la STEG au Point de livraison .....

17) Tarif de cession de l'excédent de l'énergie électrique à la STEG :

18) Type de facturation :

Facturation sur la base des indexes relevés des compteurs

Facturation sur la base des courbes de charges

19) Notifications : Toutes notifications relatives au Contrat sont transmises par écrit ou par Fax par l'une des parties à l'autre aux adresses suivantes :

Pour l'Autoproducteur :

.....

.....

Tél : ..... ; Fax : .....

Mail : .....

Pour la STEG

.....

.....

Tél : ..... ; Fax : .....

Mail : .....

Fait à ....., le .....

Pour l'Autoproducteur  
(Date, signature et cachet précédée par la mention « Lu et approuvé »)

Pour la STEG  
(Date, signature et cachet précédée par la mention « Lu et approuvé »)



**CONTRAT D'ACHAT PAR LA STEG DE L'EXCEDENT  
DE L'ENERGIE ELECTRIQUE PRODUITE A PARTIR  
D'ENERGIES RENOUVELABLES ET LIVRÉE  
SUR LE RESEAU BASSE TENSION**

N° .....

ENTRE LES SOUSSIGNES :

La Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz désignée ci-après par " STEG " et représentée aux fins des présentes par .....

d'une part

ET

..... dont le siège social ou le lieu de résidence est à .....

..... désigné ci-après par le " Autoproducteur " et représenté par .....

d'autre part

Il a été convenu et arrêté ce qui suit :

**PREAMBULE**

Vu la loi 2015-12 du 11 mai 2015 relative à la production de l'électricité à partir des énergies renouvelables ;

Vu le décret-loi n° 62-8 du 3 avril 1962 portant création et organisation de la société tunisienne de l'électricité et du gaz ratifié par la loi n° 62-16 du 24 mai 1962, tel que modifié et complété par la loi n°70-58 du 2 décembre 1970 et la loi n°96-27 du 1<sup>er</sup> avril 1996 ;

Vu le décret n° 64-9 du 17 Janvier 1964 portant approbation du cahier des charges relatif à la fourniture de l'énergie électrique sur l'ensemble du territoire de la République ;

Vu le décret n° ....-..... du ..... .. fixant les conditions et les procédures de réalisation des projets de production de l'énergie électrique à partir des énergies renouvelables

Vu l'arrêté du Ministre chargé de l'Energie du .. ..... portant approbation du Cahier des exigences techniques de raccordement et d'exploitation des installations de production d'électricité à partir des énergies renouvelables sur le réseau basse tension ;

Vu la décision du Ministre de l'Industrie, de l'Energie et des Mines du 2 Juin 2014 fixant les tarifs de transport et d'achat par la STEG de l'excédent de l'énergie électrique produite à partir d'installations de cogénération et d'énergies renouvelables.

## A. CONDITIONS GENERALES ET COMMERCIALES

### ARTICLE 1 : DEFINITIONS

Au sens du présent contrat, ci-après désigné «Contrat», on entend par :

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

**Réseau de distribution :** Le réseau national de distribution électrique de tension 230/400 V, 10 kV, 15 kV et 30 kV;

**Cahier des Charges :** Cahier des exigences techniques de raccordement et d'évacuation de l'énergie produite à partir des installations d'énergies renouvelables sur le réseau basse tension

**Autoproducteur :** Le client de la STEG en Basse Tension, propriétaire du local, ou dûment mandaté par le propriétaire produisant de l'énergie électrique à partir d'énergies renouvelables pour sa consommation propre et débitant sur le réseau Basse Tension ;

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

**Point de livraison:** Le point de branchement des compteurs du côté de l'installation interne de l'Autoproducteur. Le point de livraison est unique ;

**Point de raccordement :** Le point où s'effectue la connexion de l'Unité de production au réseau Basse Tension;

**Système de comptage :** L'ensemble des appareils et accessoires de comptage de l'énergie électrique ;

**Liaison :** Le tronçon de la ligne reliant le système de comptage au point de raccordement ;

**Energie livrée :** L'énergie écoulée par l'Autoproducteur sur le réseau Basse Tension;

**Energie fournie :** L'énergie consommée par l'Autoproducteur en tant que client de la STEG ;

**Puissance installée :** La puissance maximale de l'Unité de Production de l'Autoproducteur ;

**Puissance souscrite :** La puissance souscrite par l'Autoproducteur en tant que client auprès de la STEG.

### ARTICLE 2 : OBJET DU CONTRAT

L'Autoproducteur de l'énergie électrique générée à partir d'énergies renouvelables et raccordé au réseau Basse Tension, tel que défini par la loi n° 2015-12 du 11 mai 2015, bénéficie par le présent Contrat du droit de vente de l'excédent d'énergie électrique, produite par sa propre Unité de Production, exclusivement à la STEG, et ce, dans la limite de la capacité du réseau Basse Tension et conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Ce Contrat porte sur l'Energie livrée à partir d'un seul Point de livraison sur le réseau Basse Tension.

### ARTICLE 3 : PUISSANCE INSTALLEE

L'Autoproducteur fixe dans les Conditions Particulières du présent Contrat la puissance installée de son Unité de Production. Conformément au décret n°..... du ... ..

....., la puissance installée est au plus égale à la puissance souscrite par l'Autoproducteur auprès de la STEG.

L'Autoproducteur doit informer la STEG par écrit et obtenir au préalable son accord pour toute modification de l'une des caractéristiques initiales de son Unité de production et particulièrement la puissance installée.

### ARTICLE 4 : CARACTERISTIQUES DU COURANT ELECTRIQUE

L'énergie sera livrée sous forme de courant alternatif monophasé ou triphasé, à la fréquence et à la tension précisées au Cahier des Charges et aux Conditions Particulières du présent Contrat.

### ARTICLE 5 : SYSTEME DE COMPTAGE

Le système de comptage de l'Energie livrée est fourni et installé par la STEG aux frais de l'Autoproducteur et devient propriété de la STEG qui en assure l'entretien.

L'Autoproducteur s'engage à relever l'index de l'énergie brute produite à partir du compteur de chaque onduleur et les transmettre à la STEG au dernier mois de chaque d'année civile.

Pour les besoins de la facturation, les données de comptage de l'Energie livrée seront lisibles et accessibles par l'Autoproducteur et par la STEG. A la demande de l'Autoproducteur, les relevés d'index de l'Energie livrée peuvent être effectués contradictoirement et au même instant au terme du cycle de relève indiqué dans les Conditions Particulières du présent Contrat, dans ce cas, les frais de relève des index sont à la charge de l'Autoproducteur et seront fixés au préalable.

Ce Contrat sera géré par un système de comptage tel que défini dans le Cahier des Charges.

Les compteurs sont soumis périodiquement au contrôle de la métrologie légale. Les coûts d'essais et d'étalonnage éventuels seront supportés par la STEG.

En cas de requête particulière de l'une des parties concernant l'intégrité de l'un des compteurs indiqués dans le Cahier des Charges, les coûts d'essais et d'étalonnage des compteurs seront supportés par la partie requérante si l'appareil vérifié est reconnu exact c'est-à-dire que les écarts sont inférieurs à la limite indiquée dans les Conditions Particulières du présent Contrat.

En cas de renouvellement jugé nécessaire du compteur, l'Autoproducteur en assume les frais.

### ARTICLE 6 : MESURE ET CONTROLE DE L'ENERGIE ELECTRIQUE LIVREE A LA STEG

La mesure de l'énergie électrique monophasée ou triphasée livrée par l'Autoproducteur sur le réseau Basse Tension sera effectuée au moyen de compteurs électroniques.

En cas d'arrêt ou de fonctionnement défectueux des appareils de mesures, une estimation de l'Energie livrée est effectuée sur la même base d'estimation appliquée à l'Energie fournie par la STEG.



## **ARTICLE 7 : INTERRUPTION DU PRELEVEMENT**

En cas d'incidents, ou pour toute raison urgente exigeant l'arrêt du prélèvement de l'Energie livrée, la STEG sera en droit de prendre les mesures nécessaires telles qu'indiquées dans le Cahier des Charges.

La STEG prendra toutes les mesures nécessaires pour le rétablissement des Liaisons dans les meilleurs délais et ne sera redevable d'aucune indemnisation vis-à-vis de l'Autoproducteur au titre de l'interruption du prélèvement de l'Energie livrée.

## **ARTICLE 8 : RESPONSABILITE DES PARTIES**

Chaque partie sera entièrement responsable des dommages de toute nature que son Unité de Production occasionnerait aux personnels, aux installations de l'autre partie et aux tiers.

## **ARTICLE 9 : ASSURANCE**

L'Autoproducteur est tenu de souscrire auprès d'une compagnie d'assurance tunisienne, une police d'assurance responsabilité civile qui couvrira les conséquences pécuniaires de sa responsabilité à chaque fois qu'elle se trouverait engagée pour tous dommages corporels, matériels et/ou immatériels pouvant être causés aux tiers et/ou à la STEG qui est considérée comme tiers et résultant de négligence, omission, erreur ou toute autre faute commise dans l'exécution de ce Contrat.

Le montant garanti par cette police doit être en rapport avec les risques réels encourus.

L'Autoproducteur est tenu de remettre à la STEG à la fin de chaque année une attestation de reconduction de garantie munie de la quittance de règlement de prime. La responsabilité Civile de la STEG est assurée

## **ARTICLE 10 : CESSION**

La STEG peut sans l'accord préalable de l'Autoproducteur céder en totalité ou en partie ses droits, privilèges, devoirs ou obligations aux termes du présent Contrat.

L'Autoproducteur peut, après accord préalable de la STEG, céder en totalité ou en partie ses droits, privilèges, devoirs ou obligations aux termes du présent Contrat. La cession ne peut avoir lieu qu'après signature, par le (ou les) cessionnaire(s) d'un nouveau « Contrat d'achat par la STEG de l'excédent de l'énergie électrique produite à partir d'énergies renouvelables et livrée sur le réseau Basse Tension »

## **ARTICLE 11 : PRIX DE LIVRAISON ET MODALITE DE FACTURATION**

Aux seules fins de la facturation, le Point de livraison sera considéré comme étant le Point de Raccordement.

La STEG est tenue d'assurer le prélèvement de l'Energie livrée. Le bilan de l'Energie livrée et fournie se fait sur la base des quantités relevées sur les compteurs appropriés pour chaque cycle de relève.

La facturation est établie par la STEG sur la base du solde

Si la quantité de l'Energie fournie est supérieure à l'Energie livrée et sur la base du tarif en vigueur fixé par décision du Ministre chargé de l'énergie. .

Si au contraire, la quantité d'Energie livrée est supérieure à l'Energie fournie, l'écart sera reporté sur la facture de l'Autoproducteur pour le cycle de facturation suivant.

## **ARTICLE 12 : FORCE MAJEURE**

Nul ne sera tenu responsable de l'inexécution de l'une quelconque des clauses du présent Contrat si son exécution a été empêchée, entravée ou retardée par un fait extérieur revêtant le caractère de force majeure.

Par force majeure on désigne les circonstances imprévisibles, irrésistibles et hors du contrôle raisonnable de la partie concernée, et qui n'auraient pu être évitées ou prévenues par une prévoyance, planification ou mise en œuvre raisonnables.

En cas de force majeure imposant l'arrêt de la fourniture de l'énergie électrique, la partie sinistrée doit informer l'autre partie de la cause et de la durée probable de l'arrêt dans les meilleurs délais. Si elle le juge nécessaire, la STEG met hors service la liaison.

## **ARTICLE 13 : REVISION – SUSPENSION - RESILIATION**

### **1- Révision**

Toute modification de la législation ou de la réglementation régissant la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables s'applique au présent Contrat dès la date de son entrée en vigueur.

Toute modification de l'une des Conditions Particulières du présent Contrat fera l'objet d'un avenant au dit Contrat.

L'Autoproducteur s'engage à informer la STEG en temps opportun de tout changement éventuel de l'identité de l'occupant du local où l'Unité de Production est implantée.

### **2-Suspension**

Le présent Contrat peut être suspendu immédiatement, en cas de manquement grave de l'Autoproducteur à ses obligations contractuelles et notamment dans les cas suivants :

- Non exécution par l'Autoproducteur des actions correctives nécessaires sur son Unité de Production ou de raccordement dans un délai de 10 jours à compter de la date de mise hors service de la Liaison,
- Non paiement, dans les délais, par l'Autoproducteur des factures adressées par la STEG.
- Non présentation par l'Autoproducteur d'une attestation d'assurance valide,

### **3- Résiliation**

- En cas de manquement grave de l'Autoproducteur à ses obligations contractuelles suivi ou non d'une période de suspension comme indiquée ci-dessus, la STEG est en droit de résilier le présent Contrat après mise en demeure notifiée par lettre recommandée avec accusé de réception demeurée infructueuse pendant un délai de 60 jours.
- Le présent Contrat est résilié de plein droit en cas de résiliation du Contrat de fourniture de l'énergie électrique par la STEG.
- Le présent Contrat peut également être résilié à la demande de l'Autoproducteur par défaut permanent de

l'Unité de production moyennant un préavis de 60 jours notifié par lettre recommandée avec accusé de réception.

#### **ARTICLE 14 : DATE DE COMMENCEMENT DES LIVRAISONS**

La livraison à la STEG de l'excédent de l'énergie électrique à travers le réseau Basse Tension ne peut commencer qu'après satisfaction des conditions suivantes :

- Signature du Contrat par les deux parties ;
- Règlement par l'Autoproducteur à la STEG du coût des prestations et ouvrages à réaliser ;
- Remise de l'attestation d'assurance responsabilité civile de l'Autoproducteur telle que définie dans l'article 9 du présent Contrat ;
- Signature du Procès verbal de réception de mise en service du raccordement de l'Unité de Production par les deux parties.

Ces conditions sont cumulatives.

#### **ARTICLE 15 : REGLEMENT DES LITIGES**

L'Autoproducteur et la STEG conviennent, à défaut d'entente amiable, de soumettre tout litige qui pourrait naître

entre eux au sujet des conditions d'application ou d'interprétation des clauses du présent Contrat au Ministère de Tutelle de la STEG et ce dans un délai de 15 jours à compter de la date du procès-verbal constatant l'échec de la tentative de règlement amiable.

Si aucune solution n'est donnée dans un délai de 45 jours à compter de la saisine du Ministère, les parties pourront soumettre le litige aux tribunaux compétents.

#### **ARTICLE 16 : ENTREE EN VIGUEUR ET VALIDITE DU CONTRAT**

Le présent Contrat prendra effet à partir de la date de commencement des livraisons à la STEG et s'appliquera jusqu'au 31 décembre de la même année. Il se renouvellera par tacite reconduction, par période d'un an, sauf dénonciation par l'une ou l'autre des parties, donnée par lettre recommandée avec accusé de réception un mois au moins avant la fin de l'année en cours. Pendant ce préavis d'un mois, les deux parties resteront tenues d'exécuter toutes les obligations prévues au Contrat.

## B. : CONDITIONS PARTICULIERES

- 1) L'énergie électrique est produite à : (lieu) : .....
- 2) Référence d'abonnement à la STEG : .....
- 3) Energie renouvelable utilisée : .....
- 4) Le productible annuel : ..... kWh
- 5) Puissance souscrite de fourniture par la STEG de l'énergie électrique ..... (kVA)
- 6) L'énergie électrique est produite à partir de (nombre) .....unités de production de puissance unitaire.....(kW) dont les caractéristiques nominales sont :  
Tension nominale (Un) : 230V/400V  
Fréquence : 50 Hz  
Puissance maximale de l'Unité de Production : ..... kVA
- 7) Liaison : (ligne/câble) .(section) (longueur).(nature du conducteur) : .....
- 8) Classe de précision du compteur de livraison .....
- 9) Cycle de relève : ..... mois
- 10) Notifications :

Toutes notifications pour les besoins du présent Contrat sont faites par écrit ou par Fax par l'une des parties à l'autre aux adresses suivantes :

Pour l'Autoproducteur :

.....  
.....

Tél : ..... ; Fax : .....

Mail : .....

Pour la STEG

.....  
.....

Tél : ..... ; Fax : .....

Mail : .....

Fait à ....., le .....

Pour l'Autoproducteur  
(Date, signature et cachet précédée par la  
mention « Lu et approuvé »)

Pour la STEG  
(Date, signature et cachet précédée par la  
mention « Lu et approuvé »)