

Arrêté n° 465 CM du 31 mars 2021 fixant les prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement au réseau électrique de l'île de Tahiti d'une installation de production d'énergie électrique

(NOR : ENR2120551AC-1)

Paru in extenso au journal officiel n°29 N du 09/04/2021 à la page 6488 dans la partie ARRETES DU CONSEIL DES MINISTRES

Version en vigueur au 20/08/2021

Le Président de la Polynésie française,
 Sur le rapport du ministre des finances, de l'économie, en charge de l'énergie, de la protection sociale généralisée et de la coordination de l'action gouvernementale,
 Vu la loi organique n° 2004-192 du 27 février 2004 modifiée portant statut d'autonomie de la Polynésie française, ensemble la loi n° 2004-193 du 27 février 2004 complétant le statut d'autonomie de la Polynésie française ;
 Vu l'arrêté n° 23-2018 APF/SG du 18 mai 2018 portant proclamation du Président de la Polynésie française ;
 Vu l'arrêté n° 650 PR du 23 mai 2018 modifié portant nomination du vice-président et des ministres du gouvernement de la Polynésie française, et déterminant leurs fonctions ;
 Vu le code de l'énergie de la Polynésie française ;
 Vu l'arrêté n° 62 CM du 22 janvier 2021 portant définition des règles de placement des énergies en Polynésie française ;
 Le conseil des ministres en ayant délibéré dans sa séance du 24 mars 2021,

Arrête :

Article 1er

Le présent arrêté s'applique aux installations de production d'énergie électrique devant faire l'objet d'un premier raccordement au réseau électrique de l'île de Tahiti.

Art. 2

Les prescriptions techniques de conception et de fonctionnement se déclinent selon le type de réseau électrique et le domaine de tension sur lequel l'installation de production d'énergie électrique est raccordée.

Art. 3

Les documents techniques de référence (DTR) intégrant les prescriptions techniques de conception et de fonctionnement sont les suivants :

- DTR relatif au réseau public de distribution électrique du domaine de tension HTA (annexe 1) ;
- DTR relatif au réseau public de transport électrique du domaine de tension HTA (annexe 2) ;
- DTR relatif au réseau public de transport électrique du domaine de tension HTB (annexe 3).

Art. 4

Le ministre des finances, de l'économie, en charge de l'énergie, de la protection sociale généralisée et de la coordination de l'action gouvernementale, est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la Polynésie française.

Fait à Papeete, le 31 mars 2021.

Par le Président de la Polynésie française :
 Edouard FRITCH.

Le ministre des finances,
 de l'économie,
 Yvonnick RAFFIN.

Annexe 1 - Prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'une installation de production d'énergie électrique au Réseau Public de Distribution (RPD) HTA de l'île de Tahiti

Annexe 2 - Prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'une installation de production d'énergie électrique au Réseau Public de Transport (RPT) HTA de l'île de Tahiti

Rédaction issue de Arrêté n° 1624 CM du 13 août 2021

Annexe 3 - Prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'une installation de production d'énergie électrique au Réseau Public de Transport (RPT) HTB de l'île de Tahiti

Rédaction issue de Arrêté n° 1624 CM du 13 août 2021

Voir toutes les modifications dans le temps :

- [Arrêté n° 465 CM du 31 mars 2021](#), JOPF n° 29 N du 09/04/2021 à la page 6488
- [Arrêté n° 1624 CM du 13 août 2021](#), JOPF n° 67 N du 20/08/2021 à la page 18962

Annexe 1

DOCUMENT TECHNIQUE DE REFERENCE

Prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'une installation de production d'énergie électrique au Réseau Public de Distribution (RPD) HTA de l'île de Tahiti

Version	Date d'application	Nature de la modification	Annule et remplace
1		Création	

RESUME

Le présent référentiel fixe les dispositions constructives et les règles techniques que doivent respecter les installations de production d'énergie électrique en vue de leur raccordement au RPD HTA de l'île de Tahiti.

Ces dispositions s'appliquent aux installations de production qui livrent en permanence, ou par intermittence, tout ou partie de leur production au RPD HTA, ou qui sont couplées à ce réseau en étant susceptibles de lui livrer de l'énergie.

1. PRÉAMBULE

EDT Engie et sa filiale Tahiti Sud Energie dans le cadre de leur délégation de service public, assurent les missions de gestionnaire des réseaux publics de distribution (RPD) sur l'île de Tahiti.

Le Plan de Transition Energétique de la Polynésie française prévoit un très fort développement des énergies renouvelable et plus particulièrement de l'énergie solaire avec stockage d'énergie.

Un réseau non interconnecté comme celui de Tahiti est très vulnérable à toutes variations de puissance active ou réactive traditionnellement maîtrisées par des alternateurs synchrones. Il est donc indispensable pour maintenir le niveau de sûreté du système électrique tahitien que, lorsqu'ils en ont la capacité, les nouveaux moyens de production apportent des services équivalents au système et qu'à minima leur comportement ne soit pas de nature à le fragiliser. Les installations sont tenues de respecter l'ensemble des prescriptions détaillées dans le présent document lorsqu'elles injectent de la puissance active dans le réseau et/ou participent au réglage de la tension.

2. CONDITIONS DE RACCORDEMENT

2.1. GÉNÉRALITÉS

Le présent document traite du raccordement à un RPD d'installation photovoltaïque avec stockage d'énergie de puissance supérieure ou égale à 400 kWc en revente totale ou en revente de surplus de production.

Pour l'application des dispositions du présent référentiel technique, « PWc » désigne la puissance installée d'une installation de production photovoltaïque raccordée à un RPD. **Par convention, la puissance PWc est la puissance crête de l'installation photovoltaïque.**

Principe I. — Seules peuvent être raccordées à un RPD, les installations de production conçues pour fonctionner dans les conditions normales et exceptionnelles de fréquence et de tension sur ce réseau telles que décrites dans le présent document, sans qu'il en résulte :

- Un danger pour les personnes et les biens,
- Une perturbation des dispositifs mis en œuvre par le gestionnaire du RPD pour en assurer la conduite et la protection,
- Une dégradation anormale de la qualité de l'électricité distribuée ou transportée sur ce réseau,
- Une contrainte pour les autres utilisateurs du réseau.

Principe II. — Seules peuvent être raccordées à un RPD, les installations de production dotées d'un dispositif de protection leur permettant d'être séparées automatiquement du RPD dans les situations anormales décrites dans le présent document.

Principe III. — Seules peuvent être raccordées à un RPD les installations de production disposant d'une capacité de réglage de la puissance active et réactive qu'elles peuvent fournir ou consommer.

Principe IV. — Seules peuvent être raccordées à un RPD les installations de production dotées d'un dispositif permettant au producteur et au gestionnaire du RPD auquel l'installation de production est raccordée, d'échanger, le cas échéant automatiquement, des informations et des commandes d'exploitation.

Le fonctionnement de l'installation obéit à plusieurs phases successives telle que décrite dans l'arrêté n°62 / CM du 22 janvier 2021 portant définition des règles de placement des énergies en Polynésie française.

2.2. DOMAINE DE TENSION DE RACCORDEMENT DE RÉFÉRENCE

A titre indicatif, pourront se raccorder à un RPD les installations de production dont la Puissance active est comprise entre 400 kW et 8 MW.

2.3. LIMITES DE PUISSANCE EN INJECTION ET SOUTIRAGE

Conformément à l'arrêté n°62 / CM du 22 janvier 2021 :

- La puissance maximum en injection P_{max} sur le RPD d'une installation de production photovoltaïque avec stockage d'énergie est fixée à $0.75 \times P_{Wc}$ soit pour une installation de 8 MWc : $P_{max} = 6$ MW maximum à la fréquence nominale.
L'installation de production doit être en mesure de réduire sa puissance active à une valeur limite communiquée à distance par le gestionnaire de RPD via le DEIE. La valeur limite doit être réglable dans la plage complète d'exploitation entre la puissance active maximale et le niveau minimal de régulation.
- La puissance maximum en soutirage du RPD d'une installation de production photovoltaïque avec stockage d'énergie est fixée à $0.1 \times P_{Wc}$ soit pour une installation de 8 MWc : 0,8 MW maximum à la fréquence nominale.

2.4. LIMITE DE MARGINALITÉ

- I.** — Il est considéré que la puissance P_{Wc} d'une installation de production n'est pas marginale si elle est $\geq$ à 400 kWc.
- II.** — Pour toute installation de production dont la puissance P_{Wc} n'est pas marginale en termes de gestion et de conduite du RPD, le producteur doit, conformément aux préconisations et modalités précisées dans les conventions de raccordement et d'exploitation et dans le présent document technique de référence :
 - Relier l'installation de production au centre de conduite du gestionnaire du RPD dans le but d'échanger des informations et des demandes d'action d'exploitation relatives notamment à la gestion des puissances active et réactive de l'installation de production, de ses connexions et déconnexions du RPD et de la valeur de la tension au point de livraison. Les informations et demandes d'action précitées sont précisées dans les conventions de raccordement et d'exploitation ;

- Communiquer au gestionnaire du RPD le programme de fonctionnement de l'installation de production ; le contenu de ce programme, sa fréquence de mise à jour et le préavis avec lequel ces informations sont transmises au gestionnaire du RPD sont déterminés conformément à l'arrêté n°62 / CM du 22 janvier 2021 portant définition des règles de placement des énergies en Polynésie française.

3. FONCTIONNALITÉS ET PERFORMANCES DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION

3.1. PLAGES NORMALES ET EXCEPTIONNELLES DE VARIATION DE LA FRÉQUENCE

Préambule : la tenue aux excursions de fréquence des installations raccordées en HTA et BT est un élément majeur pour la stabilité du système électrique du réseau de l'île de Tahiti.

Lors de l'apparition soudaine d'un déséquilibre entre production et consommation, des gradients de fréquence importants peuvent apparaître. Il est primordial que l'ensemble des productions raccordé soit en capacité de poursuivre l'injection de puissance et de contribuer à en diminuer les effets pour ne pas aggraver le phénomène.

Le retour d'expérience d'EDT Engie sur la conduite du réseau de Tahiti a conduit aux exigences suivantes :

Exigence I

- Toute installation de production photovoltaïque avec stockage d'énergie doit rester en fonctionnement lorsque la fréquence du RPD prend des valeurs exceptionnelles :

- Sans limitation de durée dans la plage de fréquence de 60 Hz à 63 Hz +/- 0.5 Hz selon les modalités précisées dans les conventions de raccordement et d'exploitation,
- Jusqu'à épuisement de la capacité de la batterie dans la plage de fréquence de 55 Hz à 60 Hz. La capacité de la batterie est stipulée dans les conventions de raccordement et d'exploitation. Si la batterie atteint son seuil minimum de capacité et que la fréquence n'est pas rétablie, l'installation de production fournira la puissance disponible dans le champ solaire.

Exigence II

- En outre lorsque la fréquence excède 63 Hz ou descend en dessous de 55 Hz, les protections maxi-fréquence et mini-fréquence du producteur doivent déconnecter son installation du RPD.

Exigence III

- Les installations de production raccordées aux RPD ne doivent pas être volontairement déconnectées sur un critère de vitesse de variation de la fréquence.

3.2. PARTICIPATION AU RÉGLAGE DE FRÉQUENCE

Toute installation de production photovoltaïque avec stockage d'énergie dont la puissance P_{Wc} est supérieure ou égale à 400 kWc doit, par conception, disposer d'une capacité de réglage de la puissance active et être équipée d'un régulateur qui ajuste la puissance fournie en fonction de l'écart entre la valeur réelle de la fréquence et sa valeur de consigne.

Ainsi l'installation doit avoir des capacités constructives de réglage primaire de la fréquence :

- *En cas de baisse de la fréquence par rapport à 60 Hz, l'installation doit être en capacité d'accroître sa puissance.*
- *En cas de hausse de la fréquence par rapport à 60 Hz, l'installation doit être en capacité de réduire sa puissance.*

- L'installation doit disposer d'une régulation automatique de fréquence réalisant la loi de réglage statique suivante : $P_{ref} - K \times \Delta F$, avec P_{ref} , la puissance produite par l'installation au moment de la variation de fréquence, K , le gain en MW/Hz de la régulation de fréquence dit « Energie réglante », et ΔF , l'écart de fréquence depuis son niveau de référence, $F - F_0$.

Le statisme ∂ défini par la relation :

$$\partial = \frac{1}{K} \times \frac{P_{effmaxbatt}}{60}$$

Avec $P_{effmaxbatt}$ la puissance active maximum fournie par les onduleurs de la batterie.

Le statisme doit être réglable et sa valeur est déterminée par le gestionnaire du RPD. A priori, et sauf indication contraire dans la convention de raccordement, ∂ doit être réglable entre 2% et 12%. Les modalités de modification de la valeur du statisme ∂ à l'intérieur de sa plage de réglage sont précisées dans la convention d'exploitation.

- Une bande morte sur la mesure de fréquence peut être introduite et ne peut pas dépasser ± 0.3 Hz centrée autour de 60 Hz. Elle doit être déterminée en accord avec le gestionnaire du RPD de façon à ne pas faire participer les installations au réglage continu de la fréquence si cela n'est pas nécessaire.

Cette bande morte devra être paramétrable à distance par le gestionnaire du RPD. La régulation de fréquence n'est effective que si l'écart de fréquence par rapport à la fréquence de référence (60Hz) est supérieur à la bande morte. La puissance active produite doit suivre alors la commande $P_{ref} - K \times \Delta F$, dans les limites définies ci-dessous.

- Pour tout échelon de fréquence négatif depuis son niveau de référence, 60 Hz, l'installation doit être capable d'accroître sa puissance active de $- K \times \Delta F$, en moins de 0,5 secondes et pouvoir maintenir ce niveau de production pendant le temps qu'autorise le niveau de charge de la batterie avec un minimum de 120s.

- Pour tout échelon de fréquence positif depuis son niveau de référence, 60 Hz, l'installation doit pouvoir réduire sa puissance active de $- K \times \Delta F$ en moins de 0,5 secondes jusqu'à la puissance maximum absorbable par la batterie et dépendant de sa profondeur de décharge. Ce niveau de production devra être maintenue tant que la batterie pourra absorber et pendant au moins 120s.

- La participation effective au réglage de la fréquence n'est pas demandée en dehors des phases de production et de charge éventuelle de la batterie.

Afin de permettre la vérification de cette exigence lors de la phase de réception de l'installation, le régulateur de fréquence devra disposer d'une fonctionnalité permettant d'insérer un échelon de fréquence. Cette fonction devra figurée sur les schémas et modèles de régulation demandés dans le cadre des échanges entre le producteur et le gestionnaire du système.

Afin de suivre le déroulement de la réponse en puissance active aux variations de fréquence en exploitation, l'interface de communication est équipée de façon à transmettre en temps réel et de manière sécurisée, de l'installation de production d'électricité vers le centre de conduite du gestionnaire du RPD au moins les signaux suivants :

- Signal d'état du réglage primaire de fréquence (marche/arrêt),
- Production de puissance active programmée,
- Valeur réelle de la production de puissance active,
- Réglages effectifs des paramètres de la réponse en puissance active aux variations de fréquence,
- Statisme et bande morte.

3.3. PLAGES NORMALES ET EXCEPTIONNELLES DE VARIATION DE LA TENSION

Toute installation de production doit rester en fonctionnement pendant au moins vingt minutes, sans perte de puissance supérieure à 5 % de Pref, lorsque la tension (U) au point de livraison de l'installation de production s'écarte de la tension contractuelle (Uc) de la façon suivante :

$$0,9 U_c \leq U < 0,95 U_c$$

ou

$$1,05 U_c < U \leq 1,1 U_c.$$

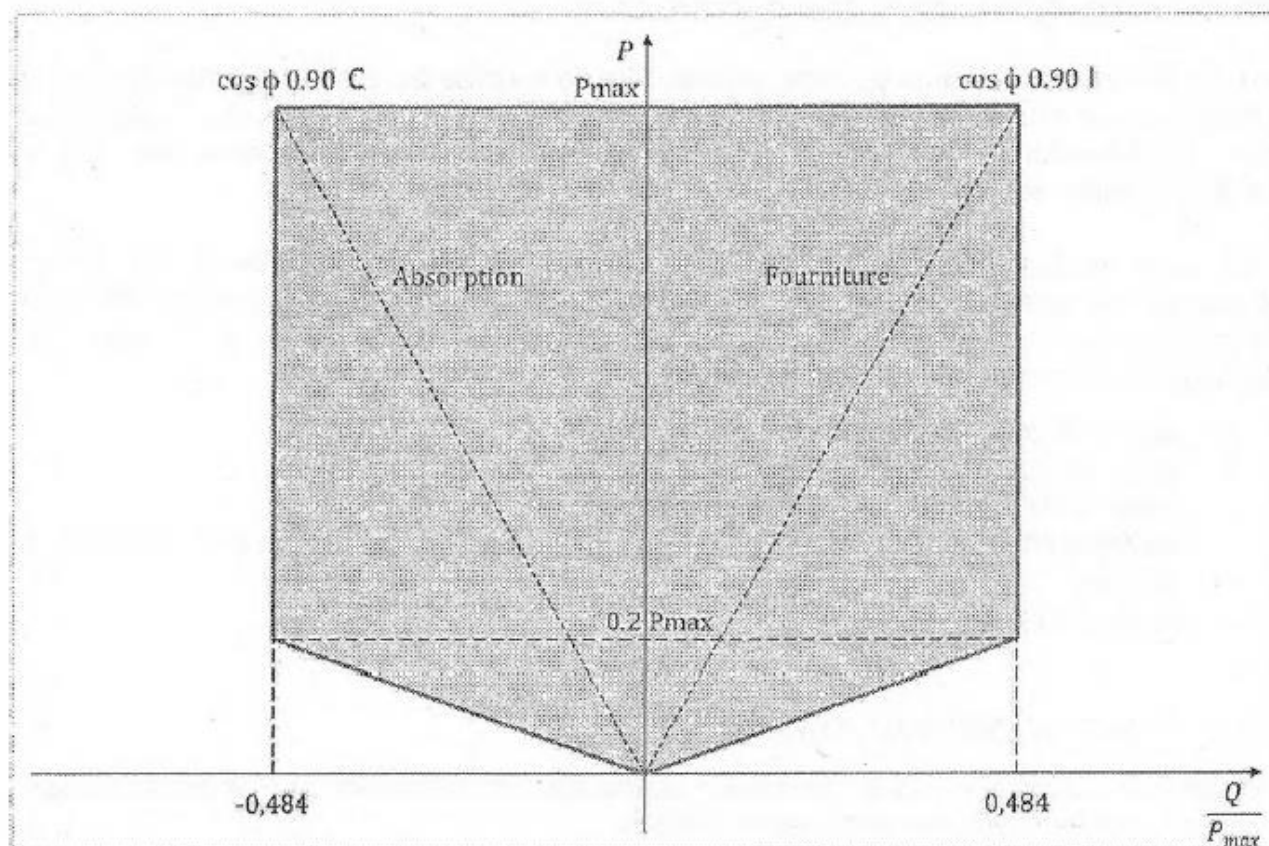
3.4. PARTICIPATION AU RÉGLAGE DE TENSION

Toute installation de production raccordée au RPD HTA doit pouvoir fournir ou absorber, au point de livraison, les puissances réactives minimales suivantes :

- Quelle que soit la puissance active fournie supérieure à 20% de Pmax¹, lorsqu'au point de livraison est égale à Uc, la puissance réactive de l'installation doit pouvoir prendre toute la valeur comprise dans l'intervalle $[-0,484 \times P_{max}, + 0,484 \times P_{max}]$ sans limitation de durée.
- Quelle que soit la puissance active fournie inférieure à 20 % de Pmax, lorsque U au point de livraison est égale à Uc, la puissance réactive de l'installation doit pouvoir prendre toute valeur comprise dans l'intervalle $[- 2,42 \times P, + 2,42 \times P]$ sans limitation de durée.

¹ Pmax est la puissance maximum active que l'installation peut fournir au réseau.

Le diagramme ci-dessous illustre les performances demandées.



- L'installation de production doit être dotée d'une fonction de régulation de la tension permettant d'asservir la production ou la consommation de puissance réactive à la tension du réseau HTA en fonction d'une consigne de tension.
- La valeur du gain statique de régulation (en Mvar/V) doit être réglable entre 3 % et 11 % et doit être déterminée en accord avec le gestionnaire du RPD de façon à pouvoir fournir le maximum de puissance réactive (dans les limites de capacité de l'installation définies ci-dessus) lorsque la tension tend à vouloir être inférieure à une valeur limite basse de tension, et à pouvoir absorber le maximum de puissance réactive (dans les limites de capacité de l'installation définies ci-dessus) lorsque la tension tend à vouloir être supérieure à une valeur limite haute de tension.
- La valeur de consigne de tension U_n , doit être modifiable par télécommande à la demande du gestionnaire du RPD selon des modalités définies dans la convention d'exploitation.
- Le temps de réponse de cet asservissement doit être inférieur à 10 secondes.
- Une bande morte sur la mesure de tension de $\pm U_{seuil}$, centrée autour de U_c pourra être introduite et devra être déterminée en accord avec le gestionnaire du RPD.
- La participation effective au réglage de tension n'est pas demandée en dehors des phases de production et de charge éventuelle de la batterie.

- Les exigences concernant la mesure de la tension et la capacité de fourniture et d'absorption de puissance réactive s'appliquent au point de raccordement.

Afin de permettre la vérification de cette exigence lors de la phase de réception de l'installation, le régulateur de tension devra disposer d'une fonctionnalité permettant d'insérer un échelon de tension. Cette fonction devra figurer sur les schémas et modèles de régulation demandés dans le cadre des échanges entre le producteur et le gestionnaire du système.

Afin de suivre le déroulement de la réponse en puissance réactive aux variations de tension en exploitation, l'interface de communication est équipée de façon à transmettre en temps réel et de manière sécurisée, de l'installation de production d'électricité vers le centre de conduite du gestionnaire du RPD au moins les signaux suivants :

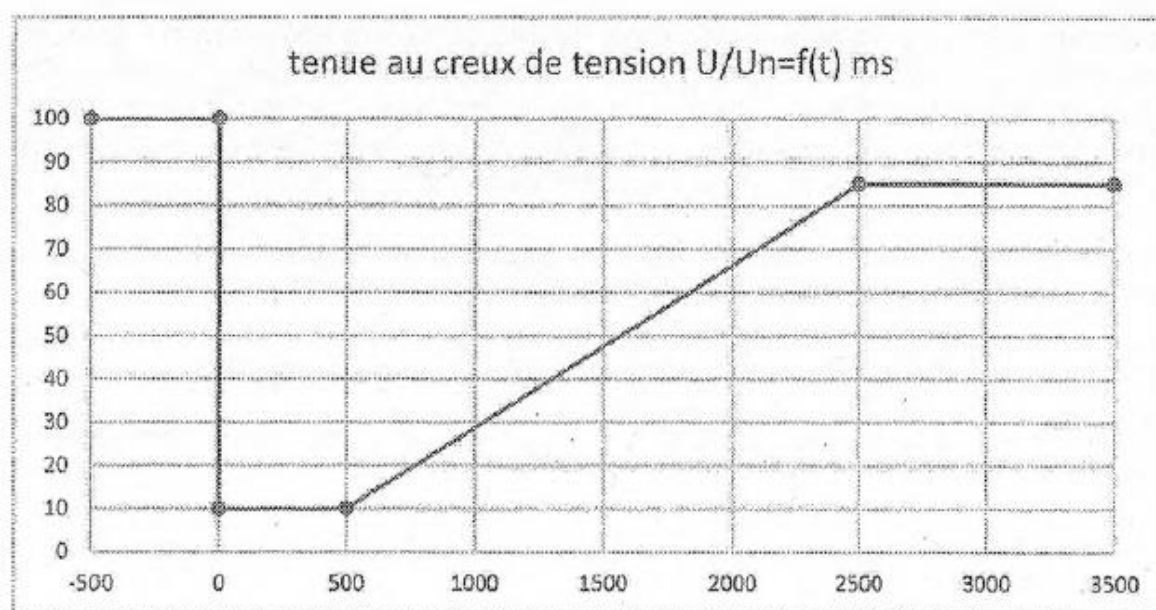
- Signal d'état du réglage tension (marche/arrêt),
- Valeur réelle de la production de puissance réactive,
- Valeur de la tension au point de raccordement
- Réglages effectifs des paramètres de la réponse en puissance réactive aux variations de tension,
- Statisme et bande morte.

3.5. TENUE AU CREUX DE TENSION

Préambule : la tenue aux creux de tension des installations raccordées en HTA est un élément majeur pour la stabilité des systèmes électriques.

Principe I

Toute installation de production rentrant dans le cadre du présent DTR, doit rester en fonctionnement lors de l'apparition au point de livraison de l'installation d'un creux de tension s'inscrivant dans le gabarit défini ci-dessous :



Principe II

Toute installation raccordée sur un départ HTA devra être en capacité de participer au maintien de la tension durant un défaut. Elle devra être en mesure de fournir un courant réactif additionnel dans la limite de ses capacités constructives (au minimum 1.5 In pendant 0.5s). Cette fonctionnalité pourra être activée ou désactivée sur site à la demande du gestionnaire du système.

3.6. COUPLAGE/DÉCOUPLAGE DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION

Le couplage et le découplage des installations de production au RPD d'électricité doivent se faire selon les modalités de la convention d'exploitation dans le respect des prescriptions du présent article.

Sur le réseau HTA, les vitesses des prises en charge et des cessations de charge qui résultent de l'action volontaire du producteur ne doivent pas dépasser 300 kW/min.

Les à-coups de tension au point de livraison dus à l'installation de production, consécutivement par exemple aux opérations de couplage et de découplage ou à la mise sous tension de l'installation, ne doivent pas dépasser 5 %. Cette limite est établie sur la base d'une puissance de court-circuit minimale de référence de 40 MVA au point de raccordement HTA. Si la puissance de court-circuit effectivement mise à disposition du producteur par le gestionnaire du RPD est inférieure à 40 MVA, la limite précitée de 5 % est multipliée par un coefficient égal au rapport entre la puissance de court-circuit de référence (40 MVA) et la puissance de court-circuit fournie.

Si l'installation du producteur comprend plusieurs transformateurs, un décalage automatique de quelques secondes pour la mise sous tension des transformateurs T+1, T+n... sera demandé. Les modalités de décalage seront stipulées dans le contrat de raccordement.

3.7. PERTURBATIONS DE LA QUALITÉ DE L'ONDE DE TENSION

Toute installation de production couplée au RPD HTA doit respecter les limites fixées ci-après.

Harmoniques — Pour toute installation de production dont la puissance PWc est supérieure ou égale à 400 kWc, les courants harmoniques injectés sur le RPD sont limités, pour chaque harmonique de rang n, à la valeur, exprimée en ampère :

$$I_n = K_n \times P_{max} / \sqrt{3} U_c$$

Où

U_c , la valeur de la tension contractuelle, est exprimée en V,

P_{max} est exprimée en VA,

K_n , en fonction du rang n de l'harmonique, est donnée dans le tableau ci-dessous :

Rangs impairs	K_n	Rangs pairs	K_n
3	4%	2	2%
5 et 7	5 %	4	1 %
9	2 %	> 4	0,5 %
11 et 13	3 %		
> 13	2 %		

Déséquilibre.

— La contribution au taux de déséquilibre en tension au point de livraison de toute installation de production est inférieure ou égale à 1 %.

Fluctuation de tension.

— Le niveau de contribution de l'installation de production au papillotement doit être limité au point de livraison à 0,35 en Pst et à 0,25 en Plt.

La fréquence et l'amplitude des fluctuations rapides de tension engendrées par le Site du Producteur au Point de Livraison doivent être inférieures ou égales aux valeurs délimitées par la courbe amplitude-fréquence basée sur la norme internationale CEI 61000-2-2.

Les présentes prescriptions sont établies sur la base d'une puissance de court-circuit minimale de référence de 40 MVA au point de livraison HTA. Si la puissance de court-circuit effectivement mise à disposition par le gestionnaire du RPD est inférieure, les limites des perturbations de tension produites par le producteur sont multipliées par le rapport entre la puissance de court-circuit de référence (40 MVA) et la puissance de court-circuit effectivement fournie.

3.8. FONCTIONNEMENT PARTICULIER OU POUR ESSAIS

Afin de pouvoir faire face à conditions de fonctionnement particulières ou à l'occasion d'essais, les modes de fonctionnement suivants pourront être demandés :

- a. Mode de réglage de la puissance réactive
Une consigne de puissance réactive fournie par le gestionnaire du RPD sera à maintenir constante quelle que soit la variation de la puissance active ou de la tension $U_n \pm 5\%$.
- b. Mode de réglage du facteur de puissance
Une consigne de cosinus ϕ fournie par le gestionnaire du RPD sera à maintenir constante quelle que soit la variation de la puissance active ou de la tension $U_n \pm 5\%$.
- c. Mode de réglage de la puissance active

Une consigne de puissance active fournie par le gestionnaire du RPD sera à maintenir constante quelle que soit la variation de la puissance active ou de la tension $U_n \pm 5\%$.

4. CONTRÔLE DES PERFORMANCES

Les contrôles des performances d'une installation de production photovoltaïque avec stockage d'énergie permettent de s'assurer que celles-ci sont conformes aux prescriptions réglementaires et contractuelles. Tout écart par rapport aux spécifications décrites dans la proposition technique et financière peut conduire à affecter la sûreté du système électrique et/ou la sécurité des personnes et des biens. Dans ce cas l'installation de production sera découplée du réseau jusqu'à remise en conformité.

L'objet de ce paragraphe est de présenter les contrôles types auxquels doit être soumise une installation de production d'électricité raccordée en HTA à un RPD :

- Avant sa première mise en service ou, le cas échéant avant sa remise en service lorsqu'elle a subi une modification substantielle² ou qu'elle a été arrêtée pendant plus de deux ans,
- Périodiquement au cours de sa vie pour vérifier le maintien dans le temps des performances initiales,
- Ponctuellement, après constatation d'un dysfonctionnement.

4.1. CONTRÔLE DE PERFORMANCE AVANT LA PREMIÈRE MISE EN SERVICE OU LA REMISE EN SERVICE

Toute nouvelle Installation de Production doit faire l'objet d'un contrôle de performances avant sa première mise en service. Un tel contrôle est également effectué avant la remise en service d'une Installation de Production déjà raccordée ayant subi une modification substantielle ou ayant été arrêtée depuis plus de deux ans. Ce contrôle se déroule en deux étapes.

4.1.1. Première étape du contrôle

Pour la réalisation de cette première étape de contrôle de performances, le producteur doit fournir les documents spécifiant :

- Compatibilité du système de protection de l'Installation avec celui du RPD
- Capacité en production et consommation de puissance réactive
- Capacité de régulation de fréquence
- Capacité de régulation de tension
- Tenue au creux de tension
- Fluctuation de tension et émission d'harmonique de courant au PdL

² Toute modification qui a pour effet de majorer de 10% ou plus, la puissance P_{max} , à elle seule ou en s'ajoutant à de précédentes augmentations de puissance intervenues depuis le raccordement initial ;

Il est procédé alors à des vérifications de l'installation par le gestionnaire du RPD :

- Conformité du système de protection pour les défauts venant de l'Installation,
- Protection de découplage,
- Première série d'essais sur le DEIE des ordres de télécommande, des télémesures, des prévisions de plateaux de production, des paramètres de régulation etc...

Le producteur transmet au gestionnaire du RPD un dossier technique comportant les attestations susmentionnées avant de recevoir la Convention de Raccordement de l'Installation au RPD. A l'issue des vérifications effectuées par le gestionnaire du RPD, deux cas peuvent se présenter :

- Dans le cas d'une conformité totale, le producteur est autorisé à passer à la deuxième étape du contrôle de performances. Pour cela, il reçoit du gestionnaire du RPD dans un premier temps la Convention de Raccordement puis dans un deuxième temps la Convention d'Exploitation lorsque les Ouvrages de Raccordement seront achevés ;
- Dans le cas d'une non-conformité ou d'une conformité partielle de l'Installation de Production, il n'est pas autorisé à passer à la deuxième étape du contrôle de performances, il est notifié par le gestionnaire du RPD et doit procéder aux modifications demandées. La procédure de traitement des non-conformités sera appliquée (§ 4.1.4).

4.1.2. Deuxième étape du contrôle

Ce contrôle est réalisé conjointement par le producteur et le gestionnaire du RPD et nécessite que l'Installation soit raccordée au réseau. L'ensemble des performances à contrôler au moyen des essais réels est le suivant :

- Automatisation des plateaux de puissance en fonction de la prévision annoncée.
- Consigne de puissance manuelle
- Consigne de tension
- Statisme en fréquence avec bande morte éventuelle
- Statisme en tension avec bande morte éventuelle
- Découplage et couplage
- Etc

Les essais de contrôle du bon fonctionnement du DEIE et des automatismes des plateaux de puissance se font pour partie avant le couplage de l'installation au réseau mais pour l'autre partie, il est nécessaire que l'Installation puisse injecter sur le RPD, pour cela, le producteur devra avoir recours à une mise sous tension pour essai d'injection. Cette mise sous tension pour essai devrait rester inférieure à un mois, les contrôles devront être impérativement réalisés pendant cette période. A l'issue des résultats des essais réels, deux cas peuvent se présenter :

- Dans le cas d'une conformité totale, le producteur sera autorisé à mettre ou à remettre en service son Installation ;

- Dans le cas d'une non-conformité ou d'une conformité partielle de l'Installation de Production, le gestionnaire du RPD n'autorise pas la mise ou la remise en service de l'Installation, la procédure de traitement des non-conformités sera appliquée (§ 4.1.4).

4.1.3. Attestation de conformité

Les Installations neuves ou rénovées doivent satisfaire aux prescriptions de sécurité définies dans les normes NF C 15-100 et ses guides d'application pour les Installations en basse tension (tension ≤ 1000 V) ; - NF C 13-200 pour les Installations Haute Tension (tension > 1000 V et NF C 13-100 pour l'Installation intérieure et pour le poste de livraison. L'attestation de conformité est obligatoire. Cette attestation peut prendre la forme d'un rapport de vérification vierge de remarques délivré par un organisme ou un vérificateur agréé.

4.1.4. Traitement des non-conformités

S'il est constaté une non-conformité de l'Installation de Production susceptible de causer un danger pour les personnes ou les biens, une perturbation de ses propres dispositifs de conduite et de protection du réseau, une dégradation anormale de la qualité de l'électricité sur le réseau ou une contrainte pour les autres utilisateurs du réseau, le passage à la deuxième étape du contrôle de performances ou la mise en service de l'Installation n'est pas autorisée jusqu'à preuve de conformité de l'Installation.

Toutefois, lorsque ni la sécurité des personnes et des biens ni la sûreté de fonctionnement du réseau ne sont directement en cause, le gestionnaire du RPD autorisera provisoirement le producteur à passer à la deuxième étape du contrôle de performances ou la mise en service de l'Installation. A l'issue du délai assigné au producteur, après avoir recueilli son avis, pour mettre l'Installation de Production en conformité, l'accès au RPD sera suspendu si l'Installation de Production n'a pas été mise en conformité.

4.1.5. Dispositif de surveillance et contrôle

Toute Installation de Production de puissance maximale ≥ 400 kWc raccordée au RPD HTA, devra être munie d'un dispositif de surveillance au Point de Livraison. Celui-ci permettra d'analyser les grandeurs électriques mesurées et enregistrées pendant la durée de fonctionnement de l'Installation afin de contrôler certaines performances et anticiper d'éventuelles défaillances. Ce dispositif permettra également, après constatation d'un dysfonctionnement, de récupérer les fichiers d'oscilloperturbographie des défauts ayant provoqués un déclenchement de l'installation et d'analyser la cause d'un dysfonctionnement éventuel.

Ce dispositif sera conforme à la proposition technique et financière faite par le gestionnaire du RPD.

Le tableau ci-après décrit le déroulement des contrôles de performances réalisable au moyen du dispositif de surveillance :

<u>Contrôles de performances au moyen de la surveillance</u>	<u>Description</u>
Tenue en régime exceptionnel de fréquence (Système de contrôle commande Puissance/Fréquence)	Le but est de vérifier que l'Installation de Production ne s'est pas déconnectée lors de l'apparition d'un régime exceptionnel de fréquence ($55 \text{ Hz} \leq f \leq 63 \text{ Hz} \pm 0.5 \text{ Hz}$). Le dispositif de surveillance permettra d'effectuer ce contrôle périodique de performances. Celui-ci devra être en mesure de remonter des informations sur le comportement de l'Installation de Production face à un régime exceptionnel de fréquence. Ces informations concernent : la puissance active et réactive, la tension, la fréquence réseau au niveau du Point de Livraison et la position des organes de séparation et de coupure.
Tenue au creux de tension	L'oscilloperturbographie permettra d'identifier le creux de tension et de remonter des informations sur le comportement de l'Installation face à un régime perturbé. Ces informations concernent la puissance active et réactive ainsi que la position des organes de coupure et de séparation. Le dispositif disposera d'une précision suffisante afin de bien transcrire la tenue de l'Installation au creux de tension.

5. LISTE DES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Sont applicables au raccordement des installations de production d'électricité aux RPD de l'île de Tahiti les documents suivants :

- Arrêté n°62 / CM du 22 janvier 2021 portant définition des règles de placement des énergies en Polynésie française et ses annexes
- Convention d'exploitation d'une installation photovoltaïque avec stockage supérieure à 400 kWc.

ANNEXE 2

DOCUMENT TECHNIQUE DE REFERENCE

Prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'une installation de production d'énergie électrique au Réseau Public de Transport (RPT) HTA de l'île de Tahiti

Version	Date d'application	Nature de la modification	Annule et remplace
1		Création	
2	Août 2021		

RESUME

Le présent référentiel fixe les dispositions constructives et les règles techniques que doivent respecter les installations de production d'énergie électrique en vue de leur raccordement au RPT HTA de l'île de Tahiti.

Ces dispositions s'appliquent aux installations de production qui livrent en permanence, ou par intermittence, tout ou partie de leur production au RPT HTA, ou qui sont couplées à ce réseau en étant susceptibles de lui livrer de l'énergie.

I Domaine d'application

Le présent référentiel fixe les dispositions constructives et les règles techniques que doivent respecter les installations de production d'énergie électrique en vue de leur raccordement au RPT HTA de l'île de Tahiti.

Les dispositions du présent référentiel s'appliquent :

- Aux installations de production devant faire l'objet d'un premier raccordement au RPT HTA et dont la convention de raccordement n'est pas signée à la date de la parution de ce document.

II Raccordement

Les ouvrages sont réalisés conformément à la réglementation et aux normes en vigueur. Les normes constructives de génie civil des bâtiments et massifs supports d'appareillages doivent prendre en compte les caractéristiques climatiques et sismiques locales.

Le raccordement de l'installation de production ne doit pas entraîner, en situation de défaut, de dépassement du courant de court-circuit au-delà de la limite que les matériels HTA du RPT peut supporter. La vérification de cette condition est faite par TEP en appliquant les méthodes données dans les publications de la Commission électrotechnique internationale (CEI 60-909 et ses différentes parties).

II.1 Tension de raccordement

Le domaine de tension de raccordement de référence d'une installation de production est déterminé en fonction de la puissance active de l'installation de production (P_{max})¹, conformément au tableau suivant :

Domaine de tension de raccordement	Puissance active de l'installation de production (P_{max})
HTA 20 kV	≤ 8 MW
HTA 33 kV	≤ 15 MW

Cette information est donnée à titre indicatif.

II.2 Schéma de raccordement

Le raccordement de référence sera du type en « antenne » ou en « coupure d'artère » sur le point du RPT HTA le plus proche.

L'étude de raccordement effectuée par TEP retiendra la solution de raccordement au RPT à moindre coût et techniquement ainsi qu'administrativement réalisable.

Chaque liaison de raccordement en antenne doit comporter deux cellules disjoncteurs, l'une située dans le poste d'évacuation d'énergie du site de production, et l'autre située au poste de raccordement du RPT.

¹ Puissance active maximum fournie par les onduleurs

Dans le cas d'un raccordement en antenne (figure 1 ci-dessous), seule(s) la (ou les) liaison(s) de raccordement entre(nt) dans la concession avec des limites précisées dans la convention de raccordement.

Dans le cas d'un raccordement à deux postes distincts du RPT (figure 3 ci-dessous), le couplage et le (ou les) jeu(x) de barres du poste d'évacuation, y compris les sectionnements et/ou tronçonnements impliqués dans des transits d'énergie sur le RPT, entrent dans la concession, de même que les auxiliaires et le contrôle-commande utiles au RPT, avec des limites précisées dans la convention de raccordement.

Les schémas ci-dessous présentent l'emplacement des points frontières en fonction des types de raccordement choisis par le producteur.

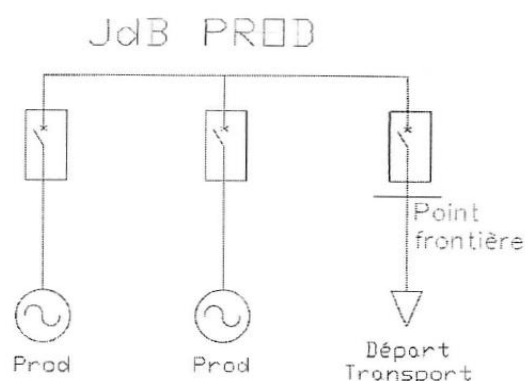


Figure 1 - Raccordement en antenne

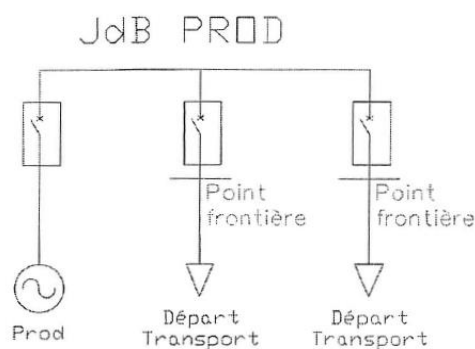


Figure 2 - Raccordement en coupure d'artère v1

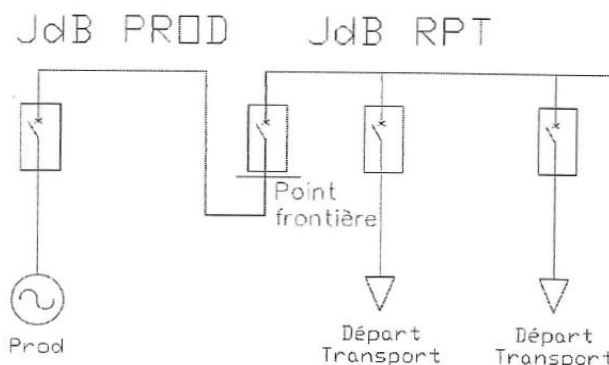


Figure 3 - Raccordement en coupure d'artère v2

Les ouvrages entrant dans la concession sont réalisés conformément aux spécifications fournies par TEP et font l'objet d'une remise gratuite à TEP après réception des travaux et avant mise en exploitation. Ils sont ensuite exploités et conduits exclusivement par TEP.

II.3 Protections

II.3.1 Protection générale

Le producteur doit équiper son installation d'un système de protection qui élimine en 200 ms au maximum tout défaut d'isolement au sein de son installation susceptible de créer une surintensité ou une dégradation de la qualité de l'électricité sur le RPT HTA.

II.3.2 Protection contre les ruptures de synchronisme

Les installations de production raccordées au RPT HTA doivent disposer d'une protection destinée à les séparer du réseau en cas de rupture de synchronisme à partir d'une puissance d'installation supérieure à 15 MW.

Le producteur précisera à TEP et au Responsable d'Equilibre le type de protection utilisé et ses réglages.

II.4 Qualité de la tension

La qualité de l'onde recouvre les perturbations liées à la forme de l'onde de tension délivrée par le réseau susceptibles d'altérer le fonctionnement des appareils électriques raccordés au réseau, voire de les endommager. Différentes perturbations peuvent affecter la qualité de l'onde : creux de tension, surtensions impulsionnelles, tensions haute ou basse, à coup de tension, variations de fréquence, papillotement, taux d'harmoniques et d'inter-harmoniques, déséquilibre entre phases (cf. Figure 4).

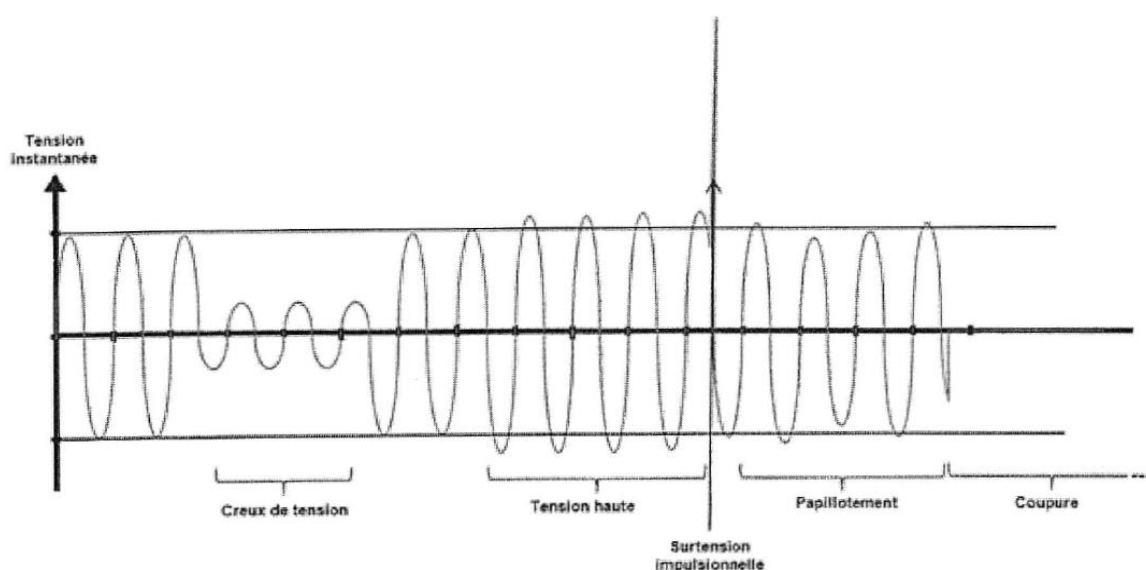


Figure 4 : Illustrations de perturbations de l'onde de tension

Les perturbations produites par l'installation de production, mesurées au droit du point de livraison, ne doivent pas excéder les valeurs limites données dans les paragraphes suivants. Toutefois, dans les situations où la puissance de court-circuit du réseau HTA au point de livraison est inférieure la valeur de référence de 40 MVA en HTA 20 kV et de 80MVA en HTA 33 kV, les limites de perturbations de la tension tolérées sont multipliées par le rapport entre la valeur de référence et la puissance de court-circuit (Pcc) effectivement fournie.

II.4.1 A coups de tension :

L'amplitude de tout à coup de tension due au couplage ou au découplage des groupes ne doit pas excéder 5% de la tension au point de livraison sur la base d'une Pcc de référence de 40 MVA en HTA 20 kV ou 80 MVA en HTA 30 kV.

Les règles relatives à la synchronisation des générateurs permettent de limiter les creux de tension lors des couplages. Par contre la mise sous tension à vide par le réseau, de transformateur de puissance (par exemple les transformateurs d'injection des groupes) peut nécessiter une étude particulière notamment si ces opérations ont un caractère répétitif.

II.4.2 Papillotement (Flicker) (norme IEC 61000-3-7 édition 2008)

Le papillotement est une variation de tension faible résultant des fluctuations d'énergie active et / ou réactive. Ce risque existe en particulier pour les installations photovoltaïques : variation de l'ensoleillement (passage de nuages) et pour l'éolien : variabilité du vent, et de façon plus générale pour tout appel transitoire de courant : mise sous tension de transformateur, de moteur...

Les fluctuations de tension engendrées par l'installation doivent rester à un niveau tel que le Pst (tel que défini dans la publication CEI 61000-4-15) mesuré au point de livraison reste inférieur à 1. A cet effet le niveau de contribution de l'Installation doit être limité au point de livraison à 0,35 en Pst et 0,25 en Plt sur la base d'une Pcc de référence de 40 MVA en HTA 20 kV ou 80 MVA en HTA 30 kV.

II.4.3 Harmoniques (norme CEI/TR 61000-3-6 version 2008)

L'installation de production ne devra pas injecter dans le RPT HTA des courants harmoniques supérieurs aux valeurs ci-dessous :

$$I_{hrang\ n} = kn \frac{S_{max}}{U_c \sqrt{3}}$$

- **Uc** est la valeur de la tension composée nominale au point de livraison
- **Smax** est égale à la puissance apparente maximale de l'installation, tant que celle-ci reste inférieure à 5% de S_{cc}^2 . Sinon elle est considérée égale à 5% de S_{cc} .
- **kn** est le coefficient de limitation défini en fonction du rang n de l'harmonique. Ce coefficient est déterminé comme suit et ne dépend pas de la valeur de la Pcc au point de livraison :

Rangs impairs	kn (%)	Rang pairs	kn (%)	Taux global	kn (%)
3	4	2	2	(Tg)	8
5 et 7	5	4	1	$Tg = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} k_h^2}$	
9	2	> 4	0.5		
11 et 13	3				
> 13	2				

Tableau 1 : Niveau maximal des courants harmoniques

II.5 Régime de neutre

L'installation de production devra être équipée d'un système de mise à la terre conformément aux prescriptions.

Lorsqu'elle est couplée au RPT, l'installation de production bénéficie du régime de neutre HTA/HTB établi par ce réseau. Aucun régime de neutre HTA ne doit être créé à l'initiative du producteur (même par un générateur homopolaire) dans l'installation de production. Lorsque l'installation de production n'est pas connectée au RPT, il appartient au producteur, s'il l'estime

² Scc : Puissance apparente de court-circuit

nécessaire, de mettre en place les dispositifs de mise à la terre de son installation permettant d'assurer le plan de protection et la sécurité des personnes.

Le cas échéant, si la demande a été faite par le transporteur, l'installation de production comprend cependant, coté RPT, un dispositif télécommandable de fixation du potentiel du neutre HTA par rapport à la terre conduit exclusivement par TEP.

TEP précise au producteur le mode de mise à la terre à mettre en œuvre pour le RPT HTA, ainsi que la valeur à respecter pour son impédance éventuelle. Il informe également le producteur de la valeur maximale du courant résiduel susceptible d'apparaître en ce point du RPT HTA.

TEP précise également dans le cahier des charges du système de protection les valeurs de réglage à prendre en compte (seuils, temporisations) vis à vis des défauts monophasés du RPT HTA.

Le producteur est responsable de la réalisation et de l'entretien du dispositif de mise à la terre de manière que les exigences fixées par TEP soient respectées.

III Réglage de la tension

III.1 Généralités

Hors creux de tension et transitoires rapides, des régimes de fonctionnement du réseau, à durée limitée, peuvent se produire dans des situations particulières qui conduisent à ce que les réseaux puissent fonctionner dans des durées limitées (de quelques minutes à quelques dizaines de minutes) dans des plages de tensions hautes ou basses dont les valeurs sont indiquées ci-après. Ces valeurs supposent que la fréquence reste dans le domaine normal.

Domaine exceptionnel de tension									
	U _{mini} limite		Domaine normal de tension				U _{maxi} limite		
			U _{mini} limite		U _{dim} (kV)	U _{maxi} limite			
Un	kV	% U _{dim}	kV	% U _{dim}		% U _{dim}	kV	% U _{dim}	kV
20 kV	17	- 15 %	18,6	- 7%	20	+ 7%	21,4	+ 17,5 %	23,5
30 kV	25,5	- 15 %	27,9	- 7%	30	+ 7%	32,1	+ 17,5 %	35,25

Tableau 2 : Domaines normal et exceptionnel de tension

La tension de dimensionnement côté HTA U_{dim} est fixée par TEP en fonction des conditions locales d'exploitation du système électrique. Par défaut, elle sera de 21kV (réseau 20 kV) et de 31,5kV (réseau 30kV).

III.2 Domaine de fonctionnement en puissance réactive

Les performances mentionnées ci-dessous sont les capacités constructives minimales demandées à toute installation de production raccordée au RPT HTA.

Dans le domaine normal de fonctionnement, l'installation de production doit, sans limitation de durée (excepté pour les installations de production renouvelable), délivrer la puissance P_{max}

et fournir une puissance réactive au moins égale à $0,5 \times P_{\max}$ ou absorber une puissance réactive au moins égale à $0,4 \times P_{\max}$.

En dehors du domaine normal de fonctionnement, lorsque la tension U est telle que :

$$0,9 U_{\dim} \leq U \leq 0,93 U_{\dim} \text{ ou } 1,07 U_{\dim} \leq U \leq 1,10 U_{\dim},$$

l'installation de production doit rester en fonctionnement pendant au moins 20 minutes, sans perte de puissance active supérieure à 5 % et pouvoir fournir une puissance réactive identique au domaine normal de fonctionnement ou absorber une puissance réactive proportionnelle à la puissance active avec une tolérance de -5% .

Le producteur transmettra à TEP le diagramme $[U, Q]$ de son installation, les limites d'injection de puissance active et d'injection ou d'absorption de puissance réactive dans le domaine exceptionnel de fonctionnement ainsi que les éventuelles limitations de durée de fonctionnement de son installation.

Un système de régulation doit permettre d'adapter de manière dynamique la production où la consommation d'énergie réactive de l'Installation de production en fonction de la tension mesurée au point de livraison.

Une régulation locale de puissance réactive au point de livraison de l'installation du producteur selon une loi de réglage $Q = f(U)$ est préférée par TEP.

Afin de ne solliciter les machines tournantes de l'installation de production en injection/absorption de réactif que dans certaines situations (celles où le réseau subit des contraintes de tensions basses ou hautes), une « bande morte » ($Q_{\text{REF}} = 0$) peut être mise en œuvre par le producteur en lien avec le Responsable d'Equilibre. Les seuils maximums de cette bande morte sont : $U_n - 2,75\%$ et $U_n + 3,75\%$. La loi $Q=f(U)$ de régulation locale aura la forme suivante (au maximum) :

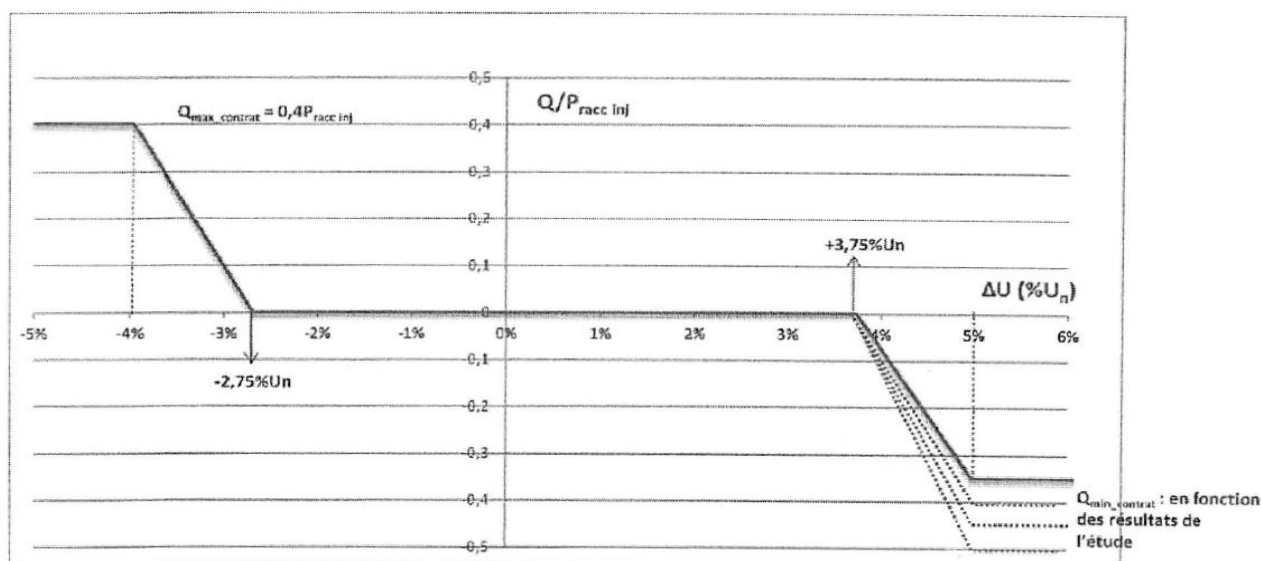


Figure 5 : Loi $Q=f(U)$

III.2.1 Paramètres de la loi de réglage

Afin de garantir le respect du plan de tension HTA ainsi que les engagements contractuels de TEP vis-à-vis des utilisateurs du RPT, TEP demande au minimum les paramètres suivants de la loi de régulation locale $Q=f(U)$:

- Au minimum en réactif $Q_{\min_contrat}^3$ atteinte pour $U_{PdL}^4 = U_{\max} = U_n + 5\%$;
- Au maximum en réactif $Q_{\max_contrat}$ atteinte pour $U_{PdL} = U_{\min} = U_n - 4\%$;
- Une bande morte (réglable par le Responsable d'Equilibre) $Q = 0$ pour $U_n - 2,75\% \leq U_{PdL} \leq U_n + 3,75\%$ (afin d'enclencher la régulation en anticipation des tensions $U_{\min}$ et $U_{\max}$) ;
- Un comportement linéaire dans les zones de transition entre les valeurs butées et la bande morte.

III.2.2 Implémentation de la loi de régulation locale $Q=f(U)$: recommandations

Le contrôle de la régulation locale $Q=f(U)$ sera effectué au moyen du comptage, en points 10 minutes. Afin de garantir un bon fonctionnement, TEP préconise le paramétrage suivant pour l'implémentation dans le régulateur de l'alternateur :

- Temps de réponse de la régulation : 10 secondes ;
- Précision de la régulation : $\pm 5\%$;
- Mesure de la tension toutes les secondes, moyenne glissante 10 secondes ;
- Le système de régulation doit fonctionner indépendamment du nombre d'unité de production en fonctionnement, dès lors qu'une unité de production est en fonctionnement.

Lorsque la puissance instantanée de l'Installation est inférieure à $20\% P_{\max}$, la régulation locale peut ne pas être activée ; le mode de régulation par défaut sera alors tangente $\varphi = 0$.

III.3 Tenue aux creux de tension

Toute installation de production doit rester en fonctionnement lors de l'apparition, au point de livraison de l'installation de production, d'un creux de tension dans le RPT HTA défini comme ci-dessous :

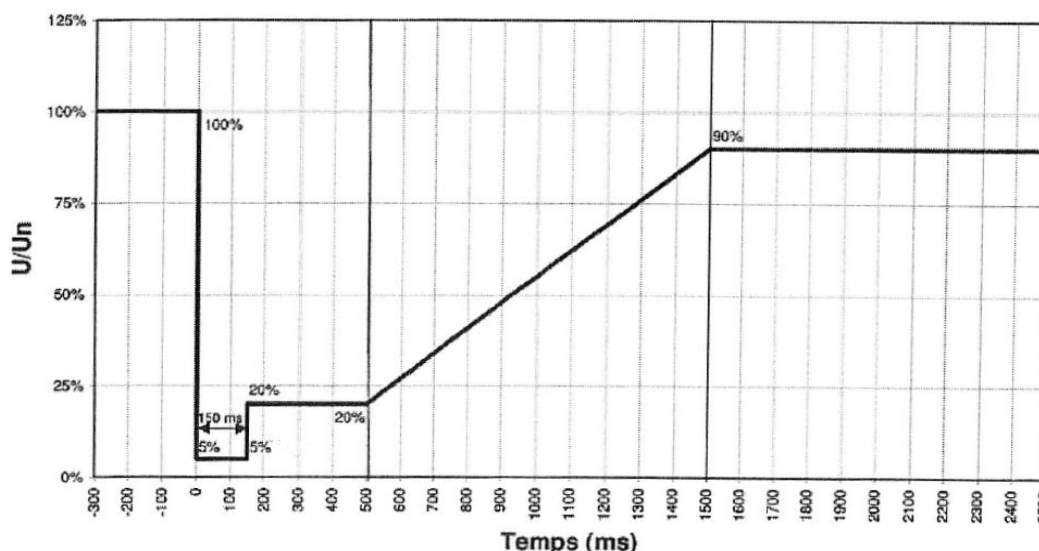


Figure 6 : Gabarit de tenue aux tensions basses

3 : $Q_{\min_contrat}$: valeur maximale de puissance réactive absorbée par le site de production. Cette valeur est déterminée lors de l'étude de raccordement, en fonction des capacités constructives communiquées.

4 : PdL : Point de Livraison

IV Réglage de la fréquence

Préalablement à la définition des exigences pour les installations, il faut définir les plages en fréquence normale et exceptionnelle de fonctionnement du réseau :

Plage exceptionnelle de fréquence			
Limite basse	Plage normale de fréquence		Limite Haute
55Hz	57Hz	62 Hz	62,5 Hz

Tableau 3 : Plages de fréquence normale et exceptionnelle

- Toute installation de production connectée au RPT doit fonctionner sans limitation de durée dans la plage de fréquence de 55Hz à 62,5Hz.
- Toute installation de production connectée au RPT HTA doit rester en fonctionnement lorsque la fréquence du RPT prend des valeurs exceptionnelles, dans les conditions de durée et de perte maximale de puissance fixées dans le tableau ci-après :

Plage de fréquence	Durée minimale de fonctionnement	Perte maximale de puissance (en %)
Fréquence inférieure à 55 Hz	0,5 s	20
Fréquence supérieure à 62,5 Hz	0,5 s	20

Tableau 4 : Conditions de tenue aux fréquences hors plage exceptionnelle

➤ Participation au réglage de fréquence

Toute installation de production photovoltaïque avec stockage d'énergie raccordé au RPT doit, par conception, disposer d'une capacité de réglage de la puissance active et être équipée d'un régulateur qui ajuste la puissance fournie en fonction de l'écart entre la valeur réelle de la fréquence et sa valeur de consigne (60 Hz).

Ainsi l'installation doit avoir des capacités constructives de réglage primaire de la fréquence :

- En cas de baisse de la fréquence par rapport à 60 Hz, l'installation doit être en capacité d'accroître sa puissance active.
- En cas de hausse de la fréquence par rapport à 60 Hz, l'installation doit être en capacité de réduire sa puissance active.

L'installation doit disposer d'une régulation automatique de fréquence réalisant la loi de réglage statique suivante :

$$P = P_{\text{ref}} - K \times \Delta F$$

- ***P_{ref}*** est la puissance produite par l'installation au moment de la variation de fréquence,
- ***K*** est le gain en MW/Hz de la régulation de fréquence, dit « Energie réglante »,
- ***ΔF*** = *F* - *F*₀ est l'écart de fréquence par rapport à son niveau de référence (*F*₀ = 60 Hz).

Le statisme ∂ est défini par la relation : $\partial = \frac{1}{K} \times \frac{P_{\text{effmaxbatt}}}{60}$

- ***P_{effmaxbatt}*** est la puissance active maximum fournie par les onduleurs de la batterie.

Le statisme doit être réglable. A priori, et sauf indication contraire dans la convention de raccordement, ϑ doit être réglable entre 2% et 12%. Les modalités de modification de la valeur du statisme ϑ à l'intérieur de sa plage de réglage sont précisées dans la convention d'exploitation.

Une bande morte sur la mesure de fréquence peut être introduite et ne peut pas dépasser ± 0.3 Hz centrée autour de 60 Hz. Elle doit être déterminée en accord avec le gestionnaire du RPT de façon à ne pas faire participer les installations au réglage continu de la fréquence si cela n'est pas nécessaire. Cette bande morte devra être paramétrable à distance.

La régulation de fréquence n'est effective que si l'écart de fréquence par rapport à la fréquence de référence (60Hz) est supérieur à la bande morte. La puissance active produite doit suivre alors la commande $P_{ref} - K \times \Delta F$, dans les limites définies ci-dessous :

- Pour tout échelon de fréquence négatif depuis son niveau de référence (60 Hz), l'installation doit être capable d'accroître sa puissance active de $- K \times \Delta F$, en moins de 0,5 secondes et pouvoir maintenir ce niveau de production pendant le temps qu'autorise le niveau de charge de la batterie avec un minimum de 120 secondes.
- Pour tout échelon de fréquence positif depuis son niveau de référence (60 Hz), l'installation doit pouvoir réduire sa puissance active de $- K \times \Delta F$ en moins de 0,5 secondes jusqu'à la puissance maximum absorbable par la batterie et dépendant de sa profondeur de décharge.
Ce niveau de production devra être maintenue tant que la batterie pourra absorber et pendant au moins 120 secondes.

La participation effective au réglage de la fréquence n'est pas demandée en dehors des phases de production et de charge éventuelle de la batterie.

Afin de permettre la vérification de cette exigence lors de la phase de réception de l'installation, le régulateur de fréquence devra disposer d'une fonctionnalité permettant d'insérer un échelon de fréquence. Cette fonction devra figurée sur les schémas et modèles de régulation demandés dans le cadre des échanges entre le producteur et le gestionnaire du système.

V Conditions de couplage

Le couplage de l'installation de production au RPT HTA doit être assuré par un organe de coupure appartenant au producteur. Il doit être possible dans la plage de tension d'amplitude $\pm 10\%$ autour de la tension de la prise du transformateur en service, limitée au domaine normal de fonctionnement du réseau.

Lors de son couplage, l'installation de production ne doit être couplée au réseau HTA que lorsque les conditions suivantes sont respectées :

- Écart de fréquence inférieur à 0,1 Hz,
- Écart de tension inférieur à 10%,
- Écart de phase inférieur à 10° .

En cas de défaut réseau, les installations de production raccordées au RPT HTA doivent être capables de se replier dans une situation de disponibilité (îlotage sur leurs auxiliaires) et d'avoir la capacité de procéder ultérieurement, sur demande du Responsable d'Equilibre, à un recouplage dans les meilleurs délais au réseau.

VI Fonctionnement en réseau séparé

Dans certaines situations particulières, l'installation de production peut former avec un ou plusieurs sites de production et les consommateurs reliés par des ouvrages du RPT HTA, un réseau séparé de petite taille.

Pour les installations identifiées par le Responsable d'Equilibre comme devant participer à la reconstitution du réseau, l'installation de production devra être en capacité d'assurer un blackstart selon les conditions définies par le Responsable d'Equilibre.

La possibilité et les modalités d'un fonctionnement en reconstitution du réseau doivent être examinées en commun entre TEP, le Responsable d'Equilibre et le producteur.

VII Dispositif d'échange d'informations d'exploitation

Conformément aux modalités définies par le Responsable d'Equilibre, un Dispositif d'Echange d'Informations d'Exploitation (DEIE) est installé par TEP dans l'installation de production. La liaison de télécommunication nécessaire au fonctionnement du DEIE est à la charge du producteur. TEP gère l'exploitation du système de communication.

Les fonctions à implémenter sont à titre d'exemple :

- Centrale couplée/découplée,
- Autorisation de couplage,
- Demande découplage,
- Télé-valeur de consigne P,
- Télé-valeur de consigne Q.
- Télémessures signées U, P et Q.

VIII Dispositif de comptage

Les matériels de comptage sont installés dans un lieu du poste accessible en permanence à TEP, conformément à la convention d'exploitation entre TEP et le producteur, qui pourra à tout moment en contrôler le fonctionnement. La lecture des index doit être possible à distance.

Un dispositif de comptage comprend généralement les équipements suivants :

- Un compteur et son armoire de comptage,
- Des réducteurs de mesure, c'est-à-dire transformateurs de courant et transformateurs de tension,
- Des câbles de liaison entre ces différents équipements dénommés câbles de mesure,
- Des accessoires : boîtes d'essai, bornier client, boîtier d'accès au télé relevé,
- Une alimentation auxiliaire. La continuité de cette alimentation doit être au moins équivalente à la continuité de l'alimentation du point de livraison. Cette alimentation doit être prise sur un circuit spécifique. En effet, afin d'assurer les opérations de maintenance, et d'éventuelles modifications du dispositif de comptage appartenant à TEP, le producteur doit pouvoir consigner cette alimentation sur demande de TEP, sans répercussion sur l'alimentation de son installation,
- La liaison numérique nécessaire à la télé relève du ou des compteur(s).

TEP fournit au producteur un cahier des charges de l'installation de comptage au moment de la demande de raccordement. Les caractéristiques détaillées de cette installation de comptage sont décrites dans les conditions particulières du contrat de raccordement.

IX Stabilité de l'installation sur le réseau

Si cela est nécessaire, TEP pourra réaliser une étude pour vérifier la stabilité de l'installation du producteur sur le réseau.

Sur demande de TEP, le producteur communiquera les données nécessaires à la modélisation du fonctionnement dynamique de l'installation (caractéristiques alternateur, transformateur, régulateurs, process, ...) avec les schémas fonctionnels associés sous forme de fonctions de transfert compatible avec le logiciel de modélisation utilisé par TEP, dans la mesure des capacités du producteur pour récupérer ces informations.

TEP pourra vérifier que compte tenu des conditions de son raccordement, l'installation du producteur :

- Respecte les marges de stabilité en petits mouvements, quel que soit son régime de fonctionnement, dans les plages normale et exceptionnelle de tension et de fréquence, et quels que soient les niveaux de puissance active et réactive qu'elle produit ;
- Reste stable sur report de charge. L'ouverture d'une ligne ne doit notamment pas entraîner de tour électrique ni le découplage de l'installation ;
- Reste stable lors d'un court-circuit normalement éliminé ;
- Reste stable en cas de perte du plus gros moyen de production pouvant être couplé sur le réseau considéré ;
- Ne déclenche pas suite à l'occurrence d'un creux de tension d'amplitude inférieure à celle du creux de tension de référence du réseau auquel elle est raccordée.

Le choix du contrôle-commande de l'installation est du ressort du producteur. Ce dernier doit s'assurer notamment que les dispositifs de limitation destinés au maintien de l'installation dans son domaine de fonctionnement normal de tension et de puissance réactive ne rendent pas les groupes instables.

Si les études montrent que dans certaines situations, l'installation est instable ou ne respecte pas les marges de stabilités spécifiées, le producteur et TEP conviennent des dispositions à adopter pour que le raccordement puisse être réalisé dans des conditions qui ne perturbent pas le fonctionnement du réseau et qui ne mettent pas en danger la sécurité de l'installation. Dans une telle situation, le raccordement peut être subordonné à une ou plusieurs des conditions suivantes :

- Une adaptation des régulations ou/et des protections de l'installation,
- Des modifications constructives de l'installation,
- Une modification du schéma de raccordement ou un renforcement du réseau.

ANNEXE 3

DOCUMENT TECHNIQUE DE REFERENCE

Prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'une installation de production d'énergie électrique au Réseau Public de Transport (RPT) HTB de l'île de Tahiti

Version	Date d'application	Nature de la modification	Annule et remplace
1		Création	
2	Août 2021		

RESUME

Le présent référentiel fixe les dispositions constructives et les règles techniques que doivent respecter les installations de production d'énergie électrique en vue de leur raccordement au RPT HTB de l'île de Tahiti.

Ces dispositions s'appliquent aux installations de production qui livrent en permanence, ou par intermittence, tout ou partie de leur production au RPT HTB, ou qui sont couplées à ce réseau en étant susceptibles de lui livrer de l'énergie.

I Domaine d'application

Le présent référentiel fixe les dispositions constructives et les règles techniques que doivent respecter les installations de production d'énergie électrique en vue de leur raccordement au RPT HTB de l'île de Tahiti.

Les dispositions du présent référentiel s'appliquent :

- Aux installations de production devant faire l'objet d'un premier raccordement au RPT HTB et dont la convention de raccordement n'est pas signée à la date de la parution de ce document.

II Raccordement

Les ouvrages sont réalisés conformément à la réglementation et aux normes en vigueur. Les normes constructives de génie civil des bâtiments et massifs supports d'appareillages doivent prendre en compte les caractéristiques climatiques et sismiques locales.

Le raccordement de l'installation de production ne doit pas entraîner, en situation de défaut, de dépassement du courant de court-circuit au-delà de la limite que les matériels HTB du RPT peut supporter. La vérification de cette condition est faite par TEP en appliquant les méthodes données dans les publications de la Commission électrotechnique internationale (CEI 60-909 et ses différentes parties).

II.1 Tension de raccordement

Le domaine de tension de raccordement de référence d'une installation de production est déterminé en fonction de la puissance active de l'installation de production (P_{max})¹ conformément au tableau suivant :

Domaine de tension de raccordement	Puissance active de l'installation de production (P_{max})
HTB 90 kV	>15 MW

Cette information est donnée à titre indicatif.

II.2 Schéma de raccordement

Le raccordement comportera à minima deux liaisons redondantes de raccordement distinctes vers le ou les postes HTB les plus proches.

- Dans la mesure du possible, au moins 2 liaisons distinctes vers des postes HTB différents ;
- Dans certaines configurations, la double liaison directe à un poste HTB qui n'est pas un poste d'évacuation d'une centrale de production.

TEP retiendra la solution à moindre coût (pour le producteur) techniquement et administrativement réalisable en n'excluant pas l'utilisation de liaisons existantes si les capacités d'accueil le permettent.

¹ Puissance active maximum fournie par les onduleurs

Chaque liaison de raccordement en antenne doit comporter deux cellules disjoncteurs, l'une située dans le poste d'évacuation d'énergie du site de production, et l'autre située au poste de raccordement du RPT.

Dans le cas d'un raccordement en antenne (figure 1 ci-dessous), seule(s) la (ou les) liaison(s) de raccordement, entre(nt) dans la concession avec des limites précisées dans la convention de raccordement.

Dans le cas d'un raccordement à deux postes distincts du RPT (figure 3 ci-dessous), le couplage et le (ou les) jeu(x) de barres du poste d'évacuation, y-compris les sectionnements et/ou tronçonnements) impliqués dans des transits d'énergie sur le RPT, entrent dans la concession, de même que les auxiliaires et le contrôle-commande utiles au RPT, avec des limites précisées dans la convention de raccordement.

Les schémas ci-dessous présentent l'emplacement des points frontières en fonction des types de raccordements choisis par le producteur.

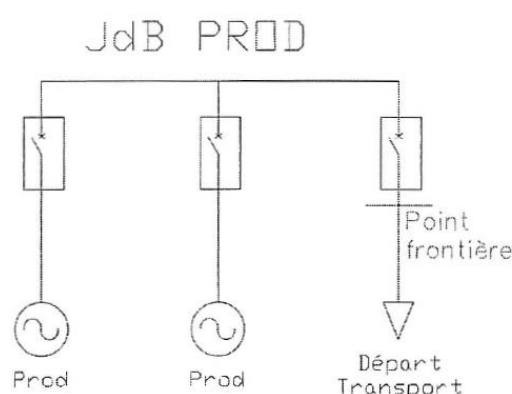


Figure 1 - Raccordement en antenne

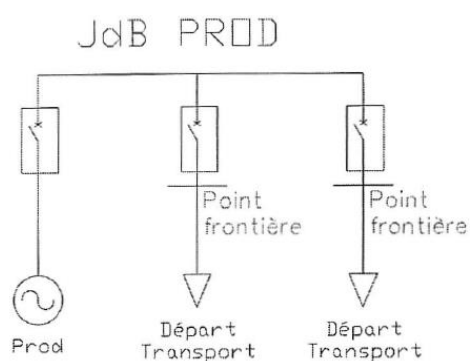


Figure 2 - Raccordement en coupure d'artère v1

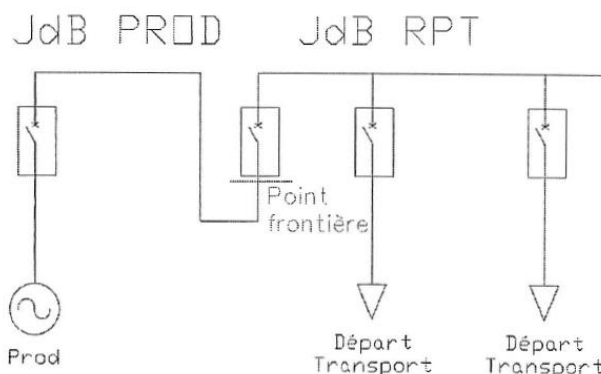


Figure 3 - Raccordement en coupure d'artère v2

Les ouvrages entrant dans la concession sont réalisés conformément aux spécifications fournies par TEP et font l'objet d'une remise gratuite à TEP après réception des travaux et avant mise en exploitation. Ils sont ensuite exploités et conduits exclusivement par TEP.

Le transporteur préconise que le poste d'évacuation comporte deux jeux de barres dans le cas où la centrale comprend plus d'un transformateur élévateur ou dans le cas où la centrale est raccordée par trois liaisons.

II.3 Protections

II.3.1 Protection générale

Le producteur doit équiper son installation d'un système de protection qui élimine en 200 ms au maximum tout défaut d'isolement au sein de son installation susceptible de créer une surintensité ou une dégradation de la qualité de l'électricité sur le réseau HTB.

II.3.2 Protection contre les ruptures de synchronisme

Les installations de production raccordées au réseau HTB doivent disposer d'une protection destinée à les séparer du réseau en cas de rupture de synchronisme à partir d'une puissance d'installation supérieure à 15 MW.

Le producteur précisera à TEP et au Responsable d'Equilibre le type de protection utilisé et ses réglages.

II.4 Qualité de la tension

La qualité de l'onde recouvre les perturbations liées à la forme de l'onde de tension délivrée par le réseau susceptibles d'altérer le fonctionnement des appareils électriques raccordés au réseau, voire de les endommager. Différentes perturbations peuvent affecter la qualité de l'onde : creux de tension, surtensions impulsionnelles, tensions hautes ou basse, à coup de tension, variations de fréquence, papillotement, taux d'harmoniques et d'inter-harmoniques, déséquilibre entre phases (cf. Figure 4).

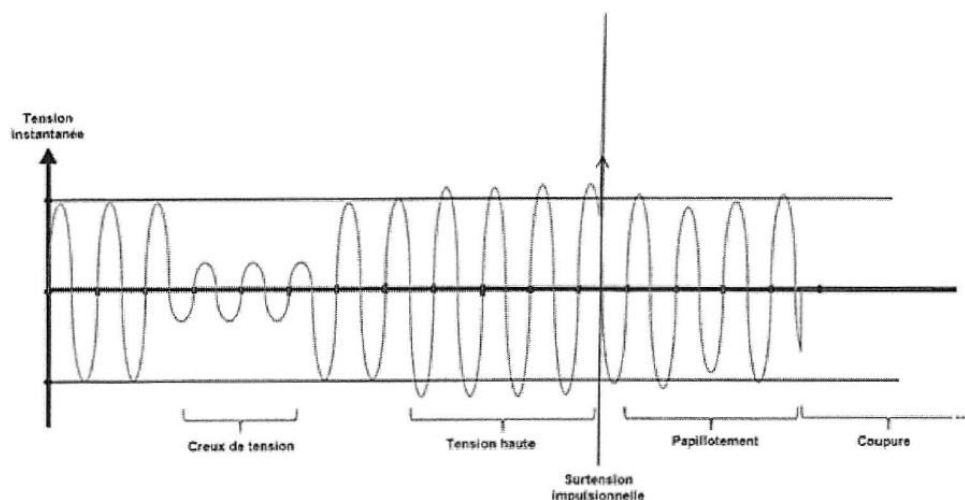


Figure 4 : Illustrations de perturbations de l'onde de tension

Les perturbations produites par l'installation de production, mesurées au droit du point de livraison au réseau HTB ne doivent pas excéder les valeurs limites données dans les paragraphes suivants.

II.4.1 A-coups de tension

L'amplitude de tout à coup de tension dû au couplage ou au découplage des groupes ne doit pas excéder 5% de la tension au point de livraison.

II.4.2 Papillotement (Flicker) (norme IEC 61000-3-7 édition 2008)

Le papillotement est une variation de tension faible résultant des fluctuations d'énergie active et / ou réactive. Ce risque existe en particulier pour les installations photovoltaïques : variation de l'ensoleillement (passage de nuages) et pour l'éolien : variabilité du vent, et de façon plus générale pour tout appel transitoire de courant : mise sous tension de transformateur, de moteur...

Les fluctuations de tension engendrées par l'installation doivent rester à un niveau tel que le Pst (tel que défini dans la publication CEI 61000-4-15) mesuré au point de livraison reste inférieur à 1. A cet effet le niveau de contribution de l'Installation doit être limité au point de livraison à 0,35 en Pst et 0,25 en Plt sur la base d'une puissance de court-circuit (Pcc) de référence de 400 MVA.

II.4.3 Harmoniques (norme CEI/TR 61000-3-6 version 2008)

L'installation de production ne devra pas injecter dans le RPT HTA des courants harmoniques supérieurs aux valeurs ci-dessous :

$$I_{hrang\ n} = kn \frac{S_{max}}{U_c \sqrt{3}}$$

- **Uc** est la valeur de la tension composée nominale au point de livraison
- **Smax** est égale à la puissance apparente maximale de l'installation, tant que celle-ci reste inférieure à 5% de S_{cc}^2 . Sinon elle est considérée égale à 5% de S_{cc} .
- **kn** est le coefficient de limitation défini en fonction du rang n de l'harmonique. Ce coefficient est déterminé comme suit et ne dépend pas de la valeur de la Pcc au point de livraison :

Rangs impairs	kn (%)	Rang pairs	kn (%)	Taux global (Tg)	kn (%)
3	6,5	2	3	$T_g = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} k_h^2}$	8
5 et 7	8	4	1,5		
9	3	>4	1		
11 et 13	5				
>13	3				

Tableau 1 : Niveau maximal des courants harmoniques

II.5 Régime de neutre

L'installation de production devra être équipée d'un système de mise à la terre conformément aux prescriptions.

Lorsqu'elle est couplée au RPT, l'installation de production bénéficie du régime de neutre HTB établi par ce réseau. Aucun régime de neutre HTB ne doit être créé à l'initiative du producteur (même par un générateur homopolaire) dans l'installation de production. Lorsque l'installation de production n'est pas connectée au RTP, il appartient au producteur, s'il l'estime nécessaire, de mettre en place les dispositifs de mise à la terre de son installation permettant d'assurer le plan de protection et la sécurité des personnes.

² Scc : Puissance apparente de court-circuit

L'installation de production comprend cependant le cas échéant à la demande du transporteur, coté RPT, un dispositif télécommandable de fixation du potentiel du neutre HTB par rapport à la terre conduit exclusivement par TEP.

TEP précise au producteur le mode de mise à la terre à mettre en œuvre pour le RPT HTB, ainsi que la valeur à respecter pour son impédance éventuelle. Il informe également le producteur de la valeur maximale du courant résiduel susceptible d'apparaître en ce point du RPT HTB.

TEP précise également dans le cahier des charges du système de protection les valeurs de réglage à prendre en compte (seuils, temporisations) vis à vis des défauts monophasés du RPT HTB.

Le producteur est responsable de la réalisation et de l'entretien du dispositif de mise à la terre de manière que les exigences fixées par TEP soient respectées.

III Réglage de la tension

III.1 Généralités

Hors creux de tension et transitoires rapides, des régimes de fonctionnement du réseau, à durée limitée, peuvent se produire dans des situations particulières.

Le réseau 90 kV peut fonctionner dans des plages de tensions hautes qui dépassent de l'ordre de 2% de la tension nominale au-delà du domaine normal pendant 5 min et de 1% pendant 20 min. Les valeurs correspondantes sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Des régimes de fonctionnement exceptionnels du réseau vers les valeurs basses pendant des durées limitées (quelques minutes par an) peuvent avoir lieu ; on peut observer des tensions allant jusqu'à une valeur de 76,5 kV sur les réseaux 90 kV.

Un	Domaine exceptionnel en tension basse			Domaine normal de tension			Domaine exceptionnel en tension haute		
	U _{mini} limite	U _{mini} 5 mn	U _{mini} 20 mn	U _{mini}	U _n	U _{maxi}	U _{maxi} 20mn	U _{maxi} 5mn	U _{maxi} limite
90 kV	76,5	79,0	81,0	82,8	90	97,2	98,1	99,0	100
	-15%	-12%	-10%	-8%	0%	+8%	+9%	+10%	+11%

Tableau 2 : Domaines normal et exceptionnel de tension

La tension de dimensionnement côté HTB U_{dim} est fixée par TEP en fonction des conditions locales d'exploitation du système électrique. Par défaut, elle sera de 93 kV (réseau 90 kV). Elle correspond à la prise médiane HTB du transformateur élévateur.

III.2 Domaine de fonctionnement

Les performances mentionnées ci-dessous sont les capacités constructives minimales demandées à toute installation de production raccordée au RPT HTB.

Différents modes de régulation de la tension et de la puissance réactive doivent être disponibles :

- Consigne de la tension, du facteur de puissance ou de la puissance réactive ;

- La valeur des statistiques des différents réglages devra être paramétrable en fonction de l'état d'autres grandeurs comme la tension ou puissance active au point de raccordement.

Le réglage sera tel que la consigne sera suivie dans les 15 secondes après activation manuelle ou automatique dans le système de contrôle de la l'installation de production avec une précision de $\pm 2\%$.

La puissance nominale nette du groupe de production doit être disponible sur le réseau HTB aux conditions de température ambiante de 25°C par défaut.

III.2.1 Domaine de fonctionnement en puissance réactive

Le domaine de fonctionnement d'une installation de production, transformateur élévateur inclus, reporté sur un graphique, avec en ordonnée la tension (U) et en abscisse le rapport entre la puissance réactive et la puissance active maximale ($Q/P_{\max}$), est représenté par un trapèze dénommé « trapèze $[U, Q]$ ».

Pour les installations raccordées au réseau HTB, la pente moyenne des bases de ce trapèze doit être telle que la variation de tension ($\Delta U/U_n$) soit $-15\% < \Delta U/U_n < -5\%$ lorsque $\Delta Q/P_{\max} = 1$.

Le domaine de fonctionnement normal correspond au domaine de fonctionnement de l'installation compris à l'intérieur des limites de la plage normale de tension du réseau et de celles du domaine normal de l'installation de production (à minima $U_n \pm 5\%$). Il se présente sous la forme de la figure ci-après, appelé par la suite « polygone $[U, Q]$ ».

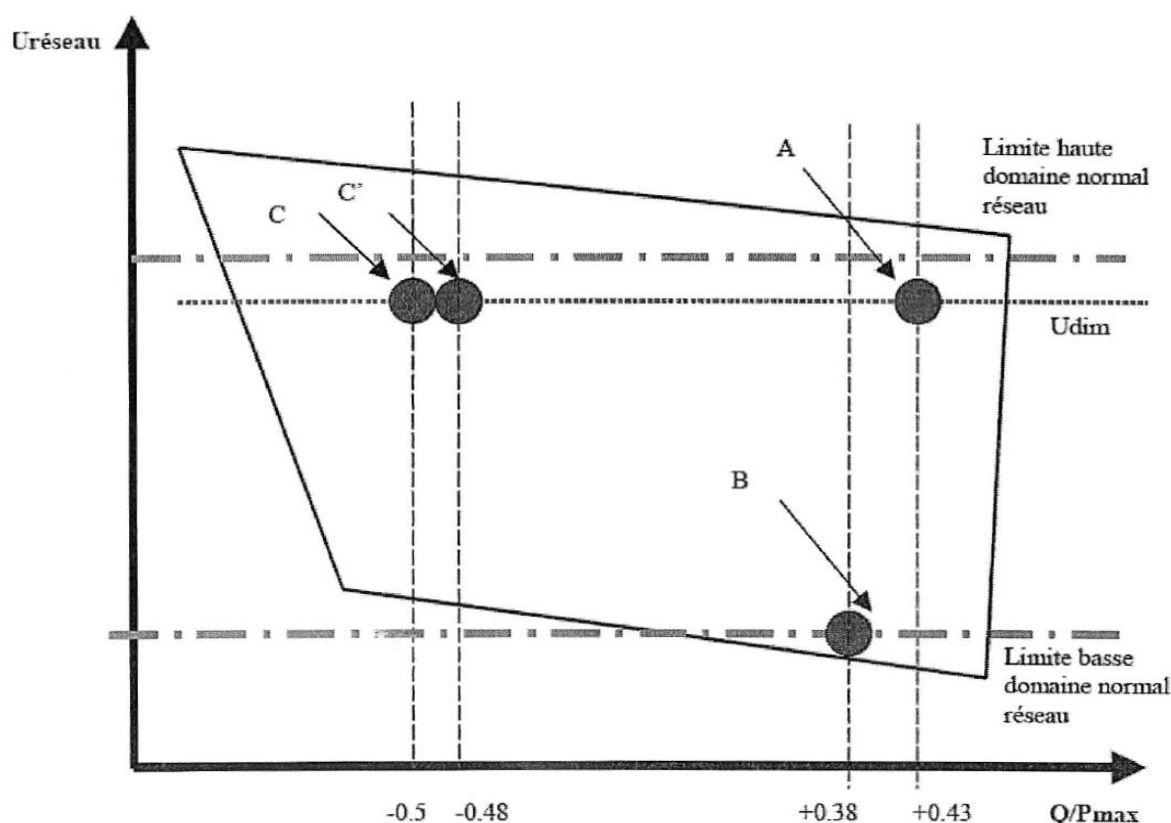


Figure 5 : Domaine de fonctionnement $[U, Q]$

L'installation doit pouvoir fonctionner sans limitation de durée dans son domaine normal de fonctionnement délimité par le polygone [U, Q] illustré à la figure ci-dessus. Ce domaine ne doit pas être tronqué par des limitations liées au fonctionnement des auxiliaires.

Les limites hautes et basses du domaine normal de tension du réseau ainsi que U_{dim} dépendent de la situation du point de raccordement sur le RPT HTB et de la prise du transformateur du groupe de production.

Toute installation de production raccordée au réseau HTB doit avoir la capacité constructive de contribuer au réglage de la tension en fournissant et en absorbant de la puissance réactive. A cet effet, les groupes de production et leurs transformateurs de puissance doivent être conçus pour pouvoir respecter, à minima, les règles suivantes au point de livraison :

A P_{max} , l'installation doit être capable :

- De fournir une puissance réactive, $Q_A = 0,43 P_{max}$ à $U_A = 93kV$ (point A),
- De fournir une puissance réactive $Q_B = 0,38 P_{max}$ à $U_B = 82kV$ (point B),
- D'absorber une puissance réactive, $Q_C = -0,5 P_{max}$ à $U_C = 93kV$ (point C),
- De couvrir un domaine de fonctionnement constitué par le polygone [U, Q] dans lequel il est possible d'inscrire, à minima, les points A, B et C précédents.

Quelle que soit la puissance débitée, l'installation doit être capable, à minima, d'absorber à $U_C = 93kV$ une puissance réactive, $Q_C' = -0,48 P_{max}$ (point C').

L'installation de production doit pouvoir fonctionner, dans les conditions précisées au paragraphe V.2 dans les autres zones du polygone [U, Q] lors des régimes exceptionnels de réseau.

Lorsque les besoins du réseau ou ses évolutions prévues l'exigent, TEP est fondé à demander au Producteur une capacité constructive de fourniture ou/et d'absorption de puissance réactive donnant une plage de même amplitude que celle définie précédemment mais translatée, au maximum jusqu'à $Q_A = 0,48 P_{max}$.

Lorsque l'installation comporte plusieurs groupes de production et qu'ils ne sont pas tous démarrés, les valeurs de Q_A , Q_B , Q_C et Q_C' sont réduites dans le rapport entre la puissance maximale des groupes démarrés et la puissance P_{max} .

Lorsque la puissance active de l'installation est dépendante de la température de la source froide, le Producteur doit vérifier que son installation respecte les prescriptions du présent paragraphe pour les températures maximale, minimale et nominale de la source froide.

Dans le cas d'un transformateur partagé par plusieurs groupes de production, les prescriptions de ce paragraphe doivent être vérifiées lorsque tous les groupes sont en service.

Pour satisfaire les évolutions des besoins du réseau, TEP peut demander, au maximum, que le transformateur de groupe comporte cinq prises. Les positions de ces prises (rapports de transformation correspondants) sont définies par TEP par rapport à celle de la prise nominale déduite, elle, de la tension de dimensionnement.

En cours d'exploitation, le choix de la prise du transformateur de groupe doit être effectué par TEP en concertation avec le Producteur et le RE.

Pendant la durée de vie de l'installation, TEP peut demander des changements de prise sur le transformateur du groupe. Ces opérations seront réalisées par le Producteur dans des délais et des conditions compatibles avec les contraintes d'exploitation.

Si l'installation comporte un transformateur de groupe avec régleur en charge, l'étendue de la plage de réglage, ainsi que les critères de son entrée en action, doivent être convenus avec TEP et le RE.

Il appartient au Producteur de fournir à TEP les diagrammes [U, Q] de son installation, au point de livraison, pour différentes valeurs de puissance active fournie et, éventuellement, de température ambiante. Le choix des puissances actives retenues voire des conditions de refroidissement pour l'élaboration de ces diagrammes sera effectué en concertation entre TEP et le Producteur.

III.2.2 Régulation de tension

Le Producteur doit munir ses groupes de production de régulateurs de tension.

Le réglage de la tension s'effectue aux bornes du groupe suivant une consigne de tension fixée par le RE. La précision du réglage de la tension du groupe de production doit être telle que la valeur résultante reste à l'intérieur d'une plage $\pm 1\%$ U_n autour de la valeur de consigne.

Si une fonction statisme en réactif est disponible dans le régulateur, son réglage est défini en concertation entre le Producteur, TEP et le RE.

IV Réglage de la fréquence

Préalablement à la définition des exigences pour les installations, il faut définir les plages en fréquence normale et exceptionnelle de fonctionnement du réseau.

Plage normale de fréquence		Fréquence limite haute
55 Hz (-5%)	63.5 Hz	64.8 Hz

Tableau 3 : Plages de fréquence normale et exceptionnelle

- Toute installation de production connectée au RPT doit fonctionner sans limitation de durée dans la plage de fréquence de 55Hz à 63,5Hz.
- Toute installation de production connectée au RPT HTB doit rester en fonctionnement lorsque la fréquence du RPT prend des valeurs exceptionnelles, dans les conditions de durée et de perte maximale de puissance fixées dans le tableau ci-après :

Plage de fréquence	Durée minimale de fonctionnement	Perte maximale de puissance (en %)
Fréquence inférieure à 55 Hz	1,5 s	20
Fréquence supérieure à 63,5 Hz	1,5 s	20

Tableau 4 : Conditions de tenue aux fréquences hors plage exceptionnelle

IV.1 Régulation primaire de fréquence

Tout groupe de production raccordé au réseau HTB devra disposer d'une capacité constructive de régulation primaire supérieure ou égale à 20% de sa puissance active nominale, dans les limites de sa puissance maximale. Il doit être équipé d'un régulateur de vitesse ou fréquence.

L'insensibilité est définie par les valeurs limites (en plus et en moins) de la fréquence entre lesquelles le groupe ne réagit pas (pas d'effet de la régulation primaire). On distingue une zone d'insensibilité involontaire du régulateur due aux imperfections constructives de la chaîne de régulation et des actionneurs, une bande morte et une insensibilité dite process. La zone d'insensibilité involontaire régulateur doit être inférieure ou égale à 15 mHz. Si le régulateur présente des bandes mortes volontaires, celles-ci doivent être réglées à zéro.

Pour prendre en compte l'insensibilité due aux variations naturelles du process entraînant le groupe de production, on définit une insensibilité globale (régulateur/actionneur/process) en puissance. Cette insensibilité globale doit être aussi faible que possible avec une valeur maximale déterminée en concertation entre le Producteur et TEP.

Le temps d'activation, défini comme le temps d'établissement à 5% de la puissance active attendue compte tenu de la fréquence finale et du statisme du groupe, doit être inférieur à 15 s pour une chute de fréquence correspondant au gabarit suivant :

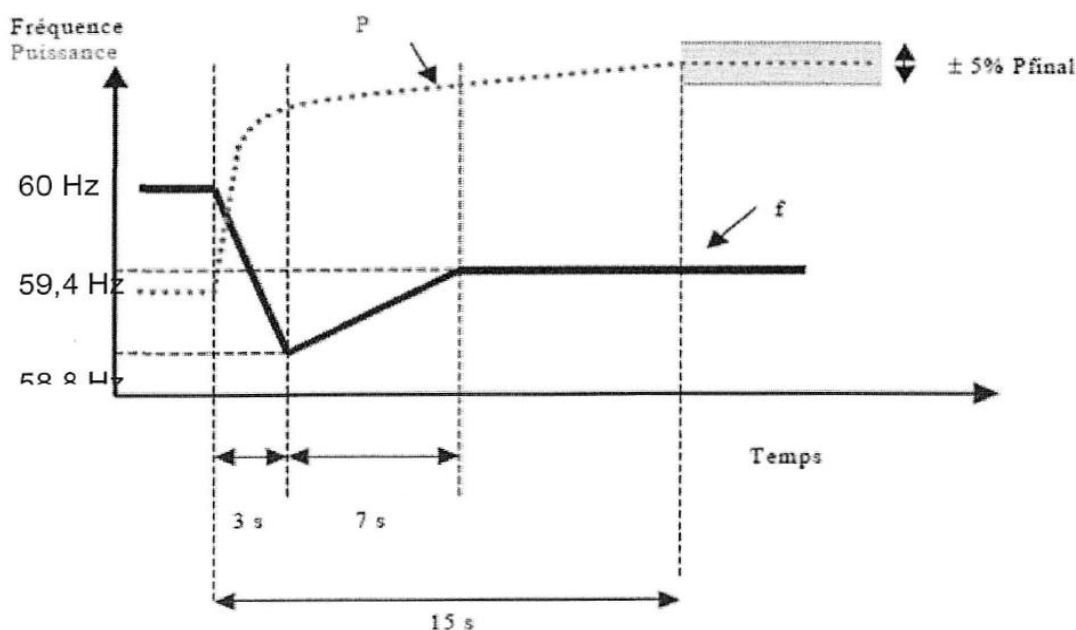


Figure 6 : Temps de réponse du réglage primaire de fréquence

Le groupe de production doit être capable de maintenir cette fourniture de puissance électrique pendant au moins 15 min. Dans tous les cas, le statisme local du régulateur doit être réglable à partir de 3% et jusqu'à 8% et le fonctionnement de la régulation primaire possible d'au-delà du minimum technique jusqu'à la puissance maximale. Les conditions de participation à la régulation de la fréquence sont définies de façon contractuelle avec le Responsable d'Equilibre.

Lorsque l'installation participe à la régulation de la fréquence en particulier lors de la mobilisation des réserves de puissance associées, elle doit conserver ses capacités de fourniture de service de tension/puissance réactive décrites au paragraphe III.

IV.2 Réglage secondaire fréquence / puissance

En complément de la régulation primaire précisée dans le paragraphe précédent, toute installation de production raccordée au réseau HTB participe au réglage secondaire de façon à pouvoir retrouver, une fois achevé le réglage primaire, une fréquence de 60 Hz et permettre de restituer les capacités de réglage du réglage primaire. Le réglage secondaire est effectué de façon manuelle. L'opérateur du groupe doit pouvoir modifier, sur demande du Responsable d'Equilibre, la consigne de puissance du groupe selon une vitesse de prise de charge dépendant du type de process de l'installation. Le fonctionnement du réglage secondaire doit être possible d'au-delà du minimum technique jusqu'à la puissance maximale.

La vitesse de prise de charge sera compatible avec les contraintes du RPT et adaptée à la technologie de la tranche. La vitesse de prise en charge minimum sera précisée dans les conditions particulières du contrat de raccordement.

Lorsque l'installation participe au réglage fréquence / puissance en particulier lors de la mobilisation des réserves de puissance associées, elle doit conserver ses capacités de fourniture de service de tension/puissance réactive décrites aux paragraphes III.

IV.3 Réduction de puissance active en fonction de la fréquence

En cas de fréquence haute, la réduction de puissance active doit être celle imposée par les réglages prévus au paragraphe IV.1.

V Régime exceptionnel

Les installations de production doivent pouvoir accepter, de manière constructive, les régimes exceptionnels en fréquence et en tension qui peuvent se produire sur le réseau.

Il appartient au producteur d'équiper son installation de limiteurs ou de protections pour protéger ses matériels en cas de dépassement d'un niveau de tenue à une contrainte mécanique, diélectrique, thermique... qui peut survenir lors des régimes exceptionnels du réseau. Ces protections et limiteurs devront être conçus et réglés de façon à ce qu'ils ne soient pas sujets à des fonctionnements intempestifs lors des régimes transitoires rapides prévisibles auxquelles peut être soumise l'installation, en particulier, lors d'un passage en réseau séparé à faible charge qui peut amener la fréquence en régime stabilisé à une valeur proche de 62,5 Hz.

Le producteur conviendra avec TEP de la nature et du réglage des protections de découplage à adopter.

V.1 Régime exceptionnel de fréquence

Toute installation doit être capable de façon constructive de rester connectée au réseau, pour des durées limitées, dans les plages exceptionnelles de fréquence indiquées sur le diagramme du paragraphe III.2.1.1.

- Limite haute de fréquence : 64,8 Hz. La protection de seuil d'îlotage doit être réglée entre 63,5 et 64,2 Hz avec une temporisation de 5 s,

- Limite basse de fréquence : 53 Hz. La protection de seuil d'îlotage doit être réglée entre 55 et 53,4 Hz avec une temporisation de 0,4 s,
- Une protection complémentaire de seuil d'îlotage à 56,5 Hz avec une temporisation de 60 s peut être acceptée sur demande du producteur.

V.2 Régime exceptionnel de tension

En dehors du polygone défini au paragraphe III, l'installation fonctionne dans un domaine exceptionnel de tension. On peut distinguer alors les situations de fonctionnement suivantes, illustrées par les figures infra :

V.2.1 Fonctionnement dans le domaine exceptionnel de tension haute

Fonctionnement dans le domaine exceptionnel de tension haute (D_h), situé dans la partie du trapèze $[U, Q]$ de l'installation au-delà du domaine normal du réseau et limité éventuellement par la tension exceptionnelle maximale. Au cours de ce fonctionnement, l'installation doit être capable de rester couplée au réseau en fournissant, à minima, 95% de sa puissance active.

V.2.2 Fonctionnement dans le domaine exceptionnel de tension basse

Fonctionnement dans le domaine exceptionnel en tension basse ($Db1$) situé dans la partie du trapèze $[U, Q]$ de l'installation en dessous du domaine normal et limité éventuellement par le seuil $0,85 U_n$. Au cours de ce fonctionnement, l'installation doit être capable de rester couplée au réseau en fournissant, à minima, 95% de sa puissance active.

V.2.3 Fonctionnement exceptionnel de tension basse hors trapèze

Fonctionnement dans le domaine exceptionnel de tension basse ($Db2$) situé en dehors du trapèze $[U, Q]$ de l'installation, et limité par le seuil $0,85 U_n$. Au cours de ce fonctionnement en limitation de courant, l'installation doit rester connectée au réseau en fournissant sa puissance réactive maximale, et, si nécessaire, en réduisant sa production de puissance active, compte tenu de ses capacités constructives et des consignes données par TEP en lien avec le RE.

V.2.4 Fonctionnement en effondrement lent de la tension

Fonctionnement en effondrement lent de la tension dans le domaine exceptionnel de tension basse ($Db3$) situé en dessous de $0,85 U_n$. Dans une telle situation, un fonctionnement exceptionnel sera recherché en coordination avec TEP et le RE afin que l'installation reste connectée au réseau le plus longtemps en suivant, compte tenu de ses capacités constructives et des consignes données par TEP en lien avec le RE.

V.2.5 Fonctionnement sur creux de tension

Toute installation de production doit rester en fonctionnement lors de l'apparition au point de livraison de l'installation de production, d'un creux de tension défini ci-après lorsque le réseau HTB est non maillé :

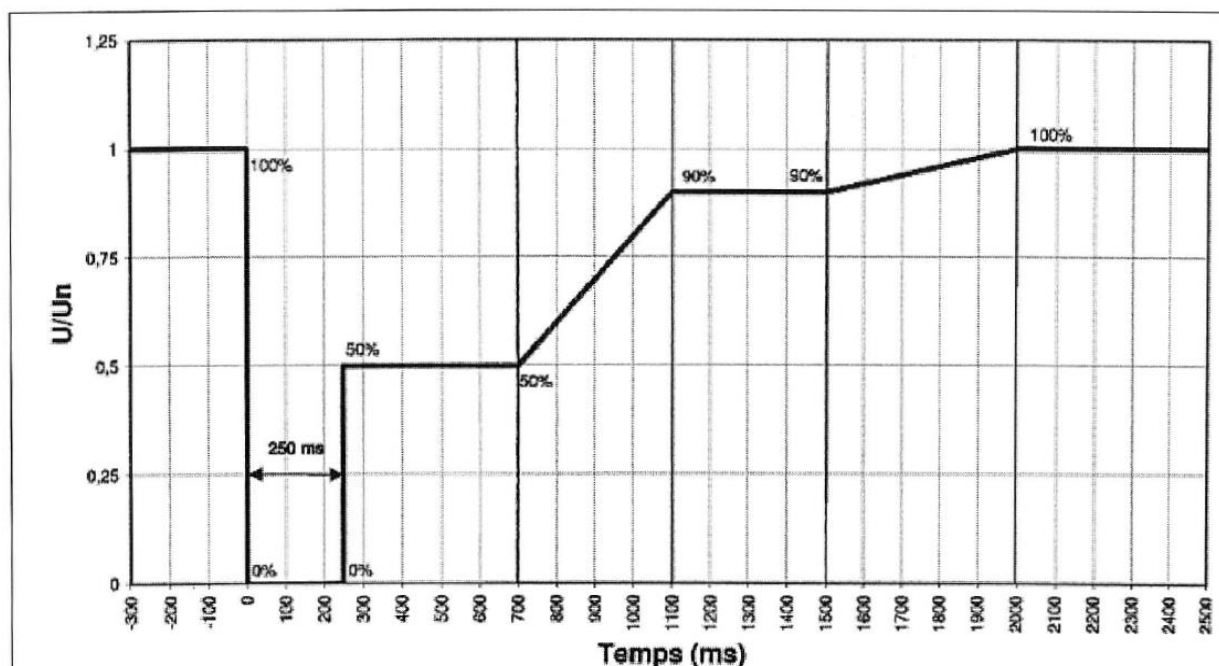


Figure 7 : Gabarit de tenue aux tensions basses

- Creux de tension 100% pendant 250 ms
- Palier à $0,5 U_{dim}$ pendant les 450 ms suivantes temps cumulé : 0,7s
- Retour linéaire à $0,9 U_{dim}$ pendant les 400 ms suivantes temps cumulé : 1,1s
- Palier à $0,9 U_{dim}$ pendant les 400 ms suivantes temps cumulé : 1,5s
- Retour linéaire à U_{dim} pendant les 500 ms suivantes temps cumulé : 2,0s

Au-delà de ce gabarit, l'installation doit disposer d'une protection sur tension basse réglée de façon à entraîner son repli dans une situation de disponibilité permettant le recouplage rapide au réseau.

- la protection réglée à $0,7 U_n$ et temporisée à 2,5 s conduit à l'îlotage du groupe,
- en cas de non fonctionnement, une deuxième protection réglée à $0,7 U_n$ et temporisée à 4 s provoque le déclenchement du groupe.

Le producteur doit prendre les mesures nécessaires (choix du rapport du transformateur des auxiliaires, choix de la tension assignée des auxiliaires et de leurs équipements, réglage des protections...) pour que cet îlotage ne puisse se produire que dans des conditions où la tension du réseau devient inférieure à $0,7 U_n$ pendant au moins 2 s. Le réglage des différentes protections en tension de l'installation sera ajusté par le Producteur dans le but de respecter cette prescription. Aucune protection directe sur critère "tension réseau" ne doit entraîner le déclenchement de l'unité de production ou de ses auxiliaires avant que la tension réseau n'ait atteint les seuils précédents.

V.3 Régime exceptionnel de fréquence et tension

En cas de simultanéité de valeur exceptionnelle de la fréquence et d'un domaine exceptionnel de tension, la réduction admissible de la puissance active de l'installation est la plus grande de celles imposées par les deux phénomènes. La durée de fonctionnement requise est la plus courte des deux.

En domaine exceptionnel de tension haute, si la fréquence atteint une valeur exceptionnelle basse, le rapport $\frac{U/U_n}{f/f_n}$ est limité à une valeur définie en concertation entre le Producteur et TEP, afin de ne pas franchir les valeurs de flux admissibles pour le transformateur ; la valeur minimale demandé est de 1,10. En cas de dépassement de ce seuil, l'installation continuera à fonctionner dans les limites de ses capacités constructives.

VI Conditions de couplage

Le couplage de l'installation de production au RPT HTB doit être assuré par un organe de coupure appartenant au producteur. Il doit être possible dans la plage de tension d'amplitude +/-10% autour de la tension de la prise du transformateur en service, limitée au domaine normal de fonctionnement du réseau.

Lors de son couplage, l'installation de production ne doit être couplée au réseau HTB que lorsque les conditions suivantes sont respectées :

- Écart de fréquence inférieur à 0,1 Hz,
- Écart de tension inférieur à 10%,
- Écart de phase inférieur à 10°.

En cas de défaut réseau, les installations de production raccordées au RPT HTB doivent être capables de se replier dans une situation de disponibilité (îlotage sur leurs auxiliaires) et d'avoir la capacité de procéder ultérieurement, sur demande du Responsable d'Equilibre, à un recouplage dans les meilleurs délais au réseau.

VII Fonctionnement en réseau séparé

Dans certaines situations particulières, l'installation de production peut former avec un ou plusieurs sites de production et les consommateurs reliés par des ouvrages du RPT HTB, un réseau séparé de petite taille.

Pour les installations identifiées par le Responsable d'Equilibre comme devant participer à la reconstitution du réseau, l'installation de production devra être en capacité d'assurer un blackstart selon les conditions définies par le Responsable d'Equilibre.

La possibilité et les modalités d'un fonctionnement en reconstitution du réseau doivent être examinées en commun entre TEP, le Responsable d'Equilibre et le producteur.

VIII Dispositif d'échange d'informations d'exploitation

Conformément aux modalités définies par le Responsable d'Equilibre, un Dispositif d'Echange d'Informations d'Exploitation (DEIE) est installé par TEP dans l'Installation de Production. La liaison de télécommunication nécessaire au fonctionnement du DEIE est à la charge du producteur. TEP gère l'exploitation du système de communication.

Les fonctions à implémenter sont à titre d'exemple :

- Centrale couplée/découplée,
- Autorisation de couplage,
- Demande découplage,

- Télé-valeur de consigne P,
- Télé-valeur de consigne Q,
- Télémessures signées U, P et Q.

IX Dispositif de comptage

Les matériels de comptages sont installés dans un lieu du poste accessible en permanence à TEP, conformément à la convention d'exploitation entre TEP et le producteur, qui pourra à tout moment en contrôler le fonctionnement. La lecture des index doit être possible à distance.

Un dispositif de comptage comprend généralement les équipements suivants :

- Un compteur et son armoire de comptage,
- Des réducteurs de mesure, c'est-à-dire transformateurs de courant et transformateurs de tension,
- Des câbles de liaison entre ces différents équipements dénommés câbles de mesure,
- Des accessoires : boîtes d'essai, bornier client, boîtier d'accès au télé relevé,
- Une alimentation auxiliaire. La continuité de cette alimentation doit être au moins équivalente à la continuité de l'alimentation du point de livraison. Cette alimentation doit être prise sur un circuit spécifique. En effet, afin d'assurer les opérations de maintenance, et d'éventuelles modifications du dispositif de comptage appartenant à TEP, le producteur doit pouvoir consigner cette alimentation sur demande de TEP, sans répercussion sur l'alimentation de son installation,
- La liaison numérique nécessaire à la télé relève du ou des compteur(s).

TEP fournit au producteur un cahier des charges de l'installation de comptage au moment de la demande de raccordement. Les caractéristiques détaillées de cette installation de comptage sont décrites dans les conditions particulières du contrat de raccordement.

X Stabilité de l'installation sur le réseau

Si cela est nécessaire, TEP pourra réaliser une étude pour vérifier la stabilité de l'installation du producteur sur le réseau.

Sur demande de TEP, le producteur communiquera les données nécessaires à la modélisation du fonctionnement dynamique de l'installation (caractéristiques alternateur, transformateur, régulateurs, process, ...) avec les schémas fonctionnels associés sous forme de fonctions de transfert compatible avec le logiciel de modélisation utilisé par TEP, dans la mesure des capacités du producteur pour récupérer ces informations.

- ④ TEP pourra vérifier que compte tenu des conditions de son raccordement, l'installation du producteur :

- Respecte les marges de stabilité en petits mouvements, quel que soit son régime de fonctionnement, dans les plages normale et exceptionnelle de tension et de fréquence, et quels que soient les niveaux de puissance active et réactive qu'elle produit ;
- Reste stable sur report de charge. L'ouverture d'une ligne ne doit notamment pas entraîner de tour électrique ni le découplage de l'installation ;
- Reste stable lors d'un court-circuit normalement éliminé ;
- Reste stable en cas de perte du plus gros moyen de production pouvant être couplé sur le réseau considéré ;

- Ne déclenche pas suite à l'occurrence d'un creux de tension d'amplitude inférieure à celle du creux de tension de référence du réseau auquel elle est raccordée.

Le choix du contrôle-commande de l'installation est du ressort du Producteur. Ce dernier doit s'assurer notamment que les dispositifs de limitation destinés au maintien de l'installation dans son domaine de fonctionnement normal de tension et de puissance réactive ne rendent pas les groupes instables.

Si les études montrent que dans certaines situations, l'installation est instable ou ne respecte pas les marges de stabilités spécifiées, le Producteur et TEP conviennent des dispositions à adopter pour que le raccordement puisse être réalisé dans des conditions qui ne perturbent pas le fonctionnement du réseau et qui ne mettent pas en danger la sécurité de l'installation. Dans une telle situation, le raccordement peut être subordonné à une ou plusieurs des conditions suivantes :

- Une adaptation des régulations ou/et des protections de l'installation,
- Des modifications constructives de l'installation,
- Une modification du schéma de raccordement ou un renforcement du réseau.