



RAPPORT

CONFIDENTIEL

APPROUVÉ

VERSION 1.0

CODE DU RESEAU D'INTERCONNEXION POUR LE MARCHÉ PANARABE DE L'ELECTRICITE

CODE DE RACCORDEMENT

Numéro de subvention du Fonds arabe 06/2018

La reproduction partielle de ce document n'est admise que sur autorisation écrite du Fonds arabe ou de la Ligue des États arabes.

Nb de pages 99 **Nb de pages annexées** 11

Date d'émission 22 mai 2020

Préparé par Fabio Riva, Stefano Mandelli

Vérifié par Olivier Lamquet

Approuvé par Bruno Cova

CESI

Shaping a Better Energy Future

KEMA Labs
IPHE
EGE
ISMES
ISTEDIL
EnerNEX

Table des matières

CC 1	CHAMP D'APPLICATION	4
CC 2	CARACTERISTIQUES D'EXPLOITATION ET PERFORMANCES DES RESEAUX AUX POINTS DE RACCORDEMENT.....	6
CC 2.2	Conditions d'exploitation et plages de fréquence.....	6
CC 2.3	Niveaux de tension.....	7
CC 2.4	Autres caractéristiques de tension.....	7
CC 2.5	Courant de court-circuit.....	8
CC 3	PROCEDURE DE RACCORDEMENT	9
CC 4	REQUIS GENERAUX	12
CC 4.2	Provisions préliminaires.....	12
CC 4.3	Documentation technique.....	12
CC 4.4	Schémas de raccordement au réseau de transport	13
CC 4.5	Systèmes de protection	13
CC 4.6	Système de communication	14
CC 5	CRITERES APPLICABLES AUX INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'ELECTRICITE ..	16
CC 5.1	Plages de fonctionnement.....	16
CC 5.2	Immunité contre les perturbations du réseau de transport.....	18
CC 5.3	Stabilité et contrôle de la fréquence du système.....	21
CC 5.4	Stabilité et contrôle de la tension du système	30
CC 5.5	Gestion du système électrique.....	36
CC 5.6	Gestion des états d'urgence.....	41
CC 5.7	Surveillance et échange d'informations.....	43
CC 5.8	Contrôle de la conformité.....	45
CC 6	CRITERES APPLICABLES AUX SYSTEMES A COURANT CONTINU HAUTE TENSION	48
CC 6.2	Plages d'exploitation.....	48
CC 6.3	Immunité contre les perturbations du réseau de transport.....	51
CC 6.4	Stabilité et contrôle de la fréquence du système.....	54
CC 6.5	Stabilité et contrôle de la tension du système	60
CC 6.6	Gestion du système électrique.....	64
CC 6.7	Gestion des états d'urgence.....	71
CC 6.8	Surveillance et échange d'informations.....	71
CC 6.9	Contrôle de la conformité.....	73
CC 6.10	Autres critères.....	75
CC 7	CRITERES APPLICABLES AUX INSTALLATIONS DE CONSOMMATION	77
CC 7.1	Plages de fonctionnement.....	77
CC 7.2	Gestion du système électrique.....	80
CC 7.3	Contrôle de la conformité.....	84
CC 8	LIGNES DIRECTRICES POUR LA DEFINITION DES CRITERES APPLICABLES A LA PRODUCTION DECENTRALISEE.....	86
CC 9	ANNEXE A – SPECIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES SUR LE CALCUL LFSM-O/LFMS-U	88
CC 10	ANNEXE B – PARAMETRES DE REFERENCE	90



CC 1 CHAMP D'APPLICATION

J.¹ Le champ d'application identifie les **installations** régies par ce **Code de raccordement**, ainsi que d'autres informations pour une bonne compréhension des dispositions spécifiques. Ce **Code de raccordement** régit les conditions techniques d'accès des **installations de production d'électricité, systèmes CCHT, et installations de consommation aux réseaux des États membres**. L'objectif est de promouvoir le bon fonctionnement et la sécurité du **système électrique du PAEM**.

En particulier, compte tenu de la part croissante attendue de **production** basée sur les **unités EnRV et EnR**, des exigences concernant les **installations de production d'électricité basées sur des convertisseurs** sont introduites car elles sont d'une importance primordiale et doivent être reconnues par le **États membres** dans leurs **Codes de réseau régional/national**.

CC 1.1.1 Le **Code de raccordement** subira un processus approfondi de révision et d'harmonisation par les **États membres** visant à définir des valeurs/plages de paramètres – comme spécifié au chapitre CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence – et visant à affiner les procédures nécessaires.

CC 1.1.2 Les objets de ce **Code** comprennent :

- a) les caractéristiques d'exploitation et les performances des **réseaux aux points de raccordement** (chapitre CC 2) ;
- b) la procédure de raccordement des **installations de production d'électricité, systèmes CCHT, et installations à consommation aux réseaux** (chapitre CC 3) ;
- c) les critères de raccordement communs à toutes les **installations de production d'électricité, systèmes CCHT et installations de consommation** (chapitre CC 4) ;
- d) les critères techniques minimums nécessaires aux critères de conception et aux capacités opérationnelles de :
 - i. **Installations de production d'électricité** (chapitre CC 5) ;
 - ii. **Systèmes CCHT** (chapitre CC 6) ;
 - iii. **Installations de consommation** (chapitre CC 7) ;
- e) un ensemble de lignes directrices pour la définition des critères de raccordement pour la **production décentralisée** (chapitre CC 8).

CC 1.1.3 Plus précisément, les règles de ce **Code** sont appliquées aux **Installations de production d'électricité, Systèmes CCHT, et Installations de consommation** qui répondent aux critères suivants :

- a) systèmes non raccordés au **réseau de transport** à compter de la date d'adoption du présent **Code de raccordement** ;

¹ J. : Justification

- b) systèmes existants, en cas de modifications importantes ou de reconstruction partielle/totale.

CC 1.1.4 Le **GRT** compétent évaluera l'importance d'un changement ou d'une reconstruction sur la base des informations communiquées par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité**, le **propriétaire du système CCHT** et le **propriétaire de l'installation de consommation** au **GRT** compétent concernant les modifications prévues². Le **GRT** compétent définira un délai à compter de la réception de la communication au cours duquel il déterminera si la modification constitue ou non un changement ou une reconstruction de nature significative. Passé ce délai, en l'absence de communication de la part du **GRT**, le changement ou la reconstruction sera considéré(e) comme non significatif(ve).

CC 1.1.5 Concernant les **installations de production d'électricité**, il est précisé que les critères applicables concernent toutes les **unités de production d'électricité**, à la fois synchrones et basées sur onduleur, connectées au **réseau de transport** ou ayant une **puissance nominale** égale ou supérieure à un seuil donné, exprimé en MW.

CC 1.1.6 Chaque **État membre** définira la date à laquelle le présent **Code** entre en vigueur, ainsi que :

- a) Les niveaux de tension se rapportant aux **réseaux de transport** – une valeur seuil U_{seuil} [V] sera définie, harmonisée et adoptée par les **États membres** comme la valeur minimum de tension de fonctionnement au-dessus de laquelle le **réseau** sera considéré comme un **réseau de transport**.
- b) Le seuil de **puissance nominale**, lequel ne peut être supérieur à une valeur P_{seuil} [MW] qui sera définie, harmonisée et adoptée par les **États membres** – c'est-à-dire que ce code s'applique par défaut aux **unités de production d'électricité** avec **puissance nominale** supérieure à P_{seuil} .

² Liste non exhaustive de changements à considérer comme significatifs. Pour les **unités de production d'électricité synchrone** : remplacement de machine synchrone, renouvellement d'équipements de contrôle de tension et/ou de fréquence et des systèmes de protection ou de contrôle, changement/remplacement d'éléments thermiques ou hydrauliques. Pour les **unités de production d'électricité à onduleur** : remplacement d'éoliennes ou d'onduleurs pour une puissance cumulée d'au moins 10 % de la **puissance nominale**, remplacement des équipements de contrôle. Concernant les **systèmes CCHT** : modification de la capacité de transfert, technologie ou configuration (monopolaire, bipolaire).

CC 2 CARACTERISTIQUES D'EXPLOITATION ET PERFORMANCES DES RESEAUX AUX POINTS DE RACCORDEMENT

J. Les caractéristiques d'exploitation et performances du **réseau de transport aux points de raccordement** affectent la conception et le fonctionnement des **installations de production d'électricité, du Système CCHT** et des **installations de consommation**. L'harmonisation des caractéristiques et des performances au sein du **système électrique du PAEM** interconnecté permettra aux parties prenantes potentielles d'accéder au **réseau de transport** de manière transparente et non discriminatoire. De plus, cela facilitera le développement et la standardisation des équipements.

CC 2.1.1 Le **GRT** compétent doit garantir des caractéristiques de fonctionnement et des performances définies des **réseaux de transport aux points de raccordement**. Les **installations de production d'électricité, les systèmes CCHT, et les installations de consommation** contribueront à préserver les performances du **réseau de transport** dans le futur, en respectant les règles techniques de ce **code**.

CC 2.1.2 Le **GRT** compétent doit définir les caractéristiques opérationnelles et les performances des **réseaux de transport aux points de raccordement**. Ainsi, sur une base annuelle, le **GRT** examinera et mettra à la disposition du public les informations relatives aux caractéristiques d'exploitation et aux performances du **réseau de transport** correspondant.

CC 2.2 Conditions d'exploitation et plages de fréquence

CC 2.2.1 Le **GRT** compétent doit définir la fréquence nominale ainsi que les différentes **conditions d'exploitation des réseaux de transport** respectifs. Pour chaque **condition d'exploitation**, le **GRT** compétent définira les plages de fréquences respectives dans lesquelles la fréquence devra être maintenue.

CC 2.2.2 Les dispositions concernant les **conditions d'exploitation** sont fournies dans le **Code d'exploitation**.

CC 2.2.3 Pour chaque **condition d'exploitation**, le **GRT** compétent définira les plages de fréquences respectives dans lesquelles la fréquence devra être maintenue.

CC 2.2.4 Les **conditions d'exploitation** et les plages de fréquences respectives doivent être harmonisées entre les **États membres** au sein de la même **zone synchrone**.

CC 2.3 Niveaux de tension

CC 2.3.1 Le **GRT** compétent doit définir et mettre à la disposition du public les valeurs des tensions nominales et d'exploitation pour chaque **point de raccordement** et pour chaque **condition d'exploitation**.

CC 2.4 Autres caractéristiques de tension

CC 2.4.1 Le **GRT** compétent doit définir les caractéristiques de tension suivantes, lesquelles s'appliquent aux **conditions en état** normal :

a) *Distorsion harmonique totale (THD - Total Harmonic Distortion) :*

Le **GRT** compétent définit la valeur maximum attendue de **THD** exprimée en pourcentage pour chaque niveau de tension nominal du **réseau de transport** respectif. Les limites de **THD** seront celles spécifiées dans la norme indiquée en CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

b) *Déséquilibre des tensions triphasées :*

Le **GRT** compétent doit définir le degré de déséquilibre maximum attendu des tensions triphasées pour chaque **point de raccordement**. Le degré de déséquilibre est généralement défini par le rapport en pourcentage de la valeur absolue de la composante de tension de séquence négative à la valeur absolue de la composante de séquence positive, obtenue par la transformation des quantités de tension triphasées déséquilibrées dans les 3 composantes symétriques (séquences positives, négatives et nulles)³. La valeur typique de déséquilibre maximum est donnée en CC 10ANNEXE B – Paramètres de référence.

Les conditions exceptionnelles pouvant entraîner des valeurs plus élevées peuvent être prises en compte par le **GRT** (ex : interruption de phase).

c) Scintillement :

Le **GRT** compétent doit définir la valeur maximum de sévérité du scintillement à court terme (P_{st}) et la sévérité du scintillement à long terme (P_{lt}) pour chaque niveau de tension nominale du **réseau de transport**. Les normes applicables à P_{lt} et P_{st} sont fournies en CC 10ANNEXE B – Paramètres de référence.

d) *Chutes et hausses de tension :*

Le nombre de creux et de dépassements de tension se produisant à chaque **point de raccordement** peut varier de quelques dizaines à quelques centaines par an. La variabilité dépend, entre autres, de la

³ La méthode de décomposition est basée sur le théorème de Fortescue.

position spécifique du **point de raccordement**, du **courant de court-circuit**, et du niveau de tension.

CC 2.4.2 Les limites de THD et le déséquilibre et le scintillement doivent être harmonisées entre les **États membres** au sein de la même **zone synchrone**.

CC 2.5 Courant de court-circuit

CC 2.5.1 Le **GRT** compétent calculera et mettra à la disposition du public les valeurs maximums et minimums de **courant de court-circuit** pour chaque **point de raccordement**. Ces valeurs sont mises à jour annuellement par le **GRT**.

CC 2.5.2 La procédure de calcul du **courant de court-circuit** maximum et minimum doit être rendue publique par le **GRT** concerné. De plus, l'approche pour déterminer ces valeurs devrait être harmonisée entre les **États membres** au sein d'une même **zone synchrone**.



CC 3 PROCEDURE DE RACCORDEMENT

J. Des procédures communes de raccordement des **installations de production d'électricité, des systèmes CCHT et des installations de consommation** à un **système électrique intégré**, à compter de la demande jusqu'à l'approbation de raccordement, sont exigées entre les **GRT** intervenants. Cela contribue à un accès transparent et non discriminatoire à travers une même **zone synchrone**.

CC 3.1.1 Le **GRT** compétent définit la procédure de raccordement des **installations de production d'électricité, des systèmes CCHT et des installations de consommation** au réseau pertinent.

CC 3.1.2 La procédure de demande de raccordement est rendue publique par le **GRT** à la date d'entrée en vigueur de ce **code**. Toute mise à jour de la procédure doit être rendue publique avant la date effective d'exécution. Dans la mesure du possible, la procédure doit également être harmonisée à travers les **États membres**.

CC 3.1.3 La procédure implique les parties suivantes :

- a) le propriétaire de l'installation de production d'électricité ou le propriétaire du système CCHT ou le propriétaire de l'installation de consommation, en tant que demandeur du raccordement ;
- b) le **GRT** compétent selon la réglementation nationale en tant que :
 - i. l'entité compétente en charge de l'évaluation des candidatures ;
 - ii. le garant de l'autorisation de se raccorder ;
 - iii. l'entité définissant les conditions technico-économiques d'obtention de l'accès et des interconnexions au **réseau** pertinent.

CC 3.1.4 La procédure doit rendre compte des démarches formelles nécessaires à la mise en relation avec le **réseau de transport** du **GRT** compétent et le calendrier associé. La procédure couvre les phases suivantes :

- a) Phase d'autorisation : lorsqu'une demande de raccordement au **réseau de transport** est faite par le candidat.

La procédure d'autorisation fait état de la liste complète des documents à fournir par le candidat. Ces documents doivent au moins couvrir les informations suivantes :

- i. le profil d'entreprise du candidat ;
- ii. le **point de raccordement** et les informations détaillées concernant le site de raccordement ;
- iii. la documentation technique certifiée relative à l'**installation de production d'électricité** ou au **système CCHT** ou à l'**installation de consommation** compétent dans le cadre du raccordement au **réseau de transport** ;

- iv. les détails des capacités techniques de l'**installation de production d'électricité** ou du **système CCHT** ou de l'**installation de consommation** compétent dans le cadre du raccordement au **réseau de transport** ;
- v. le respect des critères de raccordement énoncés dans le **Code de réseau national** correspondant.

Au minimum, le document d'autorisation de raccordement doit indiquer :

- i. les conditions d'acceptation par le **GRT** ;
 - ii. les modifications nécessaires au projet de raccordement d'origine, le cas échéant ;
 - iii. le coût du raccordement.
- b) Phase de réalisation :
- i. construction du **système de réseau pour le raccordement** par le **GRT** relatif. Il s'agit de l'ensemble des installations et équipements nécessaires au raccordement des **installation de production d'électricité** et/ou du **système CCHT** et/ou de l'**installation de consommation** au **réseau de transport**, à mettre en œuvre dans le **réseau de transport** conformément à la configuration existante au **point de raccordement**.
 - ii. construction de l'**installation de production d'électricité** ou du **système CCHT** ou de l'**installation de consommation** par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** ou le **propriétaire du système CCHT** ou le **propriétaire de l'installation de consommation**.
- c) Phase de mise en service : demande de démarrage de l'**installation de production d'électricité** et/ou du **système CCHT** et/ou de l'**installation de consommation**.

CC 3.1.5 Le **GRT** compétent définit une procédure de notification d'exploitation permettant à un **propriétaire d'installation de production d'électricité** ou à un **propriétaire du système CCHT** ou à un **propriétaire d'installation de consommation** de faire fonctionner son système. Cette procédure comprend les trois étapes suivantes :

- a) Notification d'exploitation pour autoriser le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** ou le **propriétaire du système CCHT** ou le **propriétaire de l'installation de consommation** à dynamiser son réseau électrique interne et auxiliaires et le connecter au **point de raccordement**.
- b) Notification d'exploitation pour autoriser le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** ou le **propriétaire du système CCHT** ou le **propriétaire de l'installation de consommation** à faire fonctionner son système connecté au **réseau de transport** pour une durée limitée – à définir par le **GRT** – nécessaire pour évaluer au moins les données techniques du système et la conformité aux exigences.

- c) Notification d'exploitation pour autoriser le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** ou le **propriétaire du système CCHT** ou le **propriétaire de l'installation de consommation** à faire fonctionner son système connecté au **réseau de transport** au **point de raccordement**. Cette notification d'exploitation est émise par le **GRT** après élimination préalable de toutes les incompatibilités identifiées dans le cadre du point précédent.



CC 4 REQUIS GENERAUX

J. Ce chapitre couvre les exigences générales communes aux **installations de production d'électricité**, aux **systèmes CCHT** et aux **installations de consommation**, par exemple (liste non exhaustive), schémas de connexions, schéma général des protections.

CC 4.1.1 Les exigences générales s'appliquent aux **installations de production d'électricité**, aux **systèmes CCHT** et aux **installations de consommation** conformément au chapitre CC 1. Les exigences spécifiques applicables aux **installations de production d'électricité**, aux **systèmes CCHT** et aux **installations de consommation** sont fournies aux chapitres CC 5, CC 6 et CC 7 respectivement. Le **GRT** compétent peut définir des exigences supplémentaires à celles fournies dans ce **code**.

CC 4.2 Provisions préliminaires

CC 4.2.1 Le raccordement des **installations de production d'électricité**, des **systèmes CCHT** et des **installations de consommation** au **réseau de transport** n'entraînera aucune dégradation des performances ou de la fiabilité du **réseau de transport** lui-même, et contribuera à la sécurité et à la qualité du service en fonction des capacités de l'**installation** et du **système électrique**.

CC 4.2.2 La conception du **système de réseau pour le raccordement** doit être exécutée de manière à ne pas nuire à l'exploitation du **réseau du transport** ou endommager les autres **installations de consommation**.

CC 4.2.3 Les matériaux et composants respectifs des **installations de production d'électricité**, des **systèmes CCHT** et des **installations de consommation** doivent être conçus et fabriqués conformément aux normes nationales et internationales en vigueur concernant la sécurité et la protection des personnes et des biens.

CC 4.3 Documentation technique

CC 4.3.1 Le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** ou le **propriétaire du système CCHT** ou le **propriétaire de l'installation de consommation** sont responsables de la rédaction, de la mise à jour et de la communication formelle aux **GRT** de ce qui suit :

- a) la documentation technique du **système de réseau pour le raccordement au réseau de transport**, laquelle comprendra :
 - i. schéma unifilaire et planimétrie ;
 - ii. les descriptions techniques, les manuels et données d'essai pour chaque équipement ;

iii. schémas et descriptions des équipements et systèmes de commande, d'exploitation et de protection.

b) la documentation de l'installation de production d'électricité ou le système CCHT ou l'installation de consommation qui comprendra les données techniques de l'équipement appartenant au propriétaire de l'installation de production d'électricité ou au propriétaire du système CCHT ou au propriétaire de l'installation de consommation compétents dans le cadre de l'exploitation du réseau de transport.

CC 4.3.2 Le document de règlement d'exploitation doit être signé entre le propriétaire de l'installation de production d'électricité, le propriétaire du système CCHT, le propriétaire de l'installation de consommation et le GRT compétent pour :

a) définir les responsabilités respectives concernant l'exploitation et le contrôle des sections de l'installation et du système fonctionnelles au réseau de transport ;

b) définir des critères de raccordement spécifiques, outre ceux fournis dans ce code et dans la réglementation nationale compétente, si cela est jugé nécessaire ;

c) définir des dérogations aux critères figurant dans le présent code.

CC 4.4 Schémas de raccordement au réseau de transport

CC 4.4.1 Le GRT compétent définira la procédure d'identification de la solution technique de raccordement de l'installation de production d'électricité, du système CCHT et de l'installation de consommation au réseau de transport.

CC 4.4.1.1 La procédure doit au minimum prendre en compte les étapes suivantes :

a) identification du raccordement au réseau de transport et définition du niveau de tension de raccordement ;

b) identification du point et configuration technique de l'insertion dans le réseau de transport ;

c) définition des appareils de commutation et du système de réseau pour le raccordement ;

d) définition des limites fonctionnelles et de propriété.

CC 4.5 Systèmes de protection

CC 4.5.1 La conception et l'exploitation des installations de production d'électricité, des systèmes CCHT et de l'installations de consommation doivent tenir compte des caractéristiques techniques et des performances du système de protection du

réseau de transport. Par conséquent, le **document de règlement d'exploitation** doit signaler les exigences relatives au système de protection.

CC 4.5.2 Le système de protection de l'installations de production d'électricité, des systèmes CCHT et de l'installations de consommation doit :

- a) garantir les critères généraux suivants :
 - i. coordination avec le système de protection du **réseau de transport** ;
 - ii. protection de secours si nécessaire ;
 - iii. surveillance ;
 - iv. contribution à l'identification des éléments défectueux ;
- b) être organisé selon les points suivants :
 - i. protection au point de raccordement ;
 - ii. protection contre les défauts extérieurs à l'installation de **production d'électricité**, au **système CCHT** et à l'installation de **consommation** ;
 - iii. protection contre les défauts à l'intérieur de l'installation de **production d'électricité**, du **système CCHT** et des installations de **consommation** ;
 - iv. protection des lignes de raccordement entre le **point de raccordement** et le **réseau de transport** (le cas échéant).

CC 4.5.3 Le **document de règlement d'exploitation** définit le calibrage des équipements de protection.

CC 4.6 Système de communication

CC 4.6.1 L'installation de production d'électricité, le système CCHT et l'installations de consommation doivent être intégrés dans le processus de contrôle et d'exploitation (en temps réel et en temps différé) du **réseau de transport**. Ceci passe par l'échange de données et d'informations entre l'installation de production d'électricité, le système CCHT, l'installations de consommation et les installations du **GRT** compétent.

CC 4.6.2 Le **propriétaire de l'installation de production d'électricité**, le **propriétaire du système CCHT** et le **propriétaire de l'installation de consommation** sont tenus de fournir des mesures et des signaux pour assurer :

- a) l'observabilité en temps réel de l'installation elle-même et des fonctions d'exploitation du système ;
- b) la disponibilité des exploitations historiques et les performances de l'installation en temps différé.

CC 4.6.3 Le **GRT** compétent définira la liste détaillée des données, des formats de données, des protocoles de communication et des modes d'interfaçage, lesquels devront être compatibles avec son propre système de contrôle.

CC 4.6.4 Le **GRT** compétent peut demander au **propriétaire de l'installation de production d'électricité**, au **propriétaire du système CCHT** et au **propriétaire de l'installation de consommation** d'installer un équipement dédié de contrôle à distance.



CC 5 CRITERES APPLICABLES AUX INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'ELECTRICITE

CC 5.1 Plages de fonctionnement

CC 5.1.1 Plages de fréquence

J. Dans un système électrique interconnecté, la fréquence est le paramètre ayant le plus grand impact transfrontalier, puisque les écarts par rapport à sa valeur nominale se produisent partout en même temps et affectent toutes les **unités de production d'électricité** indépendamment des niveaux de tension. Pour cette raison, des plages de fréquences harmonisées sont fondamentales. En particulier, la plage concernant une exploitation illimitée doit être identique pour partager équitablement le fardeau des déviations.

CC 5.1.1.1 Toutes les **unités de production d'électricité** doivent être conçues, construites et exploitées pour pouvoir rester connectés au **réseau de transport** dans les plages de fréquences et selon les périodes de temps minimums spécifiées par les **GRT**, selon le schéma suivant, lequel est également représenté dans le Tableau CC 1 :

- a) plage autour de la fréquence nominale de la **zone synchrone** avec durée d'exploitation illimitée ;
- b) au moins une plage avec fréquence inférieure à la fréquence nominale de la **zone synchrone**, avec période de temps limitée concernant l'exploitation à spécifier par le **GRT** ;
- c) au moins une plage avec fréquence supérieure à la fréquence nominale de la **zone synchrone** avec période de temps limitée concernant l'exploitation à spécifier par le **GRT**.

CC 5.1.1.2 Les valeurs de fréquence sont considérées au **point de raccordement**.

CC 5.1.1.3 Lors de la définition des plages de fréquences et des périodes de temps, le **GRT** doit tenir compte des normes internationales applicables aux produits sur les capacités liées aux fréquences.

CC 5.1.1.4 Le **GRT** compétent et le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** peuvent convenir de plages de fréquences plus larges, de durées minimums d'exploitation plus longues ou de critères spécifiques applicables aux écarts combinés de fréquence et de tension, afin d'assurer la meilleure utilisation des capacités techniques d'une **unité de production d'électricité**, s'il s'avère nécessaire de conserver ou de restaurer la sécurité du **réseau de transport**. Le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** ne

refusera pas de manière déraisonnable son consentement à cette ou ces demande(s) si cela est économiquement et techniquement faisable.

Tableau CC 1. Périodes de temps minimums pendant lesquelles une unité de production d'électricité doit être capable de fonctionner à une fréquence s'écartant de la valeur nominale de la zone synchrone sans se déconnecter du réseau de transport

		Plages de fréquence	Période d'exploitation
<i>f</i> de la zone synchrone	b)	$F_{f_{bas2}}$ Hz – $F_{f_{bas1}}$ Hz	À préciser en minutes par le GRT responsable
	a)	$F_{f_{bas1}}$ Hz – $F_{f_{haut1}}$ Hz	Illimitée
	c)	$F_{f_{haut1}}$ Hz – $F_{f_{haut2}}$ Hz	À préciser en minutes par le GRT responsable

CC 5.1.1.5 Les plages de fréquence et les durées doivent être harmonisées entre les **États membres** au sein de la même **zone synchrone**. Des plages de fréquence indicatives et des périodes de temps sont rapportées en CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 5.1.2 Plages de tension

J. Bien que la tension soit un paramètre local, les plages de tension sont essentielles pour assurer l'exploitation d'un **système électrique intégré** au sein d'une **zone synchrone**. Le manque de plages coordonnées entre les **réseaux** interconnectés adjacents conduirait à une incertitude d'exploitation, en particulier outre l'état normal.

CC 5.1.2.1 Toutes les **unités de production d'électricité synchrones** doivent être conçues, construites et exploitées pour pouvoir rester connectés au **réseau de transport** dans les plages de tension au **point de raccordement** tel que spécifié par le **GRT**, selon le schéma suivant, lequel est également représenté dans le Tableau CC 2 :

- a) une plage autour de la tension nominale avec durée d'exploitation illimitée ;
- b) au moins une plage avec tension inférieure à la valeur nominale avec période de temps limitée d'exploitation, à spécifier par le **GRT** ;
- c) au moins une plage avec tension supérieure à la valeur nominale, avec durée d'exploitation limitée, à spécifier par le **GRT**.

CC 5.1.2.2 Les plages de tension sont exprimées par le rapport entre la tension au **point de raccordement** avec la tension de nominale. Le **GRT** compétent peut définir différents ensembles de plages de tension et de périodes de temps

respectives en fonction de différents niveaux de base de tension. Lors de la définition des plages de tension et des périodes de temps, le **GRT** doit tenir compte des normes internationales applicables aux produits sur les capacités liées à la tension.

CC 5.1.2.3 Le **GRT** compétent et le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** peuvent convenir de plages de tension plus larges, de durées minimums d'exploitation plus longues ou de critères spécifiques applicables aux écarts combinés de fréquence et de tension (surtension et sous-fréquence simultanées ou sous-tension et sur-fréquence simultanées), afin d'assurer la meilleure utilisation des capacités techniques d'une **unité de production d'électricité**, s'il s'avère nécessaire de conserver ou de restaurer la sécurité du **réseau de transport**. Le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** ne refusera pas de manière déraisonnable son consentement à cette ou ces demande(s) si cela est économiquement et techniquement faisable.

*Tableau CC 2. Périodes de temps minimums pendant lesquelles une unité de production d'électricité doit être capable de fonctionner à une tension s'écartant de la valeur 1 pu de référence au point de raccordement sans se déconnecter du **réseau de transport**.*

	Plage de tension	Période d'exploitation
b)	$U_{\text{bas}2} \text{ pu} - U_{\text{bas}1} \text{ pu}$	À préciser en minutes par le GRT responsable
a)	$U_{\text{bas}1} \text{ pu} - U_{\text{haut}1} \text{ pu}$	Illimitée
c)	$U_{\text{haut}1} \text{ pu} - U_{\text{haut}2} \text{ pu}$	À préciser en minutes par le GRT responsable

CC 5.1.2.4 Les plages de tension et les durées doivent être harmonisées entre les **États membres** au sein d'une même **zone synchrone**. Des plages de tension indicatives et des périodes de temps sont rapportées en CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 5.2 Immunité contre les perturbations du réseau de transport

CC 5.2.1 Capacité de tenue aux creux de tension

J. En cas de défaut sur le **réseau de transport**, une chute de tension se propagera à travers de vastes zones géographiques interconnectées. La non-possibilité pour les **installations de production d'électricité** de fonctionner en présence d'une défaillance (ex : déclenchement) peut impliquer une instabilité majeure du système avec implications transfrontalières. Cette exigence définit la capacité des **installations de production d'électricité** à tolérer de telles défaillances.

CC 5.2.1.1 Les **unités de production d'électricité** doivent pouvoir rester connectées au **réseau de transport** et continuer à fonctionner de manière stable, lorsque l'évolution réelle des tensions entre les phases au **point de raccordement**, en présence d'une défaillance, est maintenue selon un profil tension-temps de **tenue aux creux de tension**, à spécifier par le **GRT** conformément à la Figure CC 1.

CC 5.2.1.2 Le **GRT** compétent doit spécifier les paramètres définissant chaque point de profil tension-temps de **tenue aux creux de tension** de la Figure CC 1.

- a) **Unités de production d'électricité synchrone** et **Unités de production d'électricité à onduleur** ;
- b) Défaillances symétriques et asymétriques.



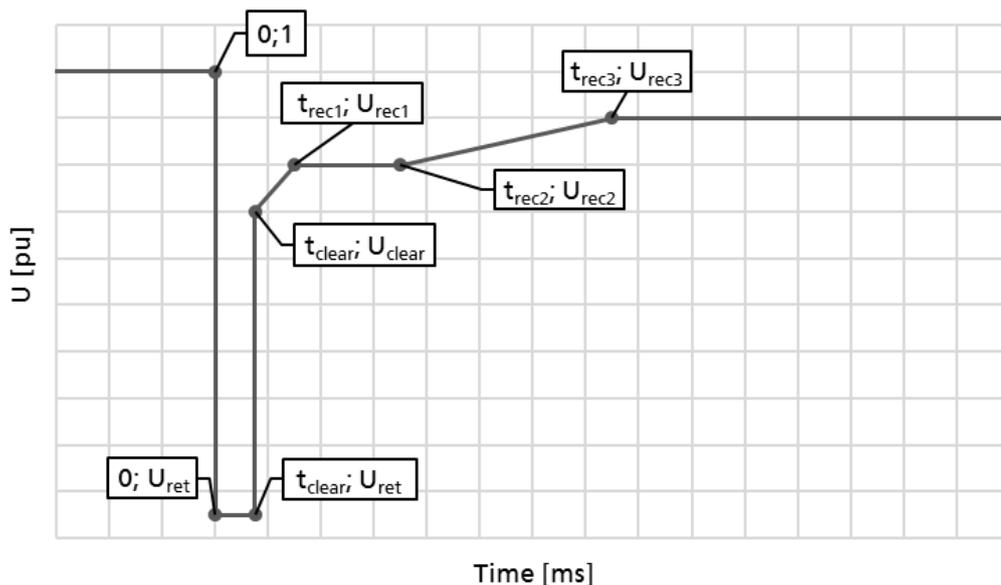


Figure CC 1. Profil de tenue aux creux de tension d'une installation de production d'électricité. Elle est exprimée comme les tensions entre phases sur le niveau de tension du **réseau de transport** au point de raccordement lors d'une panne en fonction du temps avant, pendant et après la panne.

- CC 5.2.1.3 Dans la zone située sous le profile tension-temps de tenue aux creux de tension, la déconnexion des **unités de production d'électricité** en raison de l'intervention du système de protection visé à l'article CC 5.5.3 est acceptable.
- CC 5.2.1.4 L'installation d'une protection spécifique à minimum de tension capable de tracer et de mettre en œuvre le profil de **tenue aux creux de tension** en fonction du temps n'est pas autorisée. En particulier, la protection contre les sous-tensions doit être configurée par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** selon les limites techniques des **unités de production d'électricité**, à moins que le **GRT** ne demande l'établissement d'autres paramètres.
- CC 5.2.1.5 Les **unité de production d'électricité** doivent se conformer au profil tension-temps de **tenue aux creux de tension** pour toute valeur pré-défaillance ou post-défaillance de **puissance de court-circuit** entre les valeurs minimum et maximum de la **puissance de court-circuit** attendu au **point de raccordement**⁴.
- CC 5.2.1.6 Le critère de **tenue aux creux de tension** ne tient pas compte de la déconnexion du **réseau de transport** imposée par les conditions d'exploitation et/ou la protection du **réseau de transport** à mettre en œuvre au moyen d'équipements et de paramètres associés définis par le **GRT** concerné.

⁴ Consulter la section CC 2.5 pour connaître les valeurs de **courant de court-circuit**.

CC 5.2.1.7 Tous les profils tension-temps de **tenue aux creux de tension** doivent être harmonisés entre les **États membres** au sein d'une même **zone synchrone**. Les limites minimums indicatives des profils tension-temps de **tenue aux creux de tension** pour les **unités de production d'électricité synchrone** et les **unités de production d'électricité à onduleur** sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 5.2.2 Capacité de résistance au taux de variation de la fréquence

J. La capacité de résistance aux taux de changement de fréquence peut être compétente en cas de déséquilibres de **consommation-production** significatifs (ex : déconnexion de grandes **installations de consommation** ou **unité de production d'électricité**, ou divisions du système) en raison de la faible inertie du système causée (entre autres) par des partages croissants des installations de **production d'électricité** à onduleur, en général les **EnR**. Éviter la déconnexion des **unités de production d'électricité** en cas de changement de fréquence important contribue à la stabilisation et à la reconstitution du **réseau de transport** à un état d'exploitation normal.

CC 5.2.2.1 Une **unité de production d'électricité** doit être capable de rester connectée au **réseau de transport** et de fonctionner à des taux de changement de fréquence allant jusqu'à une valeur spécifiée par le **GRT**, à moins que la déconnexion n'ait été déclenchée par une perte de protection du secteur de type taux de changement de fréquence.

CC 5.2.2.2 La capacité de résistance aux taux de changement de fréquence doit être harmonisée entre les **États membres** au sein d'une même **zone synchrone**. Une valeur de seuil type est fournie au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 5.3 Stabilité et contrôle de la fréquence du système

CC 5.3.1 Contrôle de la puissance active cible

J. Les modifications de la puissance active de sortie autour d'une valeur cible et le comportement pendant le transitoire des variations de la valeur cible, peuvent entraîner des déséquilibres de charge et donc des écarts de fréquence dans une **zone synchrone**. Les critères définissant la performance des **installations de production d'électricité** en termes de contrôle de la puissance active cible contribuent à maintenir la stabilité et la sécurité du système en minimisant les écarts de fréquence.

CC 5.3.1.1 Une **unité de production d'électricité** doit être capable de maintenir une sortie constante à n'importe quelle valeur de puissance active cible entre la puissance de sortie active minimum et maximum déclarée, sauf lorsque la puissance de sortie suit les changements spécifiés dans les articles CC 5.3.2, CC 5.3.3, et CC 5.3.4 de ce **Code de raccordement**.

CC 5.3.1.2 Le **GRT** compétent peut définir les valeurs d'erreur maximum dans lesquelles le système de contrôle des **unités de production d'électricité** doit contrôler la puissance active par rapport à des valeurs cibles constantes et lors des changements de la valeur cible.

CC 5.3.2 Effets des conditions environnementales et de fonctionnement sur la capacité de puissance active

J. Les conditions environnementales et d'exploitation peuvent entraîner des variations de la puissance active maximum des **unités de production d'électricité**. La définition des variations admissibles contribue à limiter les déséquilibres de charge et donc les écarts de fréquence.

CC 5.3.2.1 Lorsqu'une **unité de production d'électricité synchrone** fonctionne en condition de sous-fréquence, une réduction de la puissance active maximum de sortie de la puissance active maximum déclarée au **GRT** est autorisée. Cette pratique doit être justifiée par des raisons techniques avérées.

CC 5.3.2.2 Le **GRT** compétent doit définir la réduction maximum admissible de la puissance active de sortie pour les conditions de sous-fréquence dans sa **zone de réglage**, en pourcentage de la **puissance nominale** de l'**unité de production d'électricité**. La **puissance nominale** de l'**unité de production d'électricité** moins ce pourcentage de réduction maximum admissible défini donne la limite inférieure de la capacité de puissance active au-dessus de laquelle la puissance active maximum pouvant être fournie par les **unités de production d'électricité** doit toujours rester.

CC 5.3.2.3 Lors de la définition de la réduction de puissance active admissible à partir de la puissance maximum, le **GRT** doit :

- a) préciser clairement les conditions ambiantes applicables ; et,
- b) tenir compte des capacités techniques des **unités de production d'électricité**.

CC 5.3.2.4 Les valeurs typiques de réduction de puissance active admissible à partir de la sortie maximum, en conditions de sous-fréquence, se situent dans les limites indiquées au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

- a) ci-dessous f_{limite2} chute d'un taux de réduction de $\Delta P/P_{\text{MAX}}|_{\text{limite2}}$ de la capacité maximum à 1 pu par $\Delta f_{\text{limite2}}$ de chute de fréquence ;
- b) ci-dessous f_{limite1} chute d'un taux de réduction de $\Delta P/P_{\text{MAX}}|_{\text{limite1}}$ de la capacité maximum à 1 pu par $\Delta f_{\text{limite1}}$ chute de fréquence.

CC 5.3.2.5 La Figure CC 2 représente les limites dans lesquelles la capacité peut être spécifiée par le GRT conformément aux spécifications précédentes. C'est-à-dire : à partir d'une fréquence dans la plage $1-f_{\text{limite1}}$, l'unité de production d'électricité ne doit montrer aucune réduction de la puissance de sortie maximum. Une fréquence inférieure à f_{limite1} indique la zone à l'intérieur de laquelle le GRT peut définir la capacité.

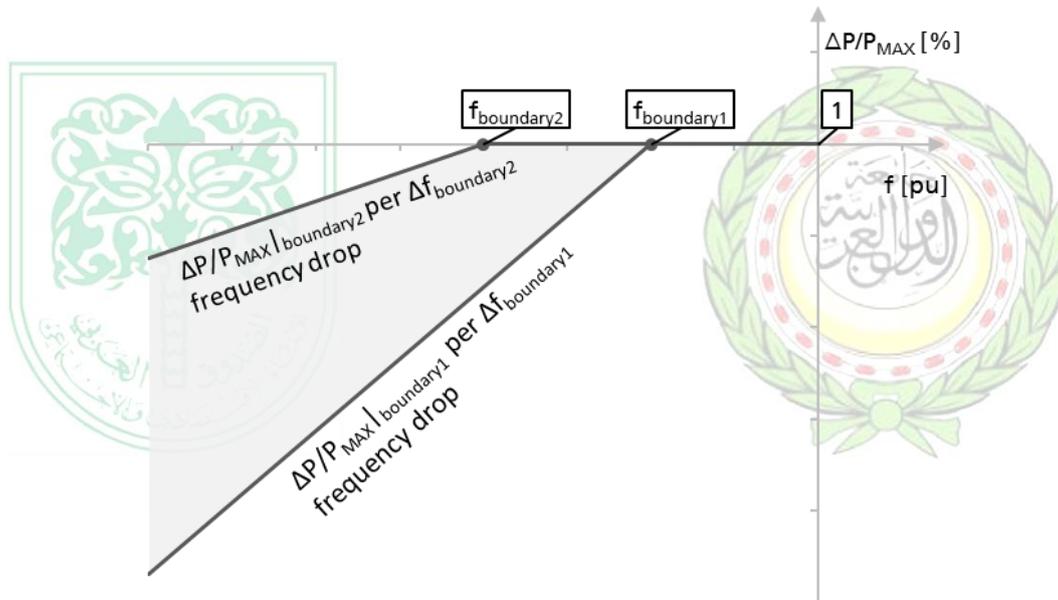


Figure CC 2. Réduction de la capacité de puissance maximum sous fréquence décroissante. La valeur en pourcentage de la réduction se réfère à la puissance active maximum de l'unité de production d'électricité synchrone.

CC 5.3.3 Réduction de la puissance active en cas de surfréquence et de sous-fréquence anormales

J. Les déséquilibres de charge persistants entraînent une augmentation de l'écart de fréquence, entraînant à son tour une détérioration de la stabilité du système et de la sécurité du système électrique du PAEM. Les installations de production d'électricité sont couramment invités à contribuer à la suppression de ces déséquilibres. Ce critère définit les capacités des installations de production d'électricité à contrôler la variation de leur puissance de sortie active en réponse à une surfréquence et une sous-fréquence anormales.

CC 5.3.3.1 Les **unité de production d'électricité** seront capables de réguler la puissance active de sortie en réponse à de fortes variations de fréquence en sur- et sous-fréquence, selon des modes de fonctionnement appelés **Mode de sensibilité à la fréquence - Surfréquence (LFSM-O)** et **Mode de sensibilité à la fréquence - Sous-fréquence (LFSM-U)**.

CC 5.3.3.2 Le **GRT** compétent doit caractériser le seuil de fréquence et le statisme qui caractérisent les modes de fonctionnement **LFSM-O** et **LFSM-U** selon la Figure CC 3 et la Figure CC 4 :

- a) P_{MAX} est la puissance de sortie active maximum de l'**unité de production d'électricité**. ΔP est la variation de la production de puissance active de l'**unité de production d'électricité**. f_n est la fréquence nominale de **réseau de transport** et Δf est l'écart de fréquence se produisant dans le **réseau de transport**.
- b) En mode **LFSM-O** (Figure CC 3), aux surfréquences où Δf est supérieur à Δf_1 , l'**unité de production d'électricité** doit fournir une variation négative de la production de puissance active selon un paramètre de statisme égal à s_2 . Les valeurs typiques du seuil de fréquence $\Delta f_1/F_n$, paramètre d'affaissement s_2 , sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.
- c) En mode **LFSM-U** (Figure CC 4), aux sous-fréquences où Δf est inférieur à Δf_1 , l'**unité de production d'électricité** doit fournir une variation positive de la production de puissance active selon un statisme égal à s_2 . Les valeurs typiques du seuil de fréquence $-\Delta f_1/F_n$, paramètre d'affaissement s_2 , sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

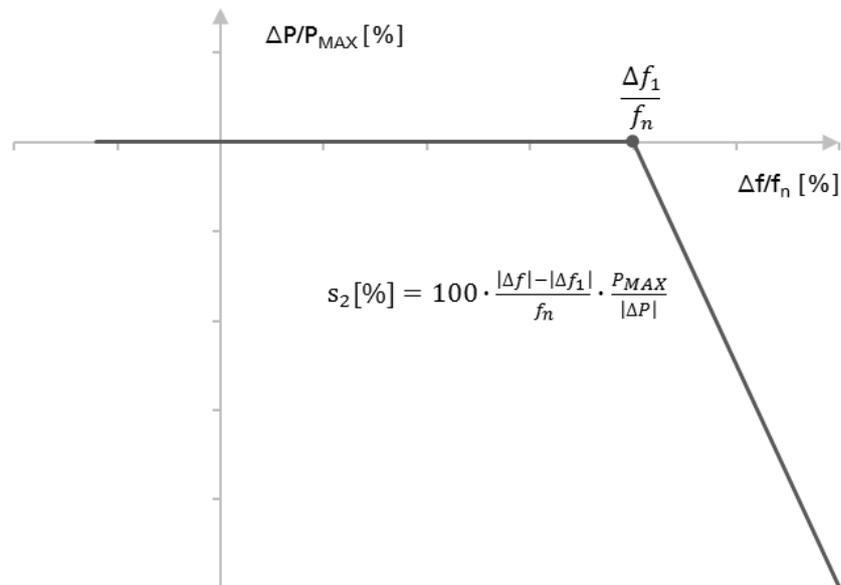


Figure CC 3. Capacité de réponse en fréquence de puissance active des unités de production d'électricité en mode LFSM-O.

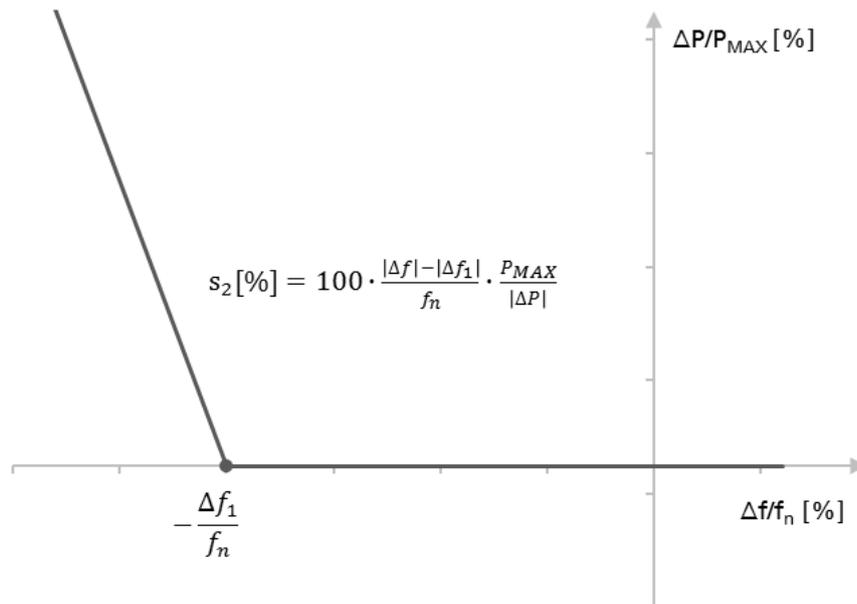


Figure CC 4. Capacité de réponse en fréquence de puissance active des unités de production d'électricité en mode LFSM-U.

CC 5.3.3.3 « ANNEXE A – Spécifications supplémentaires sur le calcul LFSM-O/LFMS-U » - fournit des spécifications supplémentaires et un exemple de calcul de LFSM-O et LFSM-U.

CC 5.3.3.4 Une **unité de production d'électricité** doit être capable d'activer la réponse à fréquence d'électricité aussi rapidement que techniquement possible avec un retard initial qui ne doit pas être supérieur à $\Delta t_{LFSM_activation}$ (une valeur type est fournie au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence). Le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** doit justifier un retard plus important en fournissant des preuves techniques au **GRT** concerné.

CC 5.3.3.5 Les **unités de production d'électricité** doivent pouvoir fonctionner de manière stable en mode LFSM-O et LFSM-U.

CC 5.3.3.6 En référence à l'exploitation en mode LFSM-O :

- a) Les **unités de production d'électricité** doivent être capables soit de continuer à fonctionner au niveau de régulation minimum lorsqu'il est atteint, soit de diminuer davantage la puissance active de sortie en fonction de la demande du **GRT** compétent.
- b) Le point de consigne LFSM-O prévaudra sur tout autre point de consigne de puissance active.

CC 5.3.3.7 En référence à l'exploitation en mode **LFSM-U** :

- a) Les **unités de production d'électricité** doivent être capables de fournir une augmentation de puissance jusqu'à leur capacité maximum.
- b) La fourniture effective de la réponse en fréquence de puissance active doit prendre en compte :
 - i. les conditions ambiantes lorsque la réponse doit être déclenchée ;
 - ii. les conditions de fonctionnement des **unités de production d'électricité**, en particulier les limitations d'exploitation à proximité de la capacité maximum à basses fréquences et l'impact respectif des conditions ambiantes conformément à l'article CC 5.3.2 ; et,
 - iii. de la disponibilité des sources d'énergie primaires.

CC 5.3.3.8 Le mode d'exploitation **LFSM** n'est pas requis par ces **unités de production d'électricité**, lesquelles n'ont pas la capacité de réguler la puissance de sortie en termes de variations de fréquence dues aux limitations technologiques. Ces limites technologiques doivent être démontrées par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité**.

CC 5.3.3.9 Le **GRT** compétent au sein d'une même **zone synchrone** doit harmoniser les réglages des **modes LFSM** afin de minimiser les flux d'énergie non planifiés entre les pays interconnectés en réponse à un changement de fréquence du système.

CC 5.3.4 Réponse de puissance active aux variations de fréquence normales

J. Les déséquilibres de charge persistants entraînent une augmentation de l'écart de fréquence, entraînant une détérioration de la stabilité du système et de la sécurité du **système électrique du PAEM**. Les **installations de production d'électricité** sont couramment invités à contribuer à la suppression de ces déséquilibres. Ce critère définit les capacités des **installations de production d'électricité** à contrôler la variation de leur puissance de sortie active en réponse à des variations de fréquence normales.

CC 5.3.4.1 Les **installations de production d'électricité** doivent être capables de fonctionner sous le **Mode de sensibilité à la fréquence (FSM)**, lequel détermine une variation de la puissance active de sortie par rapport à la valeur programmée de la puissance active cible, en réponse aux variations normales de fréquence du **réseau de transport**.

CC 5.3.4.2 Le mode d'exploitation **FSM** n'est pas requis par ces **unités de production d'électricité**, lesquelles n'ont pas la capacité de réguler la puissance de sortie en termes de variations de fréquence dues aux limitations technologiques. Ces limites technologiques doivent être démontrées par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité**. Néanmoins, le raccordement des **unités de production d'électricité** avec limitation technologique pour fournir

le **FSM**, seront évalués au cas par cas par le **GRT** compétent, surtout lorsque le manque de **FSM** pour une **unité** peut être critique pour le maintien de la stabilité du **réseau de transport** en cas d'aléa.

CC 5.3.4.3 Le **GRT** compétent doit définir les paramètres qui caractérisent le **FSM** selon la Figure CC 5, sachant que :

- a) En cas de surfréquence, la réponse en fréquence de la puissance active est limitée par le niveau de régulation minimum de l'**unité de production d'électricité**.
- b) En cas de sous-fréquence, la réponse en fréquence de la puissance active est limitée par la puissance de sortie active maximum (P_{MAX}) de l'**unité de production d'électricité**.
- c) ΔP est la variation de la production de puissance active de l'**unité de production d'électricité**. f_n est la fréquence nominale de **réseau de transport** et Δf est l'écart de fréquence se produisant dans le **réseau de transport**.
- d) En cas de variation de fréquence supérieure à la **bande morte de la réponse à une variation de fréquence**, la contribution de la puissance active non fournie doit être récupérée selon un schéma similaire à celui présenté dans Figure CC 5.
- e) La fourniture effective de la réponse en fréquence de puissance active doit prendre en compte :
 - i. les conditions ambiantes lorsque la réponse doit être déclenchée ;
 - ii. les conditions de fonctionnement des **unités de production d'électricité**, en particulier les limitations d'exploitation à proximité de la capacité maximum à basses fréquences et l'impact respectif des conditions ambiantes conformément à l'article CC 5.3.2 ; et,
 - iii. de la disponibilité des sources d'énergie primaires.

CC 5.3.4.4 Les valeurs types des paramètres qui caractérisent le FSM sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

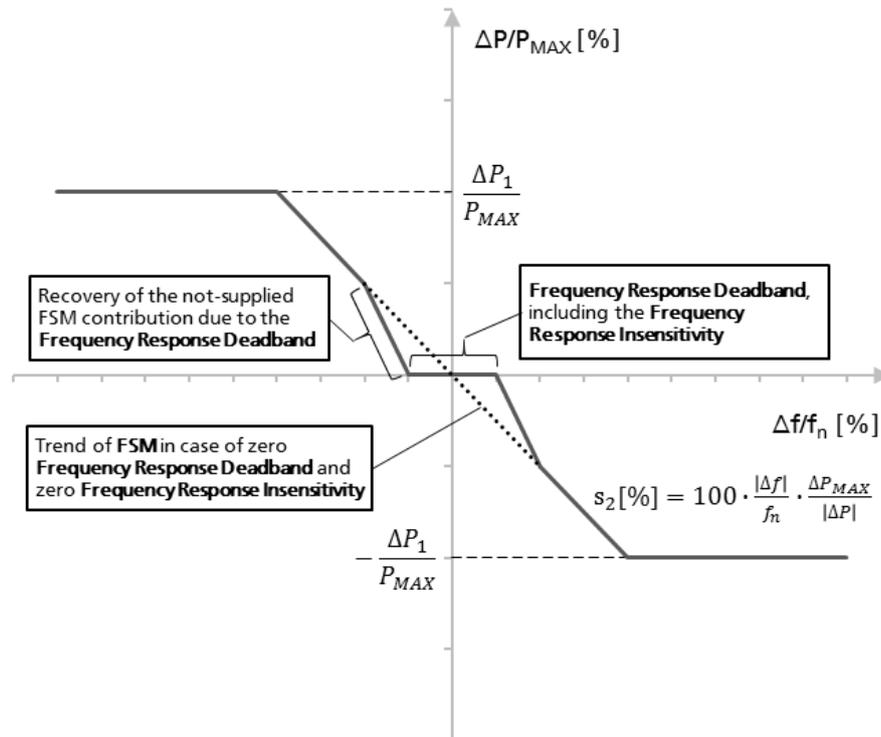


Figure CC 5. Capacité de réponse en fréquence de puissance active des unités de production d'électricité en FSM. La figure représente les changements de puissance active de sortie qu'une unité de production d'électricité doit être capable de fournir en fonction des variations de fréquence. L'unité de production d'électricité doit être insensible aux variations de fréquence dans la plage de la bande morte. Concernant les écarts de fréquence supérieurs à la bande morte, l'unité de production d'électricité doit réduire (surfréquence) ou augmenter (sous-fréquence) la charge de puissance active en fonction du statisme donné. Le GRT concerné peut spécifier les paramètres de statisme afin de récupérer la contribution FSM non fournie en raison de la bande morte.

- CC 5.3.4.5 Le GRT compétent définira la période pendant laquelle l'**unité de production d'électricité** doit être capable de fournir une réponse complète en fréquence de puissance active. En précisant la période, le GRT doit tenir compte de la marge de puissance active et de la source d'énergie primaire de l'**unité de production d'électricité**.
- CC 5.3.4.6 En cas de changement de pas de fréquence, le mode **FSM** doit être activé par l'**unité de production d'électricité** selon une courbe au-dessus ou, tout du moins, en correspondance avec la ligne indiquée dans la Figure CC 6, et conformément aux paramètres spécifiés par le GRT sur la base des limitations dépendantes de la technologie de l'**unité de production d'électricité**. Les valeurs types de déséquilibre maximum sont fournies au CC 10ANNEXE B – Paramètres de référence.

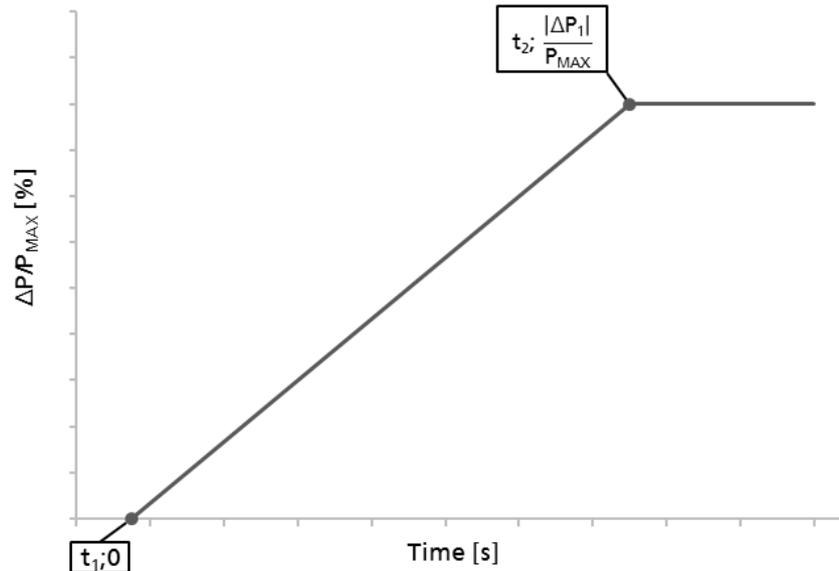


Figure CC 6. Capacité de réponse en fréquence de puissance active.

CC 5.3.4.7 Afin de vérifier le fonctionnement du **FSM**, les **unités de production d'électricité** doivent être capables de transférer, en temps réel et de manière sécurisée, au moins les signaux suivants vers le **Centre de contrôle national** du **GRT** concerné :

- a) signal d'état du **FSM** (allumé/éteint) ;
- b) sortie de puissance active programmée ;
- c) valeur réelle de la sortie de puissance active ;
- d) réglages des paramètres réels pour la réponse en fréquence de puissance active ; et,
- e) statistique et **bande morte de la réponse à une variation de fréquence**.

CC 5.3.4.8 Le **GRT** compétent au sein d'une même **zone synchrone** doit harmoniser les réglages des **modes FSM** afin de minimiser les flux d'énergie non planifiés entre les pays interconnectés en réponse à un changement de fréquence du système.

CC 5.3.5 Réglage secondaire

J. Le rétablissement de la fréquence à la valeur nominale, tout en libérant les réserves activées en raison des écarts de fréquence et en ajustant les **échanges d'énergie** transfrontaliers aux valeurs cibles, nécessite des capacités dédiées aux **installations de production d'électricité**. Ces critères doivent être coordonnés avec les dispositions d'**exploitation** du système.

CC 5.3.5.1 Le **GRT** compétent définit les critères techniques des **unités de production d'électricité** pour la fourniture du service système visant à rétablir la

fréquence à sa valeur nominale et à maintenir les **échanges d'énergie programmés** transfrontaliers d'une **zone Sychrone**.

CC 5.3.5.2 Le **GRT** compétent d'une même **zone synchrone** doit harmoniser les critères de fonctionnalités de **réglage secondaire** des **unités de production d'électricité**.

CC 5.3.6 Inertie synthétique pour la production à onduleur

J. Les installations de production d'électricité à onduleurs n'ont pas la capacité inhérente de résister/ralentir les changements de fréquence. Cela se traduira par un **taux de changement de fréquence** plus important durant une forte production d'énergie à partir d'installations de production d'électricité à onduleurs et, par conséquent, impliquera d'éventuels problèmes de stabilité du système et de sécurité du **système électrique du PAEM**. Cette exigence prend des contre-mesures en introduisant, pour les **installations de production d'électricité**, la capacité de fournir une **inertie synthétique** lors de déviations de fréquence très rapides.

CC 5.3.6.1 Le **GRT** compétent a le droit de préciser que les **unités de production d'électricité à onduleur** seront capables de fournir une **inertie synthétique** lors de déviations de fréquence très rapides sur demande auprès du **GRT** concerné.

CC 5.3.6.2 Le **GRT** compétent doit spécifier le principe de fonctionnement des systèmes de contrôle installés pour fournir l'**inertie synthétique** ainsi que les paramètres de performance associés. Le point c) du chapitre CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence fournit un élément pour traiter de ce type d'exigences, à développer entièrement par le **GRT**.

CC 5.4 Stabilité et contrôle de la tension du système

CC 5.4.1 Capacité de la puissance réactive

J. La puissance réactive est un élément clé en termes de stabilité de la tension et fondamentale pour les échanges transfrontaliers d'électricité. Bien que l'influence des **installations de production d'électricité** sur la stabilité globale de la tension du système varie selon l'emplacement, l'harmonisation des capacités de puissance réactive contribue à la planification et à l'exploitation sécurisées des **systèmes électriques intégrés** au sein d'une même **zone synchrone**.

CC 5.4.1.1 Le **GRT** compétent doit spécifier la capacité de puissance réactive à la capacité maximum, et la capacité de puissance réactive en dessous de la capacité maximum.

CC 5.4.1.2 Capacité de puissance réactive à capacité maximum

CC 5.4.1.3 En ce qui concerne la capacité de puissance réactive à capacité maximum, le **GRT** doit identifier le profil UQ/P_{MAX} , lequel identifie les limites dans lesquelles une **unité de production d'électricité** doit être capable de fournir de la puissance réactive à sa capacité maximum. Le profil UQ/P_{MAX} doit être défini selon les principes suivants, en cohérence avec la Figure CC 7 :

- a) les dimensions de l'enveloppe du profil UQ/P_{MAX} doivent être comprises dans la plage Q/P_{MAX} et la plage de tension spécifiées par le **GRT** ;
- b) la position de l'enveloppe du profil $U-Q/P_{MAX}$ doit être comprise dans les limites d'une enveloppe extérieure fixe à définir par le **GRT** ;
- c) le **GRT** compétent définira les profils mentionnés ci-dessus pour les (i) **unités de production d'électricité synchrones** et les (ii) **unités de production d'électricité à onduleur**.



CC 5.4.1.4 Le **GRT** compétent au sein d'une même **zone synchrone** doit harmoniser les dimensions des enveloppes intérieure et extérieure. Les valeurs types d'enveloppe extérieure, de plage Q/P_{MAX} et de plage de tension du profil UQ/P_{MAX} des **unités de production d'électricité synchrones** et des **unités de production d'électricité à onduleur** sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

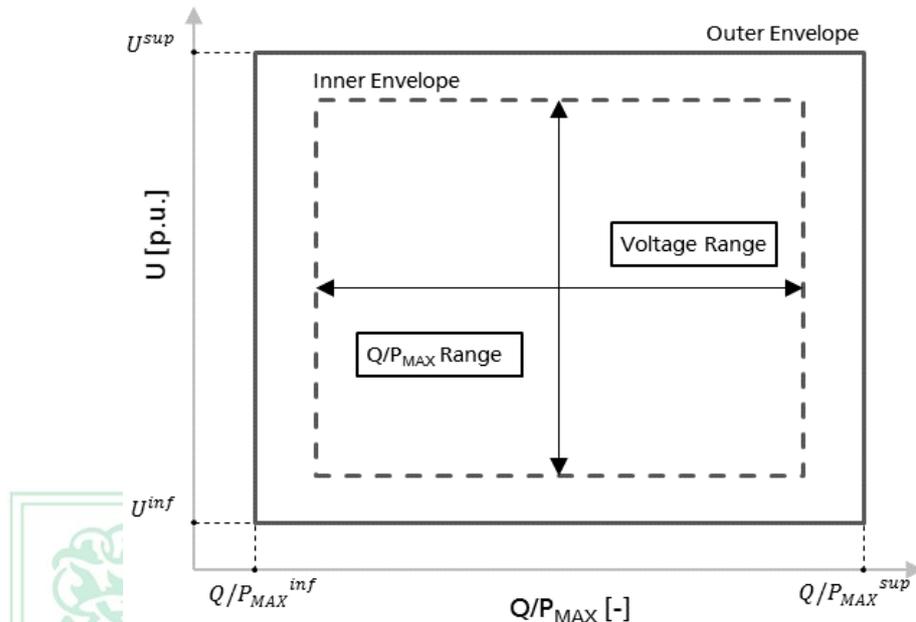


Figure CC 7. Profils UQ/P_{MAX} à définir par le **GRT** concerné.

CC 5.4.1.5 Une **unité de production d'électricité** doit être capable de se déplacer vers n'importe quel point d'exploitation de la surface au sein de son profil UQ/P_{MAX} dans des délais appropriés aux valeurs cibles demandées par le **GRT**.

CC 5.4.1.6 *Capacité de puissance réactive inférieure à la capacité maximum*

CC 5.4.1.7 Les **unités de production d'électricité synchrones** doivent être capables de fonctionner à tous les points d'exploitation possibles dans le diagramme de capacité PQ de l'alternateur des **unités de production d'électricité synchrones**, au moins jusqu'à un niveau minimum d'exploitation stable lors d'une exploitation à une puissance de sortie active inférieure à la capacité maximum ($P < P_{MAX}$).

CC 5.4.1.8 En ce qui concerne les **unités de production d'électricité à onduleur**, le **GRT** doit identifier le profil UQ/P_{MAX} , lequel identifie les limites dans lesquelles une **unité de production d'électricité à onduleur** doit être capable de fournir de la puissance réactive en dessous de sa capacité maximum. Le profil $P-Q/P_{MAX}$ doit être défini selon les principes suivants, en cohérence avec la Figure CC 8 :

- les dimensions de l'enveloppe du profil $P-Q/P_{MAX}$ doivent être comprises dans la plage Q/P_{MAX} spécifiée par le **GRT** ;
- la plage de puissance active de l'enveloppe du profil $P-Q/P_{MAX}$ à puissance réactive nulle doit être de 1 pu ;
- le profil $P-Q/P_{MAX}$ peut être de n'importe quelle forme et doit inclure les conditions de capacité de puissance réactive à puissance active nulle ;
- la position de l'enveloppe du profil $P-Q/P_{MAX}$ doit être comprise dans les limites d'une enveloppe extérieure fixe à définir par le **GRT** ;

CC 5.4.1.9 Le **GRT** compétent d'une même **zone synchrone** doit harmoniser les dimensions des enveloppes intérieure et extérieure. Les valeurs types de plage Q/P_{MAX} et de plage de tension de l'enveloppe du profil $U-Q/P_{MAX}$ des **unités de production d'électricité à onduleur** sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

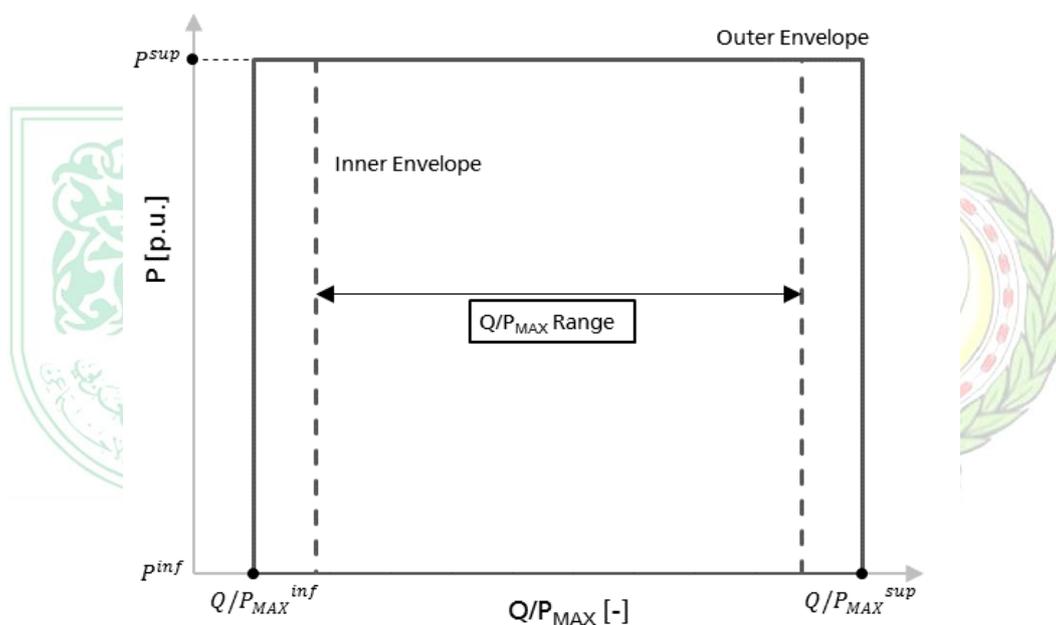


Figure CC 8. Profil $P-Q/P_{MAX}$ à définir par le **GRT** compétent pour les unités de production d'électricité à onduleur.

CC 5.4.1.10 Lors du fonctionnement à une puissance de sortie active inférieure à la capacité maximum ($P < P_{MAX}$), l'**unité de production d'électricité à onduleur** doit être capable de fournir de la puissance réactive en tout point d'exploitation au sein de son profil P-Q/ P_{MAX} .

CC 5.4.1.11 Une **unité de production d'électricité à onduleur** doit être capable de se déplacer vers n'importe quel point d'exploitation de la surface au sein de son de son profil U-Q/ P_{MAX} dans des délais appropriés aux valeurs cibles demandées par le **GRT**.

CC 5.4.1.12 Compensation de la puissance réactive

CC 5.4.1.13 En présence d'une ligne ou d'un câble de raccordement entre le **point de raccordement** de l'**unité de production d'électricité** et les bornes haute tension du transformateur élévateur, si demandé par le **GRT**, le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** doit compenser la **demande** en puissance réactive de la ligne ou du câble.

CC 5.4.2 Modes de contrôle de la tension

J L'absence de contrôle de tension pour **unités de production d'électricité** peut entraîner une instabilité de tension qui peut se propager aux **systèmes électriques** voisins et devenir un problème transfrontalier.

CC 5.4.2.1 Les **unités de production d'électricité synchrones** doivent être équipées d'un système de contrôle d'excitation - à savoir le **régulateur automatique de tension (AVR)** - lequel peut fournir une tension constante aux bornes de l'alternateur à un point de consigne sélectionnable sans instabilité sur toute la plage d'exploitation de l'**unité**.

CC 5.4.2.2 Les paramètres et réglages de l'**AVR** doivent être convenus par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** et le **GRT** concerné. Ils comprendront notamment :

- a) une limitation de largeur de bande du signal de sortie ;
- b) un limiteur de sous-excitation et de surexcitation ;
- c) un limiteur de courant de stator ;
- d) une fonction **PSS** d'atténuation des oscillations de puissance, laquelle inclura les spécifications sur les coefficients d'amortissement à harmoniser par le biais d'études dédiées au système électrique dans une même **zone synchrone**.

CC 5.4.2.3 Les **unités de production d'électricité à onduleur** doivent contribuer au contrôle de la tension. Les modes de régulation suivants doivent être mis en œuvre :

a) Modes de régulation de la tension :

- i. L'**unité** doit être capable de contribuer au contrôle de la tension au **point de raccordement** en fournissant un échange de puissance réactive avec le **réseau de transport**, avec une tension de consigne couvrant une plage $[U_{REG_MIN}; t_{U_{REG_MAX}}]$ par paliers supérieurs à ΔU_{REG} défini par le **GRT**. Les valeurs types pour U_{REG_MIN} , U_{REG_MAX} et ΔU_{REG} sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.
- ii. La sortie de puissance réactive doit être nulle lorsque la valeur de tension du **réseau de transport** au **point de raccordement** est égale à la valeur de consigne de tension.
- iii. Le point de consigne peut être utilisé avec ou sans zone morte sélectionnable dans une plage définie par le **GRT**.
- iv. Atteindre 90 % et 100 % de la variation de puissance réactive demandée par le **GRT** dans le temps $t_{REG_90\%}$ et $T_{REG_100\%}$, respectivement, à spécifier par le **GRT**, avec une précision de 5 % de la valeur de la puissance réactive maximum pouvant être délivrée par l'**unité**. Les valeurs types de $t_{REG_90\%}$ et $T_{REG_100\%}$ se situent dans les plages indiquées au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

b) Mode de régulation de la puissance réactive :

- i. L'**unité** doit être capable de régler la consigne de puissance réactive n'importe où dans la plage de puissance réactive donnée, avec des paliers de réglage définis par le **GRT**, par contrôle de la puissance réactive au **point de raccordement** à une précision définie par le **GRT**. Les paliers types et la précision type sont fournis au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

c) Mode de régulation du facteur de puissance :

Pour les besoins du mode de contrôle du facteur de puissance, les **unités** doivent être capables de contrôler le facteur de puissance au **point de raccordement**, dans la plage de puissance réactive requise et spécifiée par le **GRT** conformément à l'article CC 5.4.1.2 pour les **unités de production d'électricité à onduleur**, avec un facteur de puissance cible à paliers non supérieurs à ΔU_{REG} . L'opérateur de système compétent doit spécifier la valeur cible du facteur de puissance, sa tolérance et la période de temps nécessaire pour atteindre le facteur de puissance cible suite à un changement soudain de la puissance active de sortie. La tolérance du facteur de puissance cible doit être exprimée par la tolérance de sa puissance réactive correspondante. Cette tolérance de puissance réactive doit être exprimée soit par une valeur absolue, soit par un pourcentage de la puissance réactive maximum des **unités de production d'électricité à onduleur**.

CC 5.4.2.4 Le **GRT** compétent doit définir les principes et les performances de la commutation entre les deux modes, ainsi que les modes et les procédures de communication des valeurs de référence de tension.

CC 5.4.3 Contribution au court-circuit lors de pannes pour la production basée sur onduleur

J. Ce critère est essentiel à la fois pour rétablir la tension immédiatement après les défauts mais également pour injecter suffisamment de courant assez rapidement pour que la protection du système fonctionne de manière fiable.

CC 5.4.3.1 Le **GRT** compétent a le droit de préciser que les **unités de production d'électricité à onduleur** doivent être capables de permettre une **injection rapide de courant sur défaut** au **point de raccordement** en cas de défauts équilibrés (triphases) et déséquilibrés (monophasés ou biphasés).

CC 5.4.3.2 Le **GRT** compétent a le droit de définir les exigences d'**injection rapide de courant sur défaut**. Ces derniers doivent tenir compte des éléments suivants : (i) comment et quand un écart de tension doit être déterminé ; (ii) les caractéristiques de l'**injection rapide de courant sur défaut** ; et (iii) le timing et l'exactitude des **injections rapides de courant sur défaut**. Le point c) du chapitre CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence fournit un élément pour traiter de ce type d'exigences à développer entièrement par le **GRT**.

CC 5.5 Gestion du système électrique

CC 5.5.1 Synchronisation et resynchronisation

J. Les conditions applicables aux **unités de production d'électricité** pour connecter et injecter de l'énergie au **réseau de transport** après des interruptions ou arrêts intentionnels d'exploitation dus à l'intervention du système de protection, doivent être définies afin d'éviter le risque d'instabilité des **unités** ou tout effet négatif sur la sécurité des **systèmes électriques du PAEM**. Des conditions particulières peuvent être envisagées pour les **unités** devant nécessairement rétablir l'état normal d'exploitation suite à des perturbations.

CC 5.5.1.1 La mise en service d'une **unité de production d'électricité**, après un arrêt volontaire ou suite à l'intervention du système de protection, n'est autorisée que dans les conditions suivantes :

- a) sur autorisation du **GRT** compétent ;
- b) à une fréquence d'exploitation et à une tension au **point de raccordement** dans les plages spécifiées à la section CC 5.1.

CC 5.5.1.2 L'**unité** doit être équipée de dispositifs de synchronisation. Les paramètres associés doivent être approuvés par les **GRT** et le **propriétaire de l'installation de production d'électricité**. Ils doivent inclure : la tension, la fréquence, la plage d'angle de phase, la séquence de phase et l'écart de tension et de fréquence.

CC 5.5.1.3 Une fois connecté au **réseau de transport**, l'**unité de production d'électricité** peut augmenter progressivement sa puissance de sortie jusqu'à la valeur cible, conformément au gradient convenu par le **GRT**.

CC 5.5.2 Limites de ramping

J. Les changements de puissance active cible doivent présenter des caractéristiques de ramping appropriées (ex : taux de changement de puissance active) car une variation trop rapide ou trop lente peut entraîner une dégradation de la qualité du service de contrôle de fréquence.

CC 5.5.2.1 Les taux de variation de la puissance de sortie active (limites de ramping), pour une **unité de production d'électricité**, doivent être contrôlés dans les deux directions, vers le haut et vers le bas. La valeur des limites de ramping minimum et maximum doit être convenue avec les **GRT** compte tenu des spécificités de l'**unité de production d'électricité**, de la technologie motrice principale et de la ressource énergétique primaire.

CC 5.5.2.2 Les valeurs types de limites de ramping se situent dans les plages indiquées au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 5.5.2.3 Les **GRT** compétents d'une même **zone synchrone** doivent harmoniser les critères applicables aux limites de ramping.

CC 5.5.3 Systèmes de protection

J. Une protection adéquate du **réseau de transport** est essentielle pour maintenir la stabilité et la sécurité du **système électrique du PAEM**. Les schémas de protection ne doivent pas aggraver les perturbations mais limiter leurs conséquences au sein d'une même **zone synchrone**.

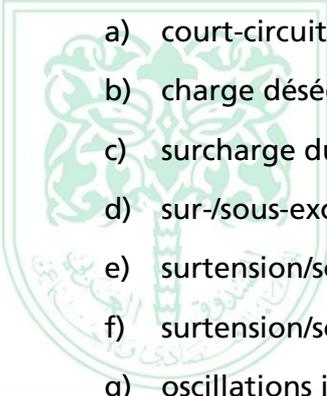
CC 5.5.3.1 Les critères énoncés dans cet article CC 5.5.3 s'ajoutent aux exigences générales de protection déjà décrites à la section CC 4.5.

CC 5.5.3.2 Les schémas de protection nécessaires pour protéger les **réseaux de transport** doivent être spécifiés par le **GRT**, compte tenu des caractéristiques de l'**unité**.

La définition et les changements des schémas de protection nécessaires à la protection de l'**unité de production d'électricité** et du **réseau de transport**, ainsi que les paramètres relatifs à l'**unité**, doivent être coordonnés et approuvés par le **GRT** concerné et le **propriétaire de l'installation de production d'électricité**. Ils sont signalés dans le **document de Règlement d'exploitation**.

CC 5.5.3.3 Le système de protection d'une **unité de production d'électricité** a priorité sur les contrôles opérationnels, compte tenu de la sécurité des **réseaux de transport**, ainsi que de la santé et de la sécurité du personnel y travaillant, ou encore des citoyens, en limitant tout dommage potentiel sur l'**unité**.

CC 5.5.3.4 En ce qui concerne les défauts électriques internes, les schémas de protection et les réglages doivent inclure la protection suivante (les normes internationales disponibles de référence sont fournies dans le document CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence) :

- 
- 
- a) court-circuit externe et interne ;
 - b) charge déséquilibrée (séquence de phase négative) ;
 - c) surcharge du stator et du rotor ;
 - d) sur-/sous-excitation ;
 - e) surtension/sous-tension au **point de raccordement** ;
 - f) surtension/sous-tension aux bornes de l'alternateur ;
 - g) oscillations inter-zones ;
 - h) courant de démarrage ;
 - i) exploitation asynchrone (glissement des pôles) ;
 - j) protection contre les torsions d'arbre inadmissibles (par exemple, résonance sous-synchrone) ;
 - k) protection de la ligne de l'**unité de production d'électricité** ;
 - l) protection du transformateur ;
 - m) sauvegarde contre la protection et les dysfonctionnements de l'appareillage ;
 - n) hyper fluidification (U/f) ;
 - o) puissance réfléchie ;
 - p) mise sous tension par inadvertance ;
 - q) déséquilibre de charge de l'**unité de production d'électricité** ;
 - r) panne de terre du rotor ;

- s) température du stator de l'unité de production d'électricité ;
- t) panne d'excitation ;
- u) vibration du rotor de l'**unité de production d'électricité** ;
- v) défaillance de la température de refroidissement de l'**unité de production d'électricité** ;
- w) taux de changement de la capacité de maintien de la fréquence ; et,
- x) déplacement de tension neutre.

CC 5.5.3.5 En ce qui concerne les défauts électriques externes, une **unité de production d'électricité** doit être équipée d'un système de protection capable de l'isoler du **réseau de transport** si la défaillance externe ne peut pas être correctement éliminée par le systèmes de protection du **réseau de transport**. Les schémas et réglages doivent donc être coordonnés avec ceux du système de protection du **réseau de transport** et sont, par conséquent, établis par la **GRT**.

CC 5.5.4 Systèmes de contrôle

J. Les systèmes de contrôle sont définis individuellement pour chaque **unité de production d'électricité**. Néanmoins, l'harmonisation des principes et de la méthodologie, notamment en cas de conditions d'exploitation perturbées du système, est cruciale pour garantir la stabilité du **système électrique du PAEM**.

CC 5.5.4.1 Les schémas et réglages des différents dispositifs de contrôle d'une **unité de production d'électricité** doivent être coordonnés et approuvés par le **GRT** compétent et le **propriétaire de l'installation de production d'électricité**. Ils sont signalés dans le **document de Règlement d'exploitation**.

CC 5.5.4.2 Toute modification des schémas et des paramètres après la phase de premier raccordement doit être convenue avec le **GRT**.

CC 5.5.5 Classement prioritaire du contrôle et actions de protection

J. La définition d'un classement est recommandée pour spécifier quelles capacités doivent prévaloir (ex : pour éviter les conflits) lors de la conception des schémas de protection et de contrôle des **unités de production d'électricité**. Harmoniser le classement parmi les **États membres** est important pour parvenir à une base commune en termes de stratégies d'exploitation, afin d'assurer un fonctionnement sûr du **système électrique du PAEM**.

CC 5.5.5.1 Le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** doit organiser les dispositifs de protection et de contrôle de ses **installations de production d'électricité**, en fonction du classement de priorité suivant (du plus élevé au plus bas) :

- a) protection du **réseau de transport** et de l'unité de production d'électricité ;
- b) **inertie synthétique**, le cas échéant ;
- c) contrôle de la fréquence ;
- d) limitation de puissance ; et,
- e) limites de ramping.

CC 5.5.6 Qualité de l'énergie

J. L'harmonisation des critères relatifs aux perturbations potentielles de l'énergie électrique fournie par les unités de production d'électricité contribue à garantir une qualité ciblée de l'approvisionnement au sein du système électrique du PAEM.

CC 5.5.6.1 Le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** fournira toutes les informations liées à l'apparition de perturbations. Sur la base de ces informations, le **GRT** évaluera les effets sur le **réseau de transport**, compte tenu de la **puissance de court-circuit** minimum sur le **réseau de transport** lui-même.

CC 5.5.6.2 Les niveaux maximums d'émission de perturbations accordés aux seules **installations de production d'électricité** se connectant au **réseau de transport**, ou ayant l'intention d'apporter des modifications significatives aux **installations de production d'électricité**, sont fixés par le **GRT** compétent.

CC 5.5.6.3 Selon les conditions du site de raccordement et du **réseau de transport**, le **GRT** compétent a le droit, à un stade ultérieur, de demander que le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** installe des systèmes de compensation supplémentaires afin de garantir que les normes de qualité visées sont atteintes.

CC 5.5.6.4 Les critères d'évaluation des limites d'émission doivent inclure (voir la section CC 2.4) :

- a) déséquilibre de la tension triphasée ;
- b) **THD** ;
- c) scintillement.

CC 5.5.7 Modèles de simulation

J. Les études de système électrique sont réalisées par les **GRT** à différentes étapes de leurs évaluations (ex : planification, planification de l'exploitation, exploitation en temps réel). Des dispositions spécifiques définissent un ensemble commun de modèles de simulation et de caractéristiques associées, que les **GRT** doivent nécessairement mettre en œuvre, avec mise à jour des modèles de systèmes électriques interconnectés.

CC 5.5.7.1 Sur demande du **GRT** concerné, un **propriétaire d'installation de production d'électricité** fournira des modèles de simulation pour ses **unités de production d'électricité**, avec un niveau de détail suffisant pour refléter le comportement des **unités** en :

- a) simulation en régime permanent ;
- b) simulation électromécanique ; et,
- c) simulation de phénomènes transitoires électromagnétiques.

CC 5.5.7.2 La demande du **GRT** concerné doit inclure :

- a) la spécification du format dans lequel les modèles doivent être fournis par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** ;
- b) la fourniture de documentation sur la structure d'un modèle et ses schémas ;
- c) une estimation de la capacité minimum et maximum de court-circuit au point de raccordement en équivalent simplifié du **réseau de transport** ;
- d) les paramétrisations et les limites du modèle ; et,
- e) les sous-modèles spécifiques des composants.

CC 5.5.7.3 Sur demande du **GRT** concerné, le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** doit fournir des enregistrements de mesure des **unités** afin de comparer la réponse des modèles avec ces enregistrements.

CC 5.6 Gestion des états d'urgence

CC 5.6.1 Démarrage autonome

J. Un **service de démarrage autonome** est nécessaire à partir d'un nombre approprié d'**installations de production d'électricité** pour restaurer un **système électrique** à un état stable après une perturbation critique majeure. L'harmonisation de ce critère applicable au **système électrique du PAEM** peut être donnée de principe sachant que les détails se rapportent à chaque **GRT**.

CC 5.6.1.1 L'unité de production d'électricité avec capacité de démarrage autonome doit répondre aux exigences suivantes :

- a) être capable de redémarrer suite à un arrêt sans apport d'énergie électrique externe dans le délai maximum convenu avec le **GRT**.
- b) Concernant la fréquence :
 - i. pouvoir se synchroniser dans les limites définies à l'article CC 5.1.1 ;
 - ii. être capable de fonctionner sous les modes **LFSM-O** et **LFSM-U**, tel que spécifié à l'article CC 5.3.3 ; et,
 - iii. être capable de contrôler la fréquence en cas de surfréquence et de sous-fréquence dans toute la plage de puissance active entre le niveau de régulation minimum et la puissance maximum, ainsi qu'à un tel niveau pour continuer à alimenter les charges internes.
- c) Concernant la tension :
 - i. pouvoir se synchroniser dans les limites définies à l'article CC 5.1.2 ;
 - ii. être capable de réguler automatiquement les baisses de tension causées par le raccordement des **installations de consommation** ; et,
 - iii. contrôler automatiquement la tension pendant la phase de reconstitution du **réseau de transport** ;
- d) être capable de fonctionner en parallèle avec d'autres **unités de production d'électricité** au sein d'un **réseau séparé**.

CC 5.6.2 Rejet de charge et re-synchronisation rapide

J. Ces capacités sont nécessaires pour contribuer à la reconstitution d'un **système électrique** après des perturbations majeures. Leur absence pourrait avoir des conséquences transfrontalières sur le **système électrique du PAEM**, avec de grandes perturbations et une capacité insuffisante pour une reconstitution rapide (avec partage inégal de la charge).

- CC 5.6.2.1 En cas de déconnexion du **réseau de transport**, les **unités de production d'électricité** doivent être capables d'effectuer la resynchronisation conformément à la stratégie de protection convenue par le **GRT** et le **propriétaire de l'installation de production d'électricité**.
- CC 5.6.2.2 Si le temps de resynchronisation est supérieur à un seuil $t_{\text{re-synchronisation}}$ défini et harmonisé entre les **GRT** d'une même **zone synchrone**, l'**unité de production d'électricité** doit pouvoir fonctionner en **rejet de charge** et donc pouvoir se déclencher avec charge domestique à partir de n'importe quel point d'exploitation dans son diagramme de capacité P-Q. L'identification de l'exploitation en **rejet de charge** ne doit pas être basée exclusivement sur les signaux de position de l'appareillage du **GRT** compétent, mais également sur des mesures réelles de production d'électricité de l'**unité de production d'électricité**.
- CC 5.6.2.3 Une valeur typique de $t_{\text{re-synchronisation}}$, basée sur les **meilleures pratiques de services publics** internationales est fournie au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

- CC 5.6.2.4 Les **unités de production d'électricité** doivent pouvoir continuer à fonctionner en **rejet de charge**, indépendamment de tout raccordement auxiliaire au **réseau de transport**. La durée minimum d'exploitation en **rejet de charge** doit être spécifiée par le **GRT**, en tenant compte des spécificités de la technologie des moteurs d'entraînement.

CC 5.6.3 Contrôle à distance de la participation au Plan de défense

J. Les situations critiques au sein d'un **réseau de transport** susceptibles de se propager à l'ensemble de la **zone synchrone**, exigent des **GRT** d'avoir la possibilité d'instruire des **unités de production d'électricité** à distance pour des actions spécifiques dans le cadre d'un **Plan de défense**.

- CC 5.6.3.1 Le **propriétaires d'une installation de production d'électricité** peut se voir demandé, par le **GRT** compétent, d'installer des dispositifs de surveillance et de contrôle à distance dans leur **unités** afin de fournir des fonctions spéciales permettant de préserver ou de restaurer l'exploitation sécurisée du système. Le **GRT** compétent fournira les caractéristiques fonctionnelles et techniques de ces dispositifs supplémentaires.

CC 5.7 Surveillance et échange d'informations

J. Disposer de procédures adéquates et harmonisées de suivi et d'échange d'informations entre les **propriétaires d'installations de production d'électricité** et les **GRT** compétents,

est une condition préalable à la bonne exploitation du système ainsi qu'à la bonne exploitation du **système électrique du PAEM**, ainsi que pour faciliter la résolution de problèmes transfrontaliers.

CC 5.7.1 Les **installations de production d'électricité** doivent être capables de surveiller l'exploitation et d'échanger des informations avec les **GRT** selon les différentes spécifications et finalités.

a) Suivi en temps réel :

L'installation doit être intégrée dans les procédures de contrôle et d'exploitation en temps réel du **réseau de transport** par le **GRT** compétent. Ainsi, le **GRT** peut demander au propriétaire de l'installation de production d'électricité de mettre en place des équipements dédiés (**RTU**) pour effectuer des actions de contrôle à distance, de surveillance à distance et d'opérations à distance. Les spécifications techniques de la **RTU** doivent être définies par le **GRT**.

b) Enregistrement et surveillance des pannes :

Pour assurer l'enregistrement et la surveillance du comportement dynamique du système pendant les défaillances, les **installations de production d'électricité** doivent être munies d'un équipement dédié qui répond aux exigences suivantes :

- i. capacité d'enregistrer (i) la tension, (ii) le courant, (iii) la puissance active, (iv) la puissance réactive et (v) la fréquence ;
- ii. caractéristiques techniques convenues par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** et le **GRT** compétent.

c) Échange d'informations pour une remise en service rapide :

Suite à une indisponibilité, le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** devra notifier le **GRT** compétent concernant les éléments suivants :

- i. la disponibilité de l'installation exclue lors de l'indisponibilité, les causes ayant conduit à la déconnexion et celles ayant empêché sa remise en service ;
- ii. le temps nécessaire pour la remise en service ;
- iii. les enregistrements de la panne ou de la perturbation à l'origine de l'indisponibilité.

d) Échange d'informations pour la réparation des pannes :

dans le cadre de la reconstruction après défaillance, le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** fournira les informations suivantes au **GRT** compétent :

- i. les enregistrements détectés par les enregistreurs de perturbation ;
- ii. les enregistrements des phénomènes transitoires électromagnétiques ;
- iii. les enregistrements de signaux locaux.

CC 5.7.2 La liste détaillée des données et informations avec leurs spécifications respectives, ainsi que les modalités d'échange des ouvrages mentionnés ci-dessus, sont convenues par les **propriétaires d'installations de production d'électricité** et le **GRT** compétent, et sont rapportées, pour chaque **installation de production d'électricité**, dans le **document de Règlement d'exploitation**.

CC 5.8 Contrôle de la conformité

J. Les critères couvrant les procédures de conformité sont fondamentaux pour établir des procédures de manière transparente et non discriminatoire à travers le **système électrique du PAEM**. Ceci contribuera à un marché plus concurrentiel pour le secteur de l'électricité des **États membres**.

CC 5.8.1 Le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** doit s'assurer que chaque **unité** est conforme aux exigences de ce chapitre pendant toute la durée de vie de l'unité.

CC 5.8.2 Le **GRT** compétent évaluera la conformité des **unités** et informera le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** du résultat des évaluations de conformité, lesquelles doivent inclure :

- a) informations et documentation fournies par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** et le **GRT** compétent ;
- b) tests de vérification et de conformité exécutés par le **GRT** compétent ;
- c) simulations de conformité.

CC 5.8.3 De plus, le **GRT** peut envisager des tests d'auto-certification, à exécuter par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité**. Le **GRT** devra définir les procédures d'exécution de ces tests d'auto-certification.

CC 5.8.4 Information et documentation

CC 5.8.4.1 Les **propriétaires d'installation de production d'électricité** fourniront les informations et les documents décrivant les caractéristiques de l'installation de consommation au **GRT** compétent.

CC 5.8.4.2 La liste devra être harmonisée par les **GRT** d'une même **zone synchrone** et devra, au minimum, inclure les éléments suivants :

- a) informations générales sur les **installations** ;
- b) source d'énergie primaire, processus de conversion d'énergie, efficacité des unités et des installations ;

- c) contraintes techniques liées au processus de conversion limitant les performances de l'unité, et éventuelles contraintes environnementales ;
- d) principales caractéristiques permettant d'identifier la flexibilité lors de l'exploitation ;
- e) caractéristiques de l'unité et de l'installation nécessaires pour caractériser le comportement électrique. Il s'agit ici des caractéristiques nécessaires pour effectuer des calculs statiques et dynamiques ;
- f) caractéristiques des systèmes de contrôle et courbes de capacité. Celles-ci sont nécessaires pour caractériser la capacité à fournir des services système ;
- g) données sur les taux de panne ;
- h) habilité à fournir des capacités liées aux états d'urgence.

CC 5.8.4.3 Le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** fournira les informations et documents nécessaires aux **GRT** compétents :

- a) au moment de la demande de raccordement conformément au chapitre CC 3 ;
- b) suite à des modifications des données techniques des **unités** résultant de changements dans les capacités techniques ou d'accidents ou de défauts opérationnels ;
- c) sur demande du **GRT** compétent.

CC 5.8.5 Tests de vérification et de conformité exécutés par le GRT compétent

CC 5.8.5.1 Le **GRT** compétent doit exécuter des tests de vérification et de conformité afin de s'assurer de la validité des déclarations émises par le **propriétaire de l'installation de production d'électricité** et le respect des exigences fixées dans le présent **code**.

CC 5.8.5.2 Le **GRT** compétent communique le plan annuel de mise en œuvre des tests de vérification et de conformité et les résultats de ceux-ci. Compte tenu de l'importance des systèmes de contrôle et des paramètres relatifs, le **GRT** a le droit d'exécuter des tests sur leur fonctionnalité à tout moment.

CC 5.8.5.3 Le **GRT** compétent doit définir les procédures standards d'exécution des tests en différenciant les **unités de production d'électricité** synchrones et à onduleur. Les procédures doivent au minimum inclure les éléments suivants :

- a) les fonctions de niveau et de contrôle de la puissance active et réactive injectée dans le **réseau de transport** ;

- b) les performances des systèmes de contrôle de fréquence et de tension en état d'urgence ;
- c) les fonctions de déconnexion automatique des **unités** ;
- d) les exigences relatives aux capacités et aux actions requises lors d'état d'urgence et actions de reconstitution ;
- e) la fonctionnalité des dispositifs de protection qui doivent se coordonner avec les dispositifs de protection installés sur le **réseau de transport**.

CC 5.8.6 Simulations de conformité

CC 5.8.6.1 Outre la vérification des informations et des tests de conformité conformément aux paragraphes ci-dessus, le **GRT** peut évaluer la conformité d'une **installation de production d'électricité** par rapport aux exigences énoncées dans ce **Code de raccordement**, également en s'appuyant sur les simulations des performances des **installations de production d'électricité** effectuées par le **propriétaire d'installations de production d'électricité** sur la base des modèles de simulation visés à l'article CC 5.5.7.



CC 6 CRITERES APPLICABLES AUX SYSTEMES A COURANT CONTINU HAUTE TENSION

CC 6.1.1 Les critères du chapitre CC 6 s'appliquent aux éléments suivants :

- a) **systèmes CCHT** raccordant les **zones synchrones** ou **zones de réglage**, incluant les programmes back-to-back ;
- b) **systèmes CCHT** raccordement les **unité de production d'électricité à onduleur** à un **réseau de transport** ;
- c) **systèmes CCHT** implémentés dans une **zone de réglage** et connectés au **réseau de transport** ; et
- d) **systèmes CCHT** implémentés dans une **zone de réglage** et connectée au **réseau de distribution** lorsque le **GRT** compétent démontre un impact transfrontalier. Le **GRT** compétent doit tenir compte du développement du **réseau** à long terme dans cette évaluation.

CC 6.2 Plages d'exploitation

CC 6.2.1 Plages de fréquence

J. Dans un système électrique interconnecté, la fréquence est le paramètre ayant le plus grand impact transfrontalier, puisque les écarts par rapport à sa valeur nominale se produisent partout en même temps et affectent toutes les **unités de production d'électricité** indépendamment des niveaux de tension. Pour cette raison, des plages de fréquences harmonisées sont fondamentales. En particulier, la plage concernant une exploitation illimitée doit être identique pour partager équitablement le fardeau des déviations.

CC 6.2.1.1 Les **systèmes CCHT** doivent être conçus, construits et exploités pour rester connectés au **réseau de transport** dans les plages de fréquences et les périodes minimum spécifiées par les **GRT** – si le **système CCHT** est intégré dans le **réseau** - ou par le **GRT** voisin concerné - si le **système CCHT** interconnecte deux ou plusieurs **réseaux** – selon le schéma suivant, lequel est également présenté dans le Tableau CC 3 :

- a) Pour un **système CCHT** au sein d'une même **zone synchrone** ou la connexion de deux ou plusieurs **réseaux de transport** asynchrones fonctionnant à la même fréquence :
 - i. plage autour de la fréquence nominale de la **zone synchrone** avec **réseaux de transport** asynchrones connectés avec durée d'exploitation illimitée ;
 - ii. au moins une plage avec fréquence inférieure à la fréquence nominale de la **zone synchrone**, ou des **réseaux de transport** asynchrones connectés avec durée d'exploitation limitée , à spécifier par le(s) **GRT** ;

- iii. au moins une plage avec fréquence supérieure à la fréquence nominale de la **zone synchrone** ou des **réseaux de transport** asynchrones connectés avec durée d'exploitation limitée, à spécifier par le(s) **GRT**.
- b) Pour un **système CCHT** raccordant deux ou plusieurs **réseaux de transport** asynchrones fonctionnant à des fréquences différentes, les plages et les durées minimums doivent être définies au **point de raccordement** de chaque terminal du **système CCHT** :
 - i. plage autour de la fréquence nominale du **réseau de transport** connecté aux terminaux du **système CCHT** avec durée d'exploitation illimitée ;
 - ii. au moins une plage avec fréquence inférieure à la fréquence nominale du **réseau de transport** connecté au terminal du **système CCHT** avec période de temps limitée d'exploitation à spécifier par le(s) **GRT** concerné(s) ;
 - iii. au moins une plage avec fréquence supérieure à la fréquence nominale du **réseau de transport** connecté au terminal du système CCHT avec période d'exploitation limitée, à spécifier par le **GRT**.

CC 6.2.1.2 Les plages de fréquence sont considérées au **point de raccordement**.

CC 6.2.1.3 Lors de la définition des plages de fréquences et des périodes de temps, le **GRT** doit tenir compte des normes internationales applicables aux produits sur les capacités liées aux fréquences.

CC 6.2.1.4 Le **GRT** compétent et le **propriétaire du système CCHT** peuvent convenir de plages de fréquences plus larges, de durées minimums d'exploitation plus longues ou de critères spécifiques applicables aux écarts combinés de fréquence et de tension, afin d'assurer la meilleure utilisation des capacités techniques d'un **système CCHT**, s'il s'avère nécessaire de conserver ou de restaurer la sécurité du **réseau de transport**. Le **propriétaire du système CCHT** ne refusera pas de manière déraisonnable son consentement à cette ou ces demande(s) si cela est économiquement et techniquement faisable.

Tableau CC 3. Périodes de temps minimums pendant lesquelles un système CCHT doit être capable de fonctionner à une fréquence s'écartant de la valeur nominale sans se déconnecter du **réseau de transport**.

			Plages de fréquence	Période d'exploitation
a)	<i>f</i> identique à tous les terminaux du système CCHT	i.	$F_{f_{bas2}} \text{ Hz} - F_{f_{bas1}} \text{ Hz}$	À préciser en minutes par le(s) GRT compétent(s)
		ii.	$F_{f_{bas1}} \text{ Hz} - F_{f_{haut1}} \text{ Hz}$	Illimitée
		iii.	$F_{f_{haut1}} \text{ Hz} - F_{f_{haut2}} \text{ Hz}$	À préciser en minutes par le(s) GRT compétent(s)
b)	<i>f</i> différente à tous les terminaux du système CCHT	i.	Même chose que ci-dessus mais chaque plage et une durée minimum est définie pour chaque terminal du système CCHT par le GRT compétent, conformément au <i>f</i>	
		ii.		

	iii.	de son système électrique
--	------	---------------------------

CC 6.2.1.5 Les plages de fréquence et les durées doivent être harmonisées entre les **États membres** au sein de la même **zone synchrone**. Des plages de fréquence indicatives et des périodes de temps sont rapportées au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 6.2.1.6 Les **systèmes CCHT** doivent pouvoir se déconnecter automatiquement aux fréquences spécifiées par le **GRT**.

CC 6.2.2 Plages de tension

J.J. Bien que la tension soit un paramètre local, les plages de tension sont essentielles pour assurer l'exploitation d'un **système électrique intégré** au sein d'une **zone synchrone**. Le manque de plages coordonnées entre les **réseaux de transport** interconnectés adjacents conduirait à une incertitude d'exploitation, en particulier outre l'état normal.

CC 6.2.2.1 Toutes les **stations de conversion CCHT** doivent être conçues, construites et exploitées pour pouvoir rester connectés au **réseau de transport** dans les plages de tension au **point de raccordement** tel que spécifié par le **GRT**, selon le schéma suivant, lequel est également représenté dans le Tableau CC 4 :

- a) une plage autour de la tension nominale avec durée d'exploitation illimitée ;
- b) au moins une plage avec tension supérieure à la valeur nominale, avec durée d'exploitation limitée, à spécifier par le **GRT**.

CC 6.2.2.2 Les plages de tension sont exprimées par le rapport entre la tension au **point de raccordement** avec la tension nominale. Le **GRT** compétent peut définir différents ensembles de plages de tension et de périodes de temps respectives en fonction de différents niveaux de base de tension. Lors de la définition des plages de tension et des périodes de temps, le **GRT** doit tenir compte des normes internationales applicables aux produits sur les capacités liées à la tension.

CC 6.2.2.3 Le **GRT** compétent et le **propriétaire du système CCHT** peuvent convenir de plages de tension plus larges, de durées minimums d'exploitation plus longues ou de critères spécifiques applicables aux écarts combinés de fréquence et de tension (surtension et sous-fréquence simultanées ou sous-tension et sur-fréquence simultanées), afin d'assurer la meilleure utilisation des capacités techniques d'un **système CCHT**, s'il s'avère nécessaire de conserver ou de restaurer la sécurité du **réseau de transport**. Le **propriétaire du système CCHT** ne doit pas refuser de manière déraisonnable son

consentement à une telle demande si cela est économiquement et techniquement réalisable.

Tableau CC 4. Périodes de temps minimums pendant lesquelles un système CCHT doit être capable de fonctionner à une tension s'écartant de la valeur 1 pu de référence au point de raccordement sans se déconnecter du **réseau de transport**.

	Plage de tension	Période d'exploitation
a)	$U_{\text{bas1 pu}} - U_{\text{haut1 pu}}$	Illimitée
b)	$U_{\text{haut1 pu}} - U_{\text{haut2 pu}}$	À préciser en minutes par le GRT responsable au point de raccordement

CC 6.2.2.4 Les plages de tension et les durées doivent être harmonisées entre les **États membres** au sein d'une même **zone synchrone**. Des plages de tension indicatives et des périodes de temps sont rapportées au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 6.3 Immunité contre les perturbations du réseau de transport

CC 6.3.1 Capacité d'alimentation sans panne

J. En cas de défaillance sur le **réseau de transport**, une chute de tension se propagera à travers de vastes zones géographiques interconnectées. La non-possibilité pour les **stations de conversion CCHT** de fonctionner en présence d'une défaillance peut impliquer une instabilité majeure du système avec implications transfrontalières. Cette exigence définit la capacité des **stations de conversion CCHT** à tolérer de telles défaillances.

CC 6.3.1.1 Les **stations de conversion CCHT** doivent pouvoir rester connectées au **réseau de transport** et continuer à fonctionner de manière stable dans les conditions suivantes :

- lorsque l'évolution réelle des tensions entre les phases au **point de raccordement**, en présence d'une erreur symétrique, est maintenue selon un profil tension-temps de **tenue aux creux de tension**, à spécifier par le **GRT** conformément à la Figure CC 9 ; et,
- sauf si le schéma de protection contre les pannes internes nécessite la déconnexion de la **station de conversion CCHT** du **réseau de transport**. Ces schémas de protection en sous-tension doivent être définis par le **propriétaire du Système CCHT** à la capacité technique la plus large possible de la **station de conversion CCHT**.

CC 6.3.1.2 Le GRT compétent devra préciser :

- a) les paramètres définissant chaque point de profil tension-temps de **tenue aux creux de tension** de la Figure CC 9 ;
- b) les niveaux de tension (U_{block}) aux **points de raccordement** dans des conditions particulières du **réseau de transport** par lequel le **système CCHT** est autorisé à se bloquer, c'est-à-dire qu'il reste connecté au **réseau de transport**, sans contribution de puissance active et réactive pendant une période qui doit être aussi courte que techniquement possible, à convenir entre les **GRT** et le **propriétaire du système CCHT**.



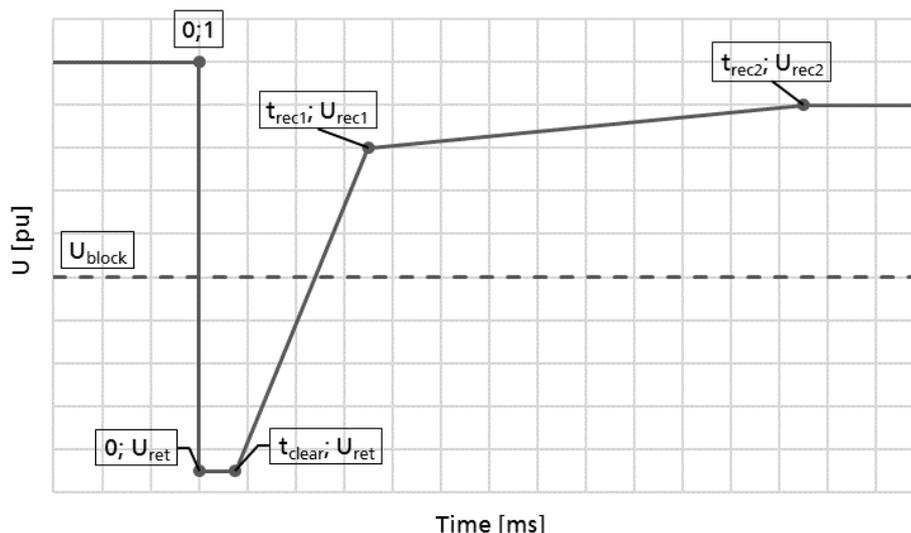


Figure CC 9. Profil de tenue aux creux de tension d'une station de conversion CCHT.

- CC 6.3.1.3 Les **systèmes CCHT** doivent se conformer au profil de **tenue aux creux de tension** en fonction du temps pour toute valeur de **puissance de court-circuit** avant et après panne, entre les valeurs minimum et maximum de la **puissance de court-circuit** attendue au **point de raccordement**. À cet égard, le **GRT** compétent devra spécifier et mettre à la disposition du public ces valeurs minimums et maximums de **puissance de court-circuit** attendu dans chaque nœud du **réseau de transport**.
- CC 6.3.1.4 Tous les profils tension-temps de **tenue aux creux de tension** doivent être harmonisés par les **GRT** de tous les **États membres interconnectés** au plus tard 24 mois à compter de la date d'entrée en vigueur du présent **code** et selon un critère convenu par les **parties**. Un critère peut être la sélection de la plus grande courbe parmi celles spécifiées par le **GRT**.
- CC 6.3.1.5 En l'absence d'harmonisation des profils de tension-temps de tenue aux creux de tension par les **États membres interconnectés**, les limites spécifiées au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence s'appliqueront.

CC 6.3.2 Taux de variation de la capacité de tenue de fréquence

J. Le taux de variation de la capacité de tenue de fréquence peut être compétente en cas de déséquilibres **charge-production** significatifs (ex : déconnexion de grandes **installations de consommation** ou **unités de production d'électricité**, ou divisions du système) en raison de la faible inertie du système causée (entre autres) par des partages croissants des **installations de production d'électricité** à onduleur, en général les **EnR**. Éviter la déconnexion des **stations de conversion CCHT** en cas de changement de fréquence important contribuant à la stabilisation et à la restauration du **réseau de transport** à un état de fonctionnement normal.

CC 6.3.2.1 Un **système CCHT** doit être capable de rester connecté au **réseau de transport** et fonctionnant à des taux de changement de fréquence dans une plage de valeurs spécifiées par le **GRT** compétent.

CC 6.3.2.2 Le taux de variation de capacité de tenue à la fréquence doit être harmonisé entre les **États membres** au sein d'une même **zone synchrone**. Une plage type de valeurs de taux de variation de fréquence est donnée au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 6.4 Stabilité et contrôle de la fréquence du système

CC 6.4.1 Contrôle de la puissance active cible

J. Les modifications de la puissance active de sortie autour d'une valeur cible et le comportement pendant le transitoire des variations de la valeur cible, peuvent entraîner des déséquilibres de charge et donc des écarts de fréquence dans une **zone synchrone**. Les critères définissant la performance d'un **système CCHT** en termes de contrôle de la puissance active cible contribuent à maintenir la stabilité et la sécurité du système en minimisant les écarts de fréquence.

CC 6.4.1.1 Un **système CCHT** doit pouvoir ajuster la transmission de la puissance active dans chaque direction du flux de puissance à une valeur cible communiquée par le **GRT**. Les spécifications techniques détaillées de contrôle de la puissance active cible doivent être définies lors de la procédure de raccordement (chapitre CC 3) du **système CCHT**, et doivent au moins inclure les éléments suivants :

- a) valeurs minimums de puissance active pour chaque direction de flux de puissance à travers le **système CCHT**, en dessous de laquelle la capacité de transport de puissance active n'est pas demandée ;
- b) la taille de palier de puissance maximum et minimum pour ajuster la puissance active transportée ;
- c) délai maximum dans lequel le **système CCHT** doit être capable d'ajuster la puissance active transmise à la réception d'une demande du **GRT** ;
- d) spécifications sur l'exploitation attendue en cas de perturbations au **point de raccordement** d'une ou plusieurs **stations de conversion CCHT** ;
- e) capacité d'inversion rapide de la puissance active à partir de la capacité de transmission de puissance active maximum du **système CCHT** dans un sens, à la capacité maximum de transmission de puissance active du **système CCHT** dans l'autre sens, avec les règles, conditions et temps d'activation associés ;
- f) des fonctions de contrôle permettant au **GRT** de modifier la puissance active transportée en vue d'un équilibrage transfrontalier entre différentes **zones de réglage** ;

- g) taux de ramping des ajustements de puissance active ;
- h) action corrective pour activer/bloquer la régulation de fréquence.

CC 6.4.2 Perte maximale de puissance active

J. Les conditions d'exploitation peuvent entraîner une réduction de l'injection de puissance active des **systèmes CCHT**. La définition des réductions admissibles contribue à limiter les déséquilibres de charge et donc les écarts de fréquence.

CC 6.4.2.1 Un **système CCHT** doit être configuré de manière à ce que sa perte d'injection de puissance active dans une même **zone synchrone** soit limitée à une valeur spécifiée par le **GRT** pour la zone de réglage de fréquence de charge respective, basée sur l'impact du **système CCHT** sur le **système électrique**.

CC 6.4.2.2 Lorsqu'un **système CCHT** relie deux ou plusieurs **zones de réglage**, le **GRT** compétent se concertera afin de fixer une valeur coordonnée de la perte maximum d'injection de puissance active, compte tenu des défaillances de mode commun.

CC 6.4.3 Contrôle de la participation à la fréquence

J. Les déséquilibres de charge persistants entraînent une augmentation de l'écart de fréquence, entraînant à son tour une détérioration de la stabilité du système et de la **SoS** du **système électrique du PAEM**. Les **systèmes CCHT** sont invités à contribuer à la suppression de ces déséquilibres. Ce critère définit les capacités des **systèmes CCHT** à contrôler la variation de leur puissance de sortie active en réponse à : (i) surfréquence anormale, (ii) sous-fréquence anormale, (iii) variations de fréquence normales.

CC 6.4.3.1 Le **GRT** compétent a le droit de préciser que les **systèmes CCHT** doivent être équipés des installations nécessaires pour fournir une **inertie synthétique** lors de déviations rapides de fréquence, sur demande du **GRT**, en ajustant rapidement la puissance active injectée ou soutirée côté AC du **réseau de transport**.

CC 6.4.3.2 Le **GRT** compétent sera d'accord avec le **propriétaire du système CCHT** concernant les paramètres de performance des systèmes de contrôle installés pour fournir l'**inertie synthétique**.

CC 6.4.3.3 Le **système CCHT** doit être capable de fonctionner en **FSM**, lequel détermine une variation de l'ajustement de la puissance active par rapport à la valeur programmée de la puissance active cible, en réponse à des variations contenues dans la fréquence du **réseau de transport**. Le réglage de la puissance active est limité par la puissance active continue minimum et

maximum, que le **système CCHT** peut échanger avec le **réseau de transport** à chaque **point de raccordement**, comme convenu entre le **GRT** compétent et le **propriétaire du système CCHT**.



CC 6.4.3.4 Le **GRT** compétent doit définir les paramètres caractérisant le **FSM** pour le **système CCHT** connecté à son **réseau** conformément à la Figure CC 10, et en tenant compte du fait que P_{MAX} est la capacité maximum de transmission de puissance active du **système CCHT** à laquelle ΔP se réfère, et qu'elle coïncide avec la puissance active continue maximum que le **système CCHT** peut échanger avec le **réseau de transport** à chaque **point de raccordement**. ΔP est la variation de la puissance active de sortie du **système CCHT**. f_n est la fréquence nominale côté **CA** du **réseau de transport** où le service FSM est fourni, et Δf est l'écart de fréquence côté **CA** du **réseau de transport** où le service **FSM** est fourni.

CC 6.4.3.5 Les valeurs types des paramètres qui caractérisent le **FSM** sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 6.4.3.6 Au cas où un **système CCHT** est raccordé à deux ou plusieurs **zones de réglage** ou **zones synchrones**, en fonctionnement **FSM**, le **système CCHT** doit être capable d'ajuster la pleine réponse en fréquence de la puissance active à tout moment et pendant une période continue.

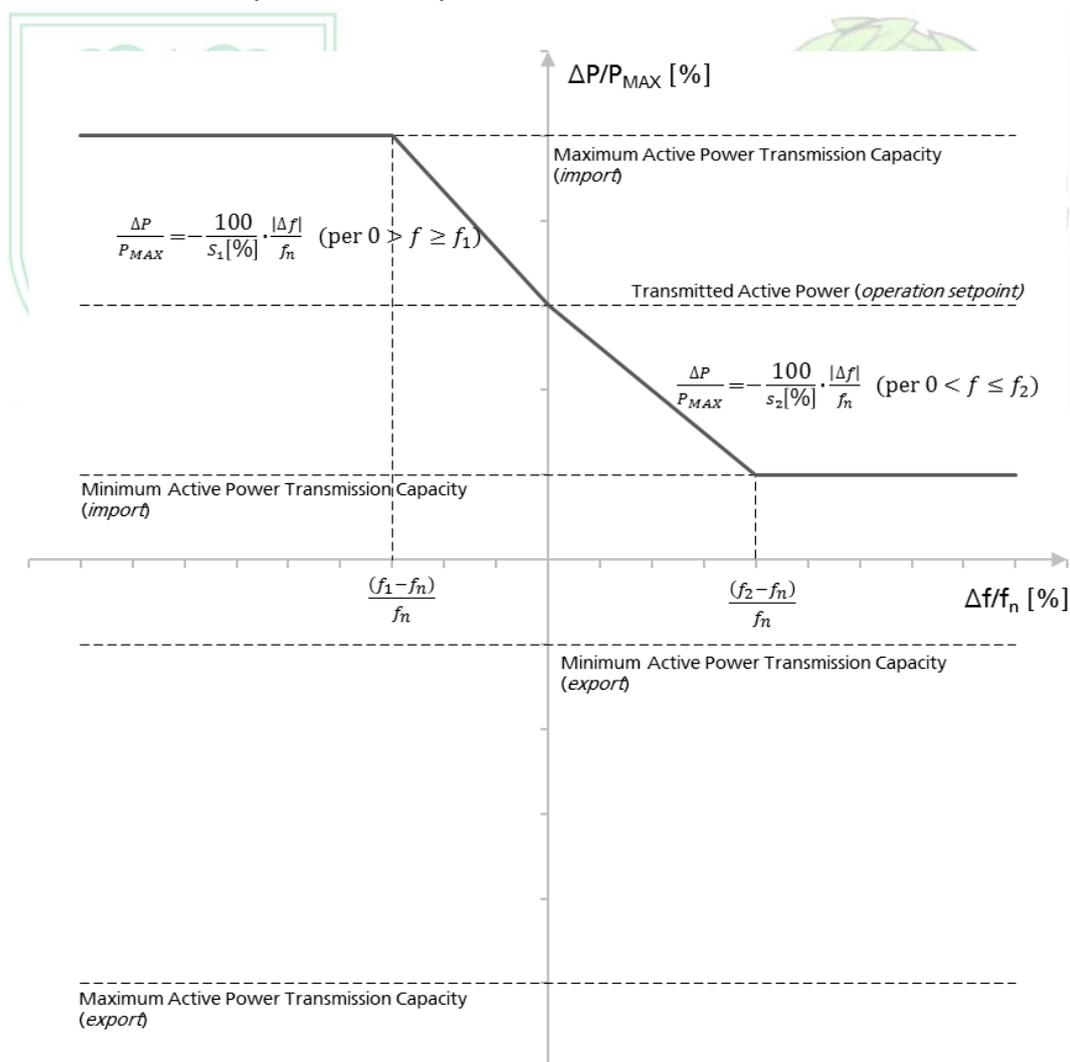
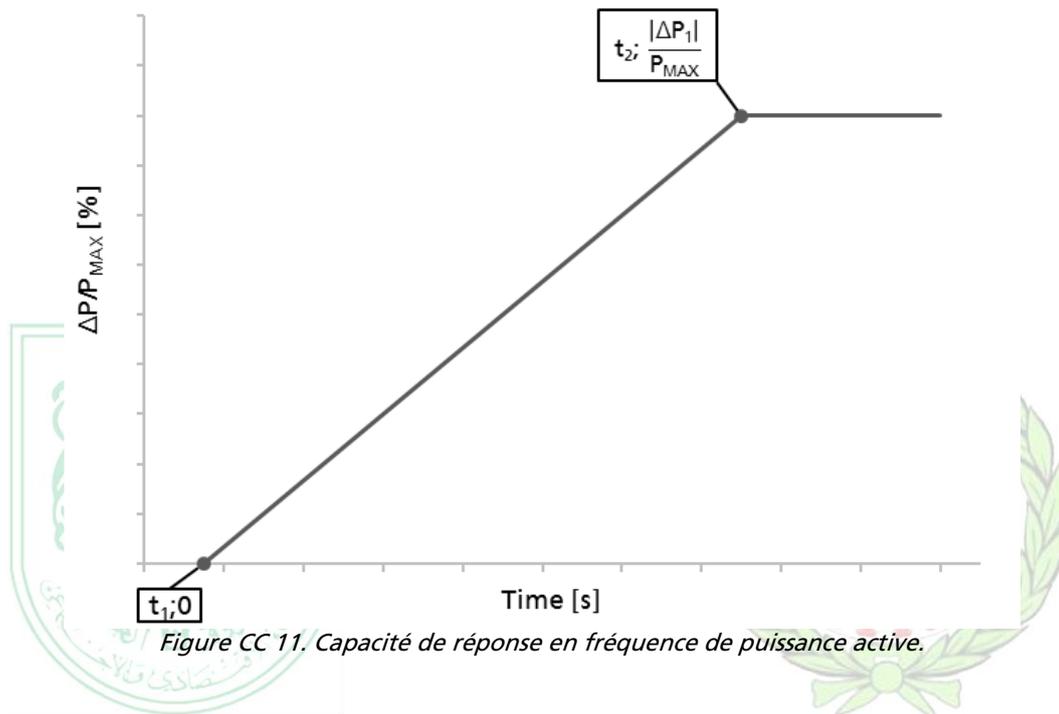


Figure CC 10. Capacité de réponse en fréquence de puissance active du système CCHT en FSM illustrant le cas de la bande morte de la réponse à une variation de fréquence nulle et de l'insensibilité avec un point de consigne de puissance active positif.

CC 6.4.3.7 En cas de changement de palier de fréquence, le mode **FSM** doit être activé par l'**unité de production d'électricité** selon une courbe au-dessus ou, tout du moins, en correspondance avec la ligne indiquée dans la Figure CC 11, et conformément aux paramètres spécifiés par le **GRT** sur la base des limitations dépendantes de la technologie du **système CCHT**. Les valeurs types des paramètres sont fournies au CC 10ANNEXE B – Paramètres de référence.



CC 6.4.3.8 Les **systèmes CCHT** doivent réguler la puissance active avec le **réseau de transport** par rapport à la valeur programmée de la puissance active cible à transmettre en réponse du côté **AC** du(des) **réseau(x) de transport**, pendant l'importation et l'exportation, sous les modes appelés **LFSM-O** et **LFSM-U**.

CC 6.4.3.9 Le **GRT** compétent doit définir le seuil de fréquence réel et le statisme qui caractérisent les modes **LFSM-O** et **LFSM-U** pour le **système CCHT** connecté à leurs **réseaux** selon la Figure CC 12 et la Figure CC 13 :

- a) P_{MAX} est la capacité maximum de transmission de puissance active du **système CCHT** à laquelle ΔP se réfère, et elle coïncide avec la puissance active continue maximum que **système CCHT** peut échanger avec le **réseau de transport** à chaque **point de raccordement**. ΔP est la variation de la puissance active de sortie du **système CCHT**. f_n est la fréquence nominale côté **AC** du **réseau de transport** où le service **FSM** est fourni, et Δf est l'écart de fréquence côté **AC** du **réseau de transport** où le service **FSM** est fourni.

- b) En mode **LFSM-O**, les valeurs types de seuil de fréquence $\Delta f_1/F_n$ sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.
- c) En mode **LFSM-U**, les valeurs types de seuil de fréquence $\Delta f_1/F_n$ sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

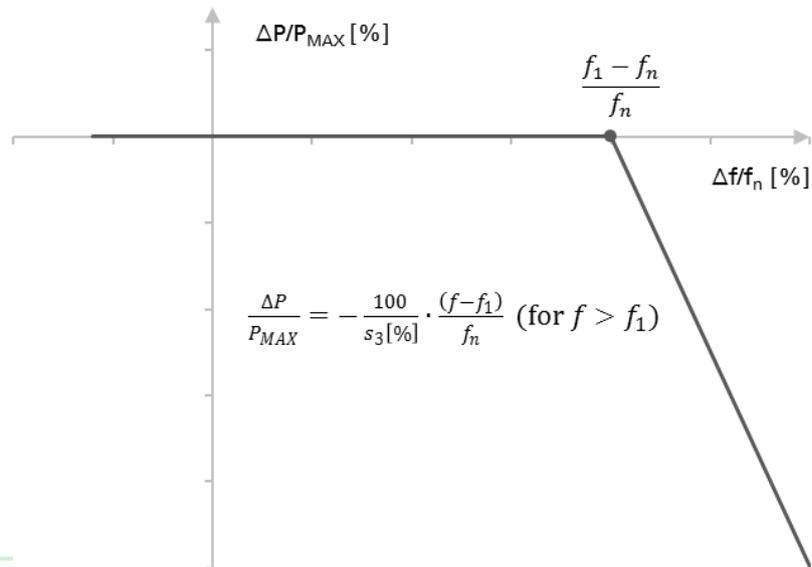


Figure CC 12. Capacité de réponse en fréquence de puissance active du système CCHT en mode LFSM-O.



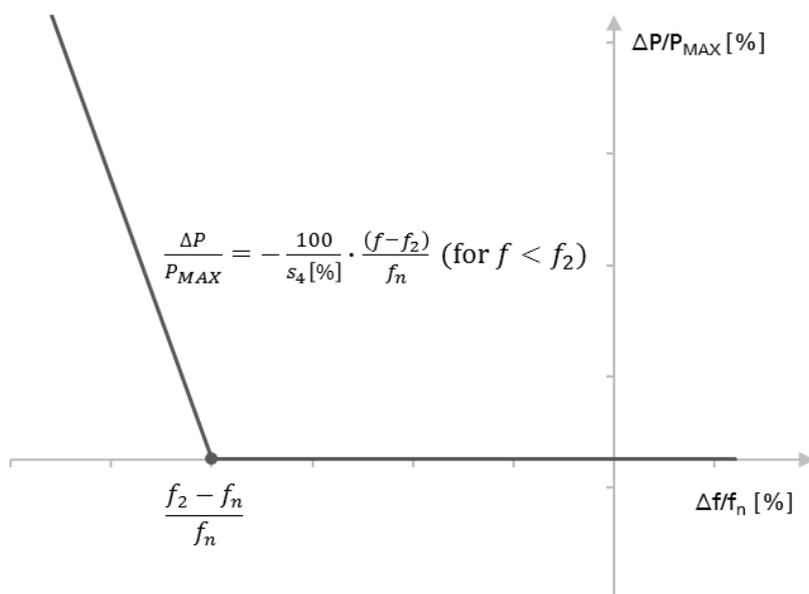


Figure CC 13. Capacité de réponse en fréquence de puissance active du système CCHT en mode LFSM-U.

CC 6.4.3.10 Un **système CCHT** doit être capable d'activer la réponse en fréquence de puissance active aussi rapidement que techniquement possible, avec un délai initial pour l'activation complète déterminé par le **GRT**.

CC 6.4.3.11 En référence à l'exploitation en :

- a) mode **LFSM-O**, le **système CCHT** doit être capable d'ajuster la puissance active à la capacité minimum de transport de puissance active du **système CCHT** ;
- b) mode **LFSM-U**, le **système CCHT** doit être capable d'ajuster la puissance active jusqu'à la capacité de transport de puissance active maximum du **système CCHT** ;
- c) les deux modes **LFSM-O** et **LFSM-U**, le **système CCHT** doit pouvoir fonctionner de manière stable.

CC 6.4.3.12 Le **GRT** compétent au sein d'une même **zone synchrone** doit harmoniser les réglages des modes **LFSM-O** et **LFSM-U** afin de minimiser les flux d'énergie non planifiés entre les pays interconnectés en réponse à un changement de fréquence du système.

CC 6.5 Stabilité et contrôle de la tension du système

CC 6.5.1 Capacité de la puissance réactive

J. La puissance réactive est un élément clé en termes de stabilité de la tension et fondamentale pour les échanges transfrontaliers d'électricité. Bien que l'influence des **systèmes CCHT** sur la stabilité globale de la tension du système varie selon l'emplacement,

l'harmonisation des capacités de puissance réactive contribue à la planification et à l'exploitation sécurisées des **systèmes électriques intégrés** au sein d'une même **zone synchrone**.

CC 6.5.1.1 Le **GRT** compétent doit spécifier la capacité de puissance réactive à la capacité maximum, et la capacité de puissance réactive en dessous de la capacité maximum aux **points de raccordement**, dans un contexte de variation de tension.

CC 6.5.1.2 Capacité de puissance réactive à capacité maximum

CC 6.5.1.3 En ce qui concerne la capacité de puissance réactive à capacité maximum, le **GRT** doit identifier le profil $U-Q/P_{MAX}$, lequel identifie les limites dans lesquelles une **station de conversion CCHT** doit être capable de fournir de la puissance réactive à la capacité maximum de transmission de puissance active du **système CCHT**. Le profil UQ/P_{MAX} doit être défini selon les principes suivants, en cohérence avec la Figure CC 14 :

- a) les dimensions de l'enveloppe du profil UQ/P_{MAX} doivent être comprises dans la plage Q/P_{MAX} et la plage de tension spécifiées par le **GRT** ;
- b) la position de l'enveloppe du profil $U-Q/P_{MAX}$ doit être comprise dans les limites d'une enveloppe extérieure fixe à définir par le **GRT** ;

CC 6.5.1.4 Le **GRT** compétent d'une même **zone synchrone** doit harmoniser les dimensions des enveloppes intérieure et extérieure. Les valeurs types de l'enveloppe externe, de plage Q/P_{MAX} et de plage de tension de l'enveloppe du profil $U-Q/P_{MAX}$ des **stations de conversion CCHT** sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

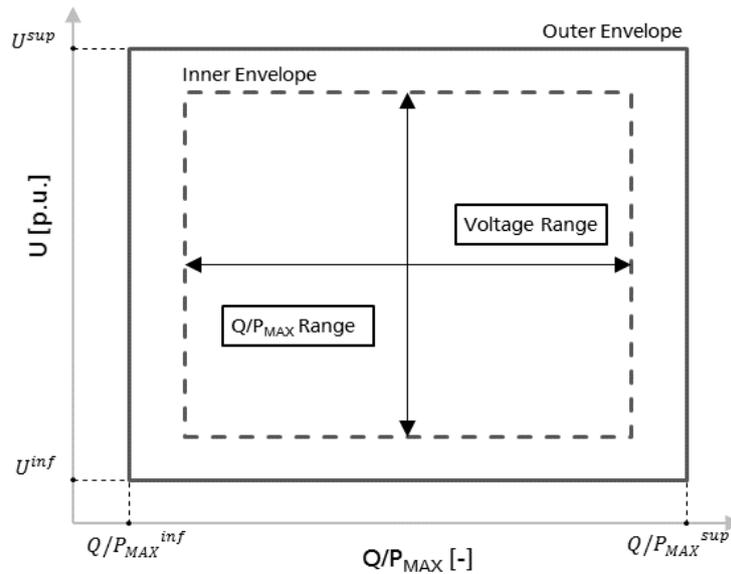


Figure CC 14. Profils UQ/P_{MAX} à définir par le GRT concerné.

CC 6.5.1.5 Un **système CCHT** doit être capable de se déplacer vers n'importe quel point d'exploitation de la surface au sein de son profil $U-Q/P_{MAX}$ dans des délais appropriés aux valeurs cibles demandées par le **GRT**.

CC 6.5.1.6 *Capacité de puissance réactive inférieure à la capacité maximum*

CC 6.5.1.7 En cas d'exploitation à une puissance de sortie active inférieure à la capacité de transmission de puissance active maximum du **système CCHT** ($P < P_{MAX}$), la **station de conversion CCHT** doit être capable de fonctionner à tous les points d'exploitation possibles, tel que spécifié par le **GRT** et conformément à la capacité de puissance réactive définie par le profil $U-Q/P_{MAX}$ spécifié au paragraphe CC 6.5.1.2.

CC 6.5.2 Modes de contrôle de la tension

J. L'absence de contrôle de tension des **systèmes CCHT** peut entraîner une instabilité de tension susceptible de se propager aux **systèmes électriques** voisins et devenir un problème transfrontalier.

CC 6.5.2.1 Les **systèmes CCHT**, grâce à leurs **stations de conversion CCHT**, doivent contribuer au contrôle de la tension. Les modes de régulation suivants doivent être mis en œuvre :

a) Modes de régulation de la tension :

i. La **station de conversion CCHT** doit être capable de contribuer au contrôle de la tension au **point de raccordement**, en fournissant un échange de puissance réactive avec le **réseau de transport**, afin d'atteindre une tension de consigne couvrant une plage $[U_{REG_MIN} ; U_{REG_MAX}]$ par paliers non supérieurs à ΔU_{REG} tel que défini par le **GRT**.

Les valeurs types pour U_{REG_MIN} , U_{REG_MAX} et ΔU_{REG} sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

- ii. Le point de consigne peut être utilisé avec ou sans zone morte sélectionnable dans une plage définie par le **GRT**.
- iii. Atteindre 90 % et 100 % de la variation de puissance réactive demandée par le **GRT** dans le temps $t_{REG_90\%}$ et $T_{REG_100\%}$, respectivement, à spécifier par le **GRT**, avec une précision de 5 % de la valeur de la puissance réactive maximum pouvant être délivrée par le **système CCHT**. Les valeurs types de $t_{REG_90\%}$ et $T_{REG_100\%}$ se situent dans les plages indiquées au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

b) Mode de régulation de la puissance réactive :

Les **stations de conversion CCHT** doivent être capables de régler la consigne de puissance réactive n'importe où dans la plage de puissance réactive donnée définie en MVar ou en % de la puissance réactive maximum, avec des paliers de réglage définis par le **GRT**, par contrôle de la puissance réactive au **point de raccordement** à une précision définie par le **GRT** en pourcentage de la puissance réactive totale. La spécification de la plage de puissance réactive définie par le **GRT** doit tenir compte des capacités du **système CCHT**, tout en respectant l'article CC 6.5.1.

c) Mode de régulation du facteur de puissance :

Pour les besoins du mode de contrôle du facteur de puissance, la **station de conversion CCHT** doit être capable de contrôler le facteur de puissance d'une cible au point de raccordement, tout en respectant l'article CC 6.5.1. Les points de consigne disponibles doivent être disponibles par paliers ne dépassant pas un palier maximum autorisé spécifié par le **GRT**.

CC 6.5.2.2 Le **GRT** compétent doit définir les principes et les performances de la commutation entre les deux modes, ainsi que les modes et les procédures de communication des valeurs de référence de tension.

CC 6.5.3 Contribution de court-circuit pendant les pannes

J. Ce critère est essentiel à la fois pour rétablir la tension immédiatement après les défauts mais également pour injecter suffisamment de courant assez rapidement pour que la protection du système fonctionne de manière fiable.

CC 6.5.3.1 Le **GRT** compétent a le droit de préciser que les **systèmes CCHT** doivent être capables de permettre une **injection rapide de courant sur défaut** au **point de raccordement** en cas de défauts équilibrés (triphases) et déséquilibrés (monophasés ou biphasés).

CC 6.5.3.2 Le **GRT** compétent a le droit de définir les exigences d'**injection rapide de courant sur défaut**. Ces derniers doivent tenir compte des éléments suivants : (i) comment et quand un écart de tension doit être déterminé ; (ii) les caractéristiques de l'**injection rapide de courant sur défaut** ; et (iii) le timing et l'exactitude des **injections rapides de courant sur défaut**.

CC 6.6 Gestion du système électrique

CC 6.6.1 Mise sous tension et synchronisation des stations de conversion

J. Ce critère est nécessaire pour limiter les perturbations potentielles générées par la mise sous tension et la synchronisation des **stations de conversion CCHT**, ce qui peut avoir des impacts transfrontaliers.

CC 6.6.1.1 La mise sous tension ou la synchronisation d'une **station de conversion CCHT** au **réseau de transport AC**, ou la connexion d'une **station de conversion CCHT** à un **système CCHT**, doit être effectuée pour limiter tout phénomène transitoire de tension au **point de raccordement** et sa propagation à travers le **réseau de transport**.

CC 6.6.1.2 Le **GRT** compétent doit spécifier l'amplitude, la durée et la fenêtre de mesure maximums des transitoires de tension pour les **stations de conversion CCHT** au sein de sa **zone de réglage**.

CC 6.6.2 Systèmes de protection

J. Une protection adéquate du **réseau de transport** est essentielle pour maintenir la stabilité et la sécurité du **système électrique du PAEM**. Les schémas de protection doivent prévenir l'aggravation des perturbations mais limiter leurs conséquences au sein d'une même **zone synchrone**.

CC 6.6.2.1 Les critères énoncés dans cet article CC 6.6.2 s'ajoutent aux exigences générales de protection déjà décrites à la section CC 4.5.

CC 6.6.2.2 Le système de protection d'un **système CCHT** a priorité sur les contrôles opérationnels, compte tenu de la sécurité des **systèmes électriques**, ainsi que

de la santé et de la sécurité du personnel y travaillant, ou encore des citoyens, en limitant tout dommage potentiel au **système CCHT**.

CC 6.6.2.3 Les régimes de protection nécessaires pour protéger les **réseaux de transport** doivent être spécifiés par le **GRT**, compte tenu des caractéristiques du **système CCHT**. La définition et les évolutions des schémas de protection nécessaires à la protection du **système CCHT** et du **réseau de transport**, ainsi que les paramètres relatifs à l'**unité**, doivent être coordonnés et approuvés par le **GRT** concerné et le **propriétaire du système CCHT**.

CC 6.6.2.4 Le système de protection d'un **système CCHT** sera organisé selon les catégories suivantes :

- a) Protection contre les pannes internes, laquelle doit respecter les conditions suivantes :
 - i. Tout composant d'un **système CCHT** doit être protégé contre les sollicitations causées par des défaillances non éliminées par le système de protection du **réseau de transport** ou non couvert par ce dernier.
 - ii. Chaque composant, chaque sous-système, chaque **station de conversion CCHT** et le **système CCHT** doivent être protégés par des systèmes coordonnés capables de supporter et de contrer toute condition de fonctionnement anormale et tout événement de panne. En particulier, les mesures de sécurité des systèmes de protection doivent être assurées également en cas de panne du système de télécommunications.
 - iii. La conception du système de protection doit tenir compte de la duplication complète des dispositifs de protection.
- b) La protection du **réseau de transport** doit respecter les conditions suivantes :
 - i. Chaque **système CCHT** et ses **unités de conversion CCHT** doivent être équipés d'un système de protection capable de les séparer du **réseau de transport** en cas de panne dans le **réseau de transport** non correctement éliminées.
 - ii. Les schémas et réglages de ces systèmes de protection doivent être coordonnés avec ceux des systèmes de protection des **réseaux de transport** et donc établis par le **GRT** concerné.
- c) Des systèmes de protection spécifiques supplémentaires, incluant :
 - i. Systèmes de protection contre les oscillations de puissance ne pouvant pas être contrôlées par le **système CCHT**.
 - ii. Systèmes de protection empêchant un **système CCHT** d'entrer en service en l'absence des conditions minimums d'exploitation du **réseau de transport**, et capables de déconnecter le **système CCHT** si le dernier lien d'alimentation reliant le **système CCHT** au **réseau de transport** est ouvert.

CC 6.6.2.5 Toute modification des systèmes de protection (schémas et/ou réglages) doit faire l'objet d'un accord préalable entre le **propriétaire du système CCHT** et le **GRT** compétent. Les modalités de modification des schémas de protection sont précisées dans le **document de Règlement d'exploitation**.

CC 6.6.3 Systèmes de contrôle

J. Les systèmes de contrôle sont définis individuellement pour chaque **système CCHT**. Néanmoins, l'harmonisation du principe/méthodologie contribue à garantir la stabilité du **système électrique du PAEM**.

CC 6.6.3.1 Un **système CCHT** doit être équipé d'un système de contrôle capable de gérer et de contrôler, de manière coordonnée, toutes les **unités de conversion CCHT** du **système CCHT**.

CC 6.6.3.2 Pendant la phase d'autorisation de la procédure de raccordement, les exigences, les paramètres et les réglages des principales fonctions de contrôle d'un **système CCHT** seront convenus et formalisés entre les **propriétaires de système CCHT** et le **GRT** compétent.

CC 6.6.3.3 Les paramètres et réglages doivent être mis en œuvre dans une hiérarchie de contrôle capable de permettre leur modification, le cas échéant. Ces fonctions de contrôle principales sont au moins les suivantes :

- a) **inertie synthétique**, le cas échéant, conformément à l'article CC 6.4.3 ;
- b) **FSM, LFSM-O et LFSM-U** visés à l'article CC 6.4.3 ;
- c) mode de réglage de la puissance réactive, le cas échéant, tel que visé à l'article CC 6.5.1 ;
- d) capacité d'amortissement des oscillations de puissance, le cas échéant, comme indiqué à l'article CC 6.6.5 ;

CC 6.6.3.4 Pour les **systèmes CCHT** reliant diverses **zones de réglage** ou **zones synchrones**, le **système CCHT** doit être équipé de fonctions de contrôle permettant au **GRT** modifier la puissance active transportée à des fins d'équilibrage transfrontalier.

CC 6.6.3.5 Le développement et la conception du système de contrôle d'une **station de conversion CCHT** reposeront sur le principe de la redondance et tiendront compte de la duplication complète de l'équipement. La redondance comprend :

- a) les circuits de mesure, au moins côté transducteur ;

- b) les systèmes d'acquisition de signaux ;
- c) le système de télécommunication ;
- d) les principales unités de traitement et tous les équipements nécessaires à la commande, au contrôle et à la protection des **stations de conversion CCHT**.

CC 6.6.4 Classement prioritaire du contrôle et actions de protection

J. La définition d'un classement est recommandée pour spécifier quelles capacités doivent prévaloir (ex : pour éviter les conflits) lors de la conception des schémas de protection et de contrôle des **systèmes CCHT**. Harmoniser le classement parmi les **États membres** est important pour parvenir à une base commune en termes de stratégies d'exploitation, afin d'assurer un fonctionnement sûr du **système électrique du PAEM**.

CC 6.6.4.1 Le **propriétaire du système CCHT** organisera les dispositifs de protection et de contrôle de son **système CCHT** conformément au classement de priorité suivant (du plus important au moins important) :

- a) **réseau de transport** et protection du **système CCHT** ;
- b) commande de puissance active pour l'assistance en cas d'urgence ;
- c) **inertie synthétique**, le cas échéant ;
- d) actions correctives automatiques, telles que spécifiées à l'article CC 6.4.1 ;
- e) **LFSM** ;
- f) **FSM** et contrôle de fréquence ; et,
- g) contrainte de gradient de puissance.

CC 6.6.5 Stabilisateurs de puissance

J. Les oscillations du système électrique peuvent se propager à travers les frontières des **systèmes électriques** et peuvent entraîner des instabilités dynamiques si aucune mesure harmonisée n'est prise.

CC 6.6.5.1 Le **système CCHT** doit être capable de contribuer à l'amortissement des oscillations de puissance produites côté **AC** du **réseau de transport** auquel il est connecté. Le système de contrôle du **système CCHT** ne doit pas réduire l'amortissement des oscillations de puissance. Le **GRT** compétent doit spécifier une plage de fréquences d'oscillations que le système de contrôle doit amortir positivement, ainsi que les conditions du **réseau de transport** lorsque cela se produit. La sélection des réglages des paramètres de contrôle doit être approuvée par le **GRT** et le **propriétaire du système CCHT**.

CC 6.6.6 Robustesse du Système CCHT

CC 6.6.6.1 Un **système CCHT** doit être en mesure de trouver des points d'exploitation stables, avec une variation minimum du flux de puissance active et du niveau de tension, pendant et après toute modification planifiée ou non du **système CCHT** ou du **réseau de transport AC** auquel il est relié. Chaque **GRT** fournira des informations détaillées au **propriétaire d'installation CCHT** lors de la demande de raccordement conformément au chapitre CC 3 sur la base des données du **système CCHT** et du **point de raccordement**.

CC 6.6.6.2 La liste suivante suggère les conditions minimums dans lesquelles la stabilité du **système CCHT** doit être vérifiée :

- a) déclenchement et enclenchement des **ouvrages du réseau de transport** adjacent au raccordement ;
- b) mise sous tension et déclenchement des filtres harmoniques ;
- c) mise sous tension des transformateurs à proximité de la **station de conversion CCHT** ou d'un autre pôle du même raccordement ;
- d) variation de surtension et de sous-tension due à des pannes ;
- e) perte de portions du **réseau de transport** ;
- f) pannes longitudinales dans le **réseau de transport**.

CC 6.6.7 Priorité à la contribution de la puissance active ou réactive

CC 6.6.7.1 Compte tenu des capacités du **système CCHT** spécifié conformément au présence **Code de raccordement**, le **GRT** compétent doit déterminer si la contribution de puissance active ou la contribution de puissance réactive doit avoir la priorité pendant l'exploitation à basse ou haute tension et pendant les défaillances pour lesquelles une capacité de **tenue aux creux de tension** est requise. Si la priorité est donnée à la contribution de puissance active, sa fourniture doit être établie dans un délai à compter de l'apparition de la défaillance, tel que spécifié par le **GRT**.

CC 6.6.8 Qualité de l'énergie

J. L'harmonisation des critères relatifs aux perturbations potentielles de l'énergie électrique transférée par le **système CCHT** contribue à garantir une qualité ciblée de l'approvisionnement au sein du **système électrique du PAEM**.

CC 6.6.8.1 Un **propriétaire de système CCHT** doit s'assurer que le raccordement de son **système CCHT** au **réseau de transport** n'entraîne pas de niveau de distorsion ou de fluctuation de la tension d'alimentation sur ce même **réseau de transport**, au **point de raccordement**, dépassant le niveau spécifié par le **GRT** compétent.

CC 6.6.8.2 Afin d'évaluer l'impact sur le raccordement du **système CCHT** au **réseau de transport**, le **propriétaire du système CCHT** fournira, lors de la demande de raccordement, toutes les informations de projet relatives à l'émission de perturbations. Sur la base de ces informations, le **GRT** évaluera les effets sur le **réseau de transport**, compte tenu de la **puissance de court-circuit** minimum sur le **réseau de transport** lui-même.

CC 6.6.8.3 Les niveaux maximums d'émission de distorsion ou de fluctuation de la tension d'alimentation accordés au **système CCHT** sont fixés par le **GRT** compétent, en tenant compte des valeurs de planification adoptées par le **GRT**, la **puissance de court-circuit** au **point de raccordement**, les données caractéristiques du **système CCHT**, les émissions d'autres **installations** déjà connectées à ce même **réseau de transport**, les émissions transférées du reste du **réseau**, et les émissions futures prévues des nouvelles **installations** ayant déjà commencé la procédure de raccordement, conformément au chapitre CC 3.

CC 6.6.9 Modèles de simulation

J. Les études de système électrique sont réalisées par les **GRT** à différentes étapes de leurs évaluations (ex : planification, planification de l'exploitation, exploitation en temps réel). Des dispositions spécifiques définissent un ensemble commun de modèles de simulation et de caractéristiques associées, que les **GRT** doivent nécessairement mettre en œuvre, avec mise à jour des modèles de systèmes électriques interconnectés.

CC 6.6.9.1 Sur demande du **GRT** concerné, un **propriétaire de système CCHT** fournira des modèles de simulation pour ses **systèmes CCHT**, avec un niveau de détail suffisant pour refléter le comportement des **unités** en :

- a) simulation en régime permanent ;
- b) simulation électromécanique ; et,
- c) simulation de phénomènes transitoires électromagnétiques.

CC 6.6.9.2 La demande du **GRT** concerné doit inclure :

- a) la spécification du format dans lequel les modèles doivent être fournis par le **propriétaire du système CCHT** ;
- b) la fourniture de documentation sur la structure d'un modèle et ses schémas ;
- c) les sous-modèles spécifiques des composants, lesquels devraient contenir au moins, en fonction de l'existence des composants mentionnés :
 - i. des modèles d'**unité de conversion CCHT** ;
 - ii. des modèles de composant **AC** ;
 - iii. des modèles de **lien CCHT** ;
 - iv. un contrôleur de tension et de puissance ;
 - v. les caractéristiques de commande spéciales, le cas échéant, par exemple fonction d'amortissement des oscillations de puissance, commande d'interaction de torsion sous-synchrone ;
 - vi. un contrôle multi-terminal, le cas échéant ;
 - vii. les modèles de protection du **système CCHT** convenus entre les **GRT** et le **propriétaire du système CCHT**.

CC 6.6.9.3 Le **propriétaire du système CCHT** doit vérifier les modèles par rapport aux résultats des essais de conformité effectués conformément à la section CC 6.9, et un rapport de cette vérification devra être soumis au **GRT** compétent. Les modèles doivent ensuite être utilisés dans le but de vérifier la conformité aux exigences du présent **code** y compris, de façon non-exhaustive, les simulations de conformité prévues au CC 6.9.2 et utilisées dans les études d'évaluation continue de la planification et de l'exploitation du système.

CC 6.6.9.4 Sur demande du **GRT** concerné, le **propriétaire du système CCHT** doit fournir des enregistrements de mesure des **systèmes CCHT** afin de comparer la réponse des modèles avec ces enregistrements.

CC 6.7 Gestion des états d'urgence

CC 6.7.1 Démarrage autonome

J. Un service de démarrage autonome est nécessaire à partir d'un nombre approprié de **systèmes CCHT** pour restaurer un **système électrique** à un état stable après une perturbation critique majeure. L'harmonisation de ce critère applicable au **système électrique du PAEM** peut être donnée de principe sachant que les détails se rapportent à chaque **GRT**.

CC 6.7.1.1 Le **système CCHT** doit satisfaire aux critères suivants applicables aux **capacités de démarrage autonome** :

- a) Si l'une des **stations de conversion CCHT** est sous tension, la mise sous tension du jeu de barres du poste **AC** à laquelle une autre **station de conversion CCHT** est connectée, dans un délai après l'arrêt du **système CCHT**, sera déterminée par le **GRT** compétent.
- b) En ce qui concerne la fréquence, le **système CCHT** doit pouvoir se synchroniser dans les limites définies à l'article CC 6.2.1.
- c) En référence à la tension, le **système CCHT** doit pouvoir se synchroniser dans les limites définies à l'article CC 6.2.2.

CC 6.7.1.2 Le **GRT** compétent et le **propriétaire du système CCHT** conviennent de la capacité et de la disponibilité de la **capacité de démarrage autonome** et de la procédure opérationnelle.

CC 6.8 Surveillance et échange d'informations

J. Disposer de procédures adéquates et harmonisées de suivi et d'échange d'informations entre les **propriétaires de système CCHT** et les **GRT** compétents, est une condition

préalable à la bonne exploitation du système ainsi qu'à la bonne exploitation du **système électrique du PAEM**, ainsi que pour faciliter la résolution de problèmes transfrontaliers.

CC 6.8.1.1 Les **systèmes CCHT** doivent être capables de surveiller l'exploitation et d'échanger des informations avec le **GRT** compétent selon les différentes spécifications et finalités.

CC 6.8.1.2 En ce qui concerne l'instrumentation liée à l'exploitation, chaque **unité de conversion CCHT** d'un **système CCHT** doit être équipé d'un contrôleur automatique capable d'envoyer/recevoir des instructions vers/depuis le **GRT**. Ce contrôleur automatique doit être capable de faire fonctionner les **unités de conversion CCHT** du **système CCHT** de manière coordonnée. La hiérarchie des contrôleurs automatiques par **unité de conversion CCHT** doit être spécifiée par le **GRT**.

CC 6.8.1.3 Le contrôleur automatique du **système CCHT** doit être capable de :

a) Envoyer les types de signaux suivants aux **GRT** :

i. Signaux opérationnels, fournissant au moins les éléments suivants :

- signaux de démarrage ;
- mesures de tension **AC** et **DC** ;
- mesures de courant **AC** et **DC** ;
- mesures de puissance active et réactive côté **AC** ;
- mesures de puissance **DC** ;
- niveau d'exploitation de l'**unité de conversion CCHT** dans un **système CCHT** de type multipolaire ;
- état des ouvrages et de la topologie ; et,
- plages de puissance active **FSM**, **LFSM-O** et **LFSM-U**.

ii. Signaux d'alarme, en fournissant au moins les éléments suivants :

- blocage d'urgence ;
- blocage du ramping ; et,
- inversion rapide de la puissance active.

b) Recevoir les types de signaux suivants à partir du **GRT** :

i. Signaux opérationnels, fournissant au moins les éléments suivants :

- commandes de démarrage ;
- points de consigne de puissance active ;
- réglages **FSM** ;
- puissance réactive, tension ou points de consigne similaires ;
- mode de contrôle de la puissance réactive ;
- contrôle de l'amortissement des oscillations de puissance ; et,
- **inertie synthétique**.

ii. Signaux d'alarme, avec réception minimum des éléments suivants :

- commande de blocage d'urgence ;

- commande de blocage de ramping ;
- direction du flux de puissance active ; et,
- commande d'inversion rapide de la puissance active.

CC 6.8.1.4 Pour permettre l'enregistrement des défaillances et la surveillance du comportement dynamique du système, les **systèmes CCHT** doivent être équipés d'une instrumentation appropriée, laquelle devra répondre aux exigences suivantes :

- a) capacité d'enregistrement (i) de la tension **AC** et **DC**, (ii) du courant **AC** et **DC**, (iii) de la puissance active, (iv) de la puissance réactive et (v) de la fréquence ;
- b) inclure un déclencheur d'oscillation, spécifié par le **GRT**, dans le but de détecter des oscillations de puissance mal amorties ;
- c) les réglages doivent être convenus entre l'**installation de production d'électricité** et le **GRT** compétent ; et,
- d) comprendre des dispositions afin de permettre au **propriétaire du système CCHT** et au **GRT** compétent d'accéder aux informations selon des protocoles de communication, pour accès aux données enregistrées, à convenir entre le **propriétaire du système CCHT** et le **GRT** compétent, harmonisés entre tous les **GRT**. Normes types auxquelles les protocoles de communication doivent se conformer sont fournies au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 6.9 Contrôle de la conformité

J. Les critères couvrant les procédures de conformité sont fondamentaux pour établir des procédures de manière transparente et non discriminatoire à travers le **système électrique du PAEM**. Ceci contribuera à un marché plus concurrentiel pour le secteur de l'électricité des **États membres**.

CC 6.9.1 Informations et documentation

CC 6.9.1.1 Les **propriétaires de systèmes CCHT** fourniront les informations et les documents **GRT** décrivant les caractéristiques de leurs **systèmes CCHT**. Cette liste d'informations et de documents est mise à la disposition du public par les **GRT**, ainsi que les conditions à remplir par les **propriétaires de systèmes CCHT** dans le cadre du processus de conformité. La liste est harmonisée par les **GRT** compétents et couvre au moins les informations, documents et critères suivants :

- a) tous les documents et certificats, à fournir par le **propriétaire du système CCHT** ;

- b) les données techniques détaillées du **système CCHT** et de la **station de conversion CCHT** en relation avec le raccordement au **réseau de transport** ;
- c) les critères applicables aux modèles pour les études de système en régime permanent et dynamique ;
- d) le calendrier de fourniture des données système nécessaires à la réalisation des études ;
- e) des études par le **propriétaire du système CCHT** ou le **propriétaire de unités EnRV** connectées par les **systèmes CCHT** visant à démontrer les performances attendues en régime permanent et dynamique, conformément aux exigences énoncées dans le **Code de raccordement** ;
- f) les conditions et procédures, y compris le champ d'application, d'enregistrement des certificats d'équipement ; et,
- g) les conditions et procédures d'utilisation des certificats d'équipement compétents, délivrés par un certificateur agréé, par le **propriétaire du système CCHT**.

CC 6.9.2 Test de vérification et de conformité du GRT compétent

CC 6.9.2.1 Chaque **propriétaire de système CCHT** doit se conformer aux procédures de test de la vérification de la conformité aux exigences énoncées dans le présent **Code de raccordement**, à définir par le GRT compétent. Les essais doivent démontrer la capacité technique des **systèmes CCHT** :

- a) à fournir une capacité de puissance réactive en avance et en retard conformément à l'article CC 6.5.1 ;
- b) à fonctionner en mode de contrôle de tension et en mode de puissance réactive dans les conditions prévues à l'article CC 6.5.2 ;
- c) à moduler en continu la puissance active sur toute la plage d'exploitation entre la capacité maximum de transmission de puissance active du **système CCHT** et la capacité minimum de transmission de puissance active du **système CCHT** pour contribuer au contrôle des fréquences ; ce même test doit permettre de vérifier les paramètres de régime permanent de régulations de fréquence ;
- d) à moduler en continu la puissance active pour contribuer au contrôle de fréquence en cas de forte augmentation et baisse de fréquence dans une même **zone synchrone** ; le même test doit vérifier les paramètres en régime permanent des réglages de fréquence ;
- e) à moduler en continu la puissance active sur toute la plage d'exploitation conformément à l'article CC 6.2.1 ;
- f) à ajuster le taux de ramping de la puissance active dans la limite de ses capacités techniques, conformément aux instructions envoyées par le **GRT** compétent ;

- g) à mettre sous tension le jeu de barres du poste **AC** à distance à laquelle il est connecté, dans un délai spécifié par le **GRT** compétent.

CC 6.9.2.2 Outre la vérification des informations et des tests de conformité conformément aux paragraphes ci-dessus, le **GRT** peut évaluer la conformité d'un **système CCHT** par rapport aux exigences énoncées dans ce **Code de raccordement**, également en s'appuyant sur les simulations des performances du **système CCHT** effectuées par le **propriétaire du système CCHT** sur la base des modèles de simulation visés à l'article CC 6.6.9.

CC 6.10 Autres critères

J. Cet ensemble comprendra des exigences supplémentaires concernant les systèmes mentionnés.

CC 6.10.1 Critères supplémentaires pour les stations de conversion CCHT à distance

CC 6.10.1.1 Les **stations de conversion CCHT** à distance d'un **système CCHT** doivent être conçues de manière à garantir, au **point d'interface CCHT**, les plages de fréquence et de tension et les périodes minimums spécifiées à la section CC 6.2.

CC 6.10.1.2 Le **GRT** compétent et le **propriétaire de la station de conversion CCHT** à distance conviendront de plages de fréquence et/ou de tension plus larges ou de durées minimums d'exploitation plus longues afin d'assurer la meilleure utilisation des capacités techniques d'un **système CCHT**.

CC 6.10.1.3 Les exigences relatives à la **capacité de puissance réactive** de la **station de conversion CCHT** à distance doivent être convenues avec le **GRT** compétent pendant la procédure de raccordement (chapitre CC 3) du **système CCHT**.

CC 6.10.2 Exigences supplémentaires pour les unités EnRV connectées par le biais de systèmes CCHT

CC 6.10.2.1 Les **unités EnRV** connectées par le biais de **systèmes CCHT** doivent être conçues en respectant les mêmes exigences que celles applicables aux **installations de production d'électricité à onduleur** définies au chapitre CC 5 de ce **Code de raccordement**, et applicables au **point d'interface CCHT** des **unités EnRV**.

CC 6.10.2.2 Les exigences détaillées doivent être définies par le **GRT** durant la procédure de raccordement (chapitre CC 3) de l'**installation de production d'électricité**,

notamment celles liées à la fréquence et à la tension de référence au **point d'interface CCHT** des unités EnVR.



CC 7 CRITERES APPLICABLES AUX INSTALLATIONS DE CONSOMMATION

CC 7.1 Plages de fonctionnement

CC 7.1.1 Plages de fréquence

CC 7.1.1.1 Toutes les **installations de consommation** doivent être capables de rester connectées au **réseau de transport** dans les plages de fréquences et selon les périodes de temps minimums spécifiées par le **GRT** compétent, selon le schéma suivant, lequel est également représenté dans le Tableau CC 5 :

- a) plage autour de la fréquence nominale de la **zone synchrone** avec durée d'exploitation illimitée ;
- b) au moins une plage avec fréquence inférieure à la fréquence nominale de la **zone synchrone**, avec période de temps limitée concernant l'exploitation à spécifier par le **GRT** ;
- c) au moins une plage avec fréquence supérieure à la fréquence nominale de la **zone synchrone** avec période de temps limitée concernant l'exploitation à spécifier par le **GRT**.

CC 7.1.1.2 Les valeurs de fréquence sont considérées au **point de raccordement**.

CC 7.1.1.3 Lors de la définition des plages de fréquences et des périodes de temps, le **GRT** doit tenir compte des normes internationales applicables aux produits sur les capacités liées aux fréquences.

CC 7.1.1.4 Le **GRT** compétent et le **propriétaire de l'installation de consommation** peuvent convenir de plages de fréquences plus larges et de durées minimums d'exploitation plus longues. Le **propriétaire de l'installation de consommation** ne refusera pas de manière déraisonnable son consentement à cette ou ces demande(s) si cela est techniquement faisable.

Tableau CC 5. Périodes de temps minimums pendant lesquelles une installation de consommation doit être capable de fonctionner à une fréquence s'écartant de la valeur nominale de la zone synchrone sans se déconnecter du réseau de transport

		Plages de fréquence	Période d'exploitation
<i>f</i> de la zone synchrone	b)	$F_{f_{bas2}} \text{ Hz} - F_{f_{bas1}} \text{ Hz}$	À préciser en minutes par le GRT responsable
	a)	$F_{f_{bas1}} \text{ Hz} - F_{f_{haut1}} \text{ Hz}$	Illimitée
	c)	$F_{f_{haut1}} \text{ Hz} - F_{f_{haut2}} \text{ Hz}$	À préciser en minutes par le GRT responsable

CC 7.1.1.5 Les plages de fréquence et les durées doivent être harmonisées entre les **États membres** au sein de la même **zone synchrone**. Des plages de fréquence indicatives et des périodes de temps sont rapportées en CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 7.1.2 Plages de tension

CC 7.1.2.1 Toutes les **unités de production d'électricité synchrones** doivent être capables de rester connectées au **réseau de transport** dans les plages de tension au **point de raccordement** tel que spécifié par le **GRT**, selon le schéma suivant, lequel est également représenté dans le Tableau CC 6 :

- a) une plage autour de la tension nominale avec durée d'exploitation illimitée ;
- b) au moins une plage avec tension inférieure à la valeur nominale avec période de temps limitée d'exploitation, à spécifier par le **GRT** ;
- c) au moins une plage avec tension supérieure à la valeur nominale, avec durée d'exploitation limitée, à spécifier par le **GRT**.

CC 7.1.2.2 La plage de tension au **point de raccordement** doit être exprimée par la tension au **point de raccordement** lié à la référence 1 par unité (pu) de tension.

CC 7.1.2.3 Le **GRT** compétent peut définir différents ensembles de plages de tension et de périodes de temps respectives en fonction de différents niveaux de base de tension. Lors de la définition des plages de tension et des périodes de temps, le **GRT** doit tenir compte des normes internationales applicables aux produits sur les capacités liées à la tension.

CC 7.1.2.4 Si requis par le **GRT**, une **installation de consommation** doit pouvoir se déconnecter automatiquement à des tensions spécifiées. Les conditions et les

paramètres de la déconnexion automatique doivent être convenus entre le **GRT** et le **propriétaire de l'installation de consommation**.

*Tableau CC 6. Périodes de temps minimums pendant lesquelles une installation de consommation doit être capable de fonctionner à une tension s'écartant de la valeur 1 pu de référence au point de raccordement sans se déconnecter du **réseau de transport**.*

	Plage de tension	Période d'exploitation
b)	$U_{\text{bas}2} \text{ pu} - U_{\text{bas}1} \text{ pu}$	À préciser en minutes par le GRT responsable
a)	$U_{\text{bas}1} \text{ pu} - U_{\text{haut}1} \text{ pu}$	Illimitée
c)	$U_{\text{haut}1} \text{ pu} - U_{\text{haut}2} \text{ pu}$	À préciser en minutes par le GRT responsable



CC 7.1.2.5 Les plages de tension et les durées doivent être harmonisées entre les **États membres** au sein d'une même **zone synchrone**. Des plages de tension indicatives et des périodes de temps sont rapportées en CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 7.2 Gestion du système électrique

CC 7.2.1 Exigences de court-circuit

CC 7.2.1.1 Le **GRT** compétent précisera le **courant de court-circuit** maximum au **point de raccordement** auquel l'**installation de consommation** sera capable de résister.

CC 7.2.1.2 Le **GRT** compétent doit informer le **propriétaire de l'installation de consommation** des changements au-dessus du seuil pour le **courant de court-circuit** maximum auquel l'**installation de consommation** doit être capable de résister à partir du **réseau pertinent**.

CC 7.2.1.3 Le **GRT** compétent doit demander des informations à un **propriétaire d'installation de consommation** concernant sa contribution en termes de **courant de court-circuit** à partir de cette **installation**.

CC 7.2.1.4 Le **propriétaire de l'installation de consommation** informera le **GRT** compétent en cas de variations de la contribution en termes de courant de court-circuit au-delà du seuil fixé par le **GRT**.

CC 7.2.2 Critères de puissance réactive

CC 7.2.2.1 Les **installations de consommation** doivent être capables de maintenir leur fonctionnement en régime permanent à leur **point de raccordement** dans une plage de puissance réactive spécifiée par le **GRT**.

CC 7.2.2.2 La plage de puissance réactive réelle spécifiée par le **GRT** ne doit pas être plus large qu'un seuil d'importation ou d'exportation de facteur de puissance de puissance active (PF_{charge}), sauf en présence de situations où les avantages techniques ou financiers du système sont démontrés par le **propriétaire de l'installation de consommation** et acceptés par le **GRT** compétent. Une valeur indicative de PF_{charge} est signalée au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence.

CC 7.2.3 Systèmes de protection

- CC 7.2.3.1 Le **GRT** compétent doit spécifier les dispositifs et les paramètres visant à protéger le **réseau de transport** selon les caractéristiques de l'**installation de consommation**.
- CC 7.2.3.2 Le **GRT** compétent et le **propriétaire de l'installation de consommation** s'accordent sur les schémas de protection et les paramètres compétents concernant l'**installation de consommation** et sur toute modification apportée à ces schémas et paramètres.
- CC 7.2.3.3 Les systèmes de protection de l'**installation de consommation** doivent avoir préséance sur les contrôles opérationnels tout en respectant la sécurité du système, la santé et la sécurité du personnel et du public.
- CC 7.2.3.4 Les systèmes de protection peuvent inclure les éléments suivants (les normes internationales disponibles de référence se trouvent au CC 10 ANNEXE B – Paramètres de référence) :

- a) court-circuit externe et interne ;
- b) surtension et sous-tension au **point de raccordement au réseau de transport**
- c) sur et sous-fréquence ;
- d) protection des circuits de **consommation** ;
- e) protection du transformateur ;
- f) dispositif de secours contre la protection et les dysfonctionnements de l'appareillage.

CC 7.2.4 Système de contrôle

- CC 7.2.4.1 Le **GRT** compétent et le **propriétaire de l'installation de consommation** conviennent des schémas et des réglages des différents dispositifs de contrôle de l'**installation de consommation** en relation avec la sécurité du système. Le **GRT** compétent et le **propriétaire de l'installation de consommation** conviendra également de toute modification de ces schémas et paramètres.
- CC 7.2.4.2 L'accord couvrira au moins les points suivants :
- a) exploitation isolée (**réseau**) ;
 - b) amortissement des oscillations ;
 - c) perturbations du **réseau de transport** ;
 - d) commutation automatique vers l'alimentation de secours et **reconstitution** vers une topologie normale ;

- e) refermeture automatique du disjoncteur (en cas de pannes monophasées).

CC 7.2.5 Échange d'informations

CC 7.2.5.1 Le **GRT** compétent définira la liste des données et les spécifications respectives (normes, horodatage, etc.) auxquelles les **installations de consommation** devront se conformer pour échanger des informations pendant l'exploitation en temps réel.

CC 7.2.6 Déconnexion et reconnexion de la charge

CC 7.2.6.1 Toutes les **installations de consommation** doivent fournir des capacités de déconnexion basse fréquence de la **charge**. Le **GRT** compétent définira les spécifications et paramètres respectifs. Notamment :

- a) la capacité de permettre la déconnexion automatique à basse fréquence de l'ensemble ou d'une partie de la **charge** ;
- b) la possibilité de spécifier un déclencheur de déconnexion basé sur une combinaison de basse fréquence et de **taux de changement de fréquence** ;
- c) la possibilité de déconnecter la **charge** par paliers ;
- d) les paramètres opérationnels de déconnexion de la **charge** : plages de fréquences, durée d'exploitation, verrouillage de tension ;
- e) entrée d'activation.

CC 7.2.6.2 Le **GRT** compétent a le droit de spécifier les capacités de déconnexion de l'installation de **consommation** à basse tension. Le **GRT** compétent définira les spécifications et paramètres respectifs.

CC 7.2.6.3 En ce qui concerne la capacité de reconnexion après une déconnexion des **installations de consommation**, le **GRT** compétent :

- a) précisera les conditions dans lesquelles une **installation de consommation** a le droit de se reconnecter au **réseau de transport** ;
- b) autorisera l'installation de systèmes de reconnexion automatique ;
- a) sera d'accord avec le **propriétaire de l'installation de consommation** sur les paramètres des dispositifs de synchronisation avant la connexion de l'**installation de consommation**, y compris la tension, la fréquence, la plage d'angle de phase et l'écart de tension et de fréquence.

CC 7.2.6.4 Une **installation de consommation** doit pouvoir être déconnectée à distance du **réseau de transport** lorsque cela est requis par le **GRT** compétent. Le **GRT** compétent doit préciser le temps nécessaire à la déconnexion à distance.

CC 7.2.7 Qualité de l'énergie

CC 7.2.7.1 Le **GRT** compétent définira les critères de qualité de l'énergie que les **installations de consommation** devront garantir à leur **point de raccordement** conformément aux performances attendues du **réseau** (voir CC 2.4).

CC 7.2.8 Modèles de simulation

CC 7.2.8.1 Sur demande du **GRT** concerné, un **propriétaire d'installation de consommation** fournira des modèles de simulation pour ses **installations de consommation**, avec un niveau de détail suffisant pour refléter le comportement des installations en :

- a) simulation en régime permanent ;
- b) simulation électromécanique ; et,
- c) simulation de phénomènes transitoires électromagnétiques.

CC 7.2.8.2 La demande du **GRT** concerné doit inclure :

- a) la spécification du format dans lequel les modèles doivent être fournis par le **Propriétaire de l'installation de consommation** ;
- b) la fourniture de documentation sur la structure d'un modèle et ses schémas ;
- c) une estimation de la capacité minimum et maximum de court-circuit au **point de raccordement** comme équivalent simplifié du **réseau de transport** ;
- d) les paramétrisations et les limites du modèle ; et,
- e) les sous-modèles spécifiques des composants.

CC 7.2.8.3 Sur demande du **GRT** concerné, le **propriétaire de l'installation de consommation** doit fournir des enregistrements de mesure des **installations** afin de comparer la réponse des modèles avec ces enregistrements.

CC 7.3 Contrôle de la conformité

CC 7.3.1 Le **propriétaire de l'installation de consommation** doit s'assurer que chaque **installation** est conforme aux critères énoncés dans ce chapitre CC 7 pendant toute leur durée de vie.

CC 7.3.2 Le **GRT** compétent évaluera la conformité de l'**installation de consommation** et informera le **propriétaire de l'installation de consommation** du résultat des évaluations de conformité, lesquelles doivent inclure :

- a) informations et documentation fournies par le **propriétaire de l'installation de consommation** et le **GRT** compétent ;
- b) tests de vérification et de conformité exécutés par le **GRT** compétent ;
- c) simulations de conformité.

CC 7.3.3 Informations et documentation

CC 7.3.3.1 Le **propriétaire de l'installation de consommation** fournira les informations et les documents décrivant les caractéristiques de l'**installation de consommation** au **GRT** compétent.

CC 7.3.3.2 La liste est harmonisée par les **GRT** compétents d'une même **zone synchrone** et doit, au minimum, inclure les éléments suivants :

- a) les données techniques requises de l'**installation de consommation** en rapport avec la connexion ou l'exploitation ;
- b) les critères applicables aux modèles pour les études de système en régime permanent et dynamique ;
- c) les conditions et procédures, y compris le champ d'application d'enregistrement des certificats d'équipement ;
- d) les conditions et procédures d'utilisation des certificats d'équipement compétents délivrés par un certificateur agréé par le **propriétaire de l'installation de consommation**.

CC 7.3.3.3 Le **propriétaire de l'installation de consommation** fournira les informations et documents nécessaires aux **GRT** compétents :

- a) au moment de la demande de raccordement conformément au chapitre CC 3 ;
- b) suite à des modifications des données techniques de l'**installation de consommation** résultant de modifications des capacités techniques ou d'accidents ou de pannes d'exploitation ;

- c) sur demande du **GRT** compétent.

CC 7.3.4 Tests de vérification et de conformité exécutés par le GRT compétent

- CC 7.3.4.1 Le **GRT** compétent doit exécuter des tests de vérification et de conformité afin de s'assurer de la validité des déclarations émises par le **propriétaire de l'installation de consommation** et le respect des exigences fixées dans le présent **code**.
- CC 7.3.4.2 Le **GRT** compétent communique le plan annuel de mise en œuvre des tests de vérification et de conformité et les résultats de ceux-ci. Compte tenu de l'importance des systèmes de contrôle et des paramètres relatifs, le **GRT** a le droit d'exécuter des tests sur leur fonctionnalité à tout moment.
- CC 7.3.4.3 Le **GRT** compétent doit définir les procédures standards d'exécution des tests. Les procédures doivent au minimum inclure les éléments suivants :

- a) test de déconnexion et de reconnexion ;
b) tests d'échange d'informations.

CC 7.3.5 Simulations de conformité

- CC 7.3.5.1 Outre la vérification des informations et des tests de conformité conformément aux paragraphes ci-dessus, le **GRT** peut évaluer la conformité d'une **installation de consommation** par rapport aux exigences énoncées dans ce **Code de raccordement**, également en s'appuyant sur les simulations des performances des **installations de consommation** effectuées par les **propriétaires d'installations de consommation** sur la base des modèles de simulation visés à l'article CC 7.2.8.

CC 8 LIGNES DIRECTRICES POUR LA DEFINITION DES CRITERES APPLICABLES A LA PRODUCTION DECENTRALISEE

J. Accroître la pénétration de la **production décentralisée** (ex : **unité de production d'électricité** connectées au niveau de la distribution) peut affecter la fiabilité des **systèmes électriques** de mêmes **zones synchrones**. Ainsi, coordonner et harmoniser les critères de raccordement applicables à la **production décentralisée** parmi les **GRT** contribue à préserver la qualité de l'approvisionnement. Ce chapitre fournit un ensemble de lignes directrices pour la définition des critères de raccordement applicables à la **production décentralisée**.

CC 8.1.1 L'opérateur de **réseau** compétent peut convenir et définir avec les **GRT** les critères de raccordement applicables à la **production décentralisée**. Cela peut être justifié par les impacts au niveau du transport, et donc pour les questions transfrontalières, qu'une pénétration croissante de la production distribuée peut entraîner.

CC 8.1.2 L'importance des **unité de production d'électricité** devrait être basée sur leur taille et leur effet sur le système global. Par conséquent, le **GRD** ou **GRT** doit faire une distinction entre les différents types d'**unités de production d'électricité** en établissant différents niveaux d'exigences.

CC 8.1.3 La méthodologie pour distinguer les différents types d'**unités de production d'électricité** devrait être harmonisée entre les **États membres** au sein d'une même **zone synchrone**.

CC 8.1.4 Les critères applicables à la **production décentralisée** doivent être fixés au niveau nécessaire pour assurer les capacités de **production** :

- a) avec une réponse automatisée et une résilience limitées aux événements opérationnels ;
- b) avec un contrôle limité de la part du **GRD** compétent et avec un niveau correspondant d'échange de données et d'informations avec les **GRD** ;
- c) avec des capacités permettant d'éviter la perte à grande échelle de **production** sur les plages d'exploitation du système ;
- d) avec les critères nécessaires pour une intervention généralisée lors d'événements critiques pour le système.

CC 8.1.5 Les critères applicables à la **production décentralisée** doivent inclure :

- a) plages minimums d'exploitation de fréquence et de tension ;
- b) **capacité de tenue aux creux de tension** ;
- c) taux de variation de la capacité de tenue de fréquence ;

- d) **LFSM** ;
- e) sortie constante à la puissance cible ;
- f) réduction de puissance active ;
- g) réduction maximum de la puissance active à sous-fréquence ;
- h) connexion et reconnexion automatiques ;
- i) critères applicables aux systèmes de contrôle;
- j) schéma et paramètres des systèmes de protection ;
- k) échange d'informations ;
- l) système de contrôle de la tension et de la capacité de puissance réactive ;
- m) rétablissement de la puissance active après une panne ;
- n) injection de courant réactif (pour les **unités de production d'électricité à onduleur**).



CC 9 ANNEXE A – SPECIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES SUR LE CALCUL LFSM-O/LFMS-U

En principe, le service **LFSM-O** peut être fourni par chaque **unité de production d'électricité** en exploitation au-dessus de son niveau de régulation minimum. Dans la mesure où il faut comprendre une réduction minimum de la puissance active à une fréquence (élevée) spécifique, toute réduction supplémentaire à cette fréquence, qu'elle soit due à un manque d'énergie primaire (ex : le vent) ou à des contraintes de **réseau de transport**, est anodine, et soutiendrait même l'effet de **LFSM-O**.

En revanche, la fourniture du service **LFSM-U** peut être soumise à des conditions préalables supplémentaires. Une augmentation de la puissance active n'est possible que pour les **unités de production d'électricité** tournant en dessous de leur capacité maximum. Typiquement, la **production EnR** est distribuée en fonction de son énergie primaire maximum disponible, sauf en présence de contraintes sur le **réseau**. La capacité **LFSM-U** ne doit pas être comprise comme exigeant que la **production EnR** fonctionne à une puissance de sortie active réduite juste pour être prête à une augmentation en cas d'évènement de basse fréquence improbable. La distribution de **production** économique n'est donc pas limitée par la performance **LFSM-U**.

Quelques exemples numériques sur **LFSM-U** et **LFSM-O** sont signalés dans le Tableau CC 7.

Tableau CC 7. Exemples de calculs LFSM-O et LFMS-U pour les unités de production d'électricité.

LFSM-O		LFSM-U	
<p> $s_2 [\%] = 100 \cdot \frac{ \Delta f - \Delta f_1 }{f_n} \cdot \frac{\Delta P_{MAX}}{ \Delta P }$ </p> <p> $f_n = 50 \text{ Hz}$ $\Delta f_1 = 0.5 \text{ Hz}$ $P_{MAX} = 50 \text{ MW}$ $s = 5\%$ </p> <p>La fréquence du réseau de transport augmente de $\Delta f > 0$</p>		<p> $s_2 [\%] = 100 \cdot \frac{ \Delta f - \Delta f_1 }{f_n} \cdot \frac{P_{MAX}}{ \Delta P }$ </p> <p> $f_n = 50 \text{ Hz}$ $\Delta f_1 = 0.5 \text{ Hz}$ $P_{MAX} = 50 \text{ MW}$ $s = 5\%$ </p> <p>La fréquence du réseau de transport diminue de $\Delta f < 0$</p>	
si $\Delta f < \Delta f_1$	Le LFSM-O n'est pas activé et l'unité de production d'électricité doit respecter les critères FSM.	si $ \Delta f < \Delta f_1$	Le LFSM-U n'est pas activé et l'unité de production d'électricité doit respecter les critères FSM.
si $\Delta f \geq \Delta f_1$	par exemple $\Delta f = 0.7 \text{ Hz}$ mode LFSM-O activé. $s = 100 \cdot \frac{ \Delta f - \Delta f_1 }{f_n} \cdot \frac{P_{MAX}}{ \Delta P }$ $ \Delta P = P_{MAX} \cdot \frac{100 \cdot (\Delta f - \Delta f_1)}{s \cdot f_n}$	si $ \Delta f \geq \Delta f_1$	par exemple $\Delta f = -0.9 \text{ Hz}$ LFSM-U désactivé. $s = 100 \cdot \frac{ \Delta f - \Delta f_1 }{f_n} \cdot \frac{P_{MAX}}{ \Delta P }$ $ \Delta P = P_{MAX} \cdot \frac{100 \cdot (\Delta f - \Delta f_1)}{s \cdot f_n}$

	<p>L'unité de production d'électricité réagira au changement positif de la fréquence du réseau de transport avec une diminution de la puissance active égale à :</p> $ \Delta P = 50 \text{ MW} \cdot \frac{100}{5\%} \cdot \frac{0.7 \text{ Hz} - 0.5 \text{ Hz}}{50 \text{ Hz}}$ $ \Delta P = 4 \text{ MW}$ <p>Le nouveau point de consigne de l'unité de production d'électricité sera la puissance de sortie active initiale avant l'écart de fréquence anormal moins 4 MW</p>		<p>L'unité de production d'électricité réagira au changement négatif de la fréquence du réseau de transport avec une augmentation de la puissance active égale à :</p> $ \Delta P = 50 \text{ MW} \cdot \frac{100}{5\%} \cdot \frac{0.9 \text{ Hz} - 0.5 \text{ Hz}}{50 \text{ Hz}}$ $ \Delta P = 8 \text{ MW}$ <p>Le nouveau point de consigne de l'unité de production d'électricité sera la puissance de sortie active initiale avant l'écart de fréquence anormal plus 8 MW</p>
--	---	--	--



CC 10 ANNEXE B – PARAMETRES DE REFERENCE

Le Code de raccordement rapporte un certain nombre de paramètres introduits dans la définition des exigences. Les cas suivants s'appliquent au processus de définition des valeurs de ces paramètres :

- a) existence de *normes internationales* pour les paramètres : les **GRT** doivent mettre en œuvre les exigences selon les normes figurant dans leurs **Codes de réseau nationaux/régionaux** et les valeurs ne sont pas soumises au processus d'harmonisation.

Concernant ce cas spécifique, les normes sont fournies dans le Tableau CC 8 et représentent celles les plus à jour au moment de la rédaction de ce **code**. En cas de modification des normes internationales, les références disponibles les plus récentes prévaudront sur le contenu du Tableau CC 8, tel que légalement approuvé.

- b) absence de *normes internationales* mais existence d'une référence de *meilleures pratiques internationales* pour les paramètres, les **GRT** doivent :
- convenir de valeurs harmonisées des paramètres pour les mêmes **zones synchrones**, périodiquement modifier et mettre à jour ce **Code**, et adapter de manière cohérente leurs **Codes de réseau nationaux/régionaux**. Et/ou,
 - convenir de valeurs harmonisées des paramètres pour les mêmes **zones synchrones** et mettre directement en place les paramètres dans leurs **Codes de réseau nationaux/régionaux**.

En particulier, parmi les références internationales rapportées dans le **Conditions générales**, les bonnes pratiques internationales principales considérées dans ce **Code de raccordement** sont : (i) Codes de réseau ENTSO-e pour les exigences de raccordement des générateurs et des systèmes CCHT, (ii) Code de transmission des interconnecteurs GCCIA, (iii) Code de réseau méditerranéen MedTSO.

Concernant ce cas précis, les valeurs se référant aux meilleures pratiques internationales disponibles sont rapportées dans le Tableau CC 9 comme des valeurs suggérées et indicatives qui peuvent être prises en compte lors du processus de définition et d'harmonisation des paramètres par les **GRT**.

- c) absence des *normes internationales* et des *meilleures pratiques internationales* de référence concernant les exigences et les paramètres respectifs : dans ces cas, les exigences définissent uniquement les règles à adopter et à mettre en œuvre par les **GRT** dans leurs **Codes de réseau nationaux/régionaux**. La définition des détails des exigences, des paramètres respectifs et de leurs valeurs est laissée à la décision de chaque **GRT**.

Tableau CC 8. Normes internationales à adopter dans le Code de raccordement.

Réf. dans le Code	Norme internationale de référence
CC 2.4.1a) – THD	IEEE 519, BS EN 50160:2000 et CEI/TR3 61000-3-6 (1996)
CC 2.4.1c) – Scintillement	CEI/TR3 61000-3-7 (1996) et CEI 60868).

CC 6.8.1.4d) – Protocoles de communication	IEC 60870-5 ou équivalente (ex : normes européennes CENELEC)
CC 5.5.3.4b) – Charge asymétrique (Séquence phase négative)	IEC 60255-160
CC 5.5.3.4c) – Protection contre surcharge stator et rotor	IEC 60255-149
CC 5.5.3.4d) – Protection de sous/sur-excitation	IEC 60255-140
CC 5.5.3.4e) – Protection contre les surtensions/sous-tensions au point de raccordement	IEC 60255-127
CC 5.5.3.4f) – Protection de sous/surtension aux bornes de l'alternateur	IEC 60255-127
CC 5.5.3.4g) – Protection contre oscillations inter zones	IEC 60255-178
CC 5.5.3.4i) – Protection en exploitation asynchrone (pôle slip)	IEC 60255-178
CC 5.5.3.4l) – Protection du transformateur de l'unité	IEC 60255-187
CC 5.5.3.4m) – Système de sauvegarde contre les protections et les dysfonctionnements de l'appareillage	IEC 60255-151, -127
CC 5.5.3.4n) – Protection contre les flux excessifs (U/f)	IEC 60255-124
CC 5.5.3.4o) – Protection alimentation réfléchie	IEC 60255-132, -167
CC 5.5.3.4p) – Mise sous tension par inadvertance	IEC 60255-15
CC 5.5.3.4q) – Déséquilibre de charge de l'unité de production d'électricité	IEC 60255-160
CC 5.5.3.4s) – Température du stator de l'unité de production d'électricité	IEC 60255-149
CC 5.5.3.4t) – Panne de l'excitateur	IEC 60255-140
CC 5.5.3.4v) – Défaillance de la température de refroidissement de l'unité de production d'électricité	IEC 60255-149
CC 5.5.3.4x) – Protection contre le déplacement de tension neutre	IEC 60255-150, -159
CC 7.2.3.4a) – Court-circuit externe et interne	IEC 60255-151
CC 7.2.3.4b) – Surtension et sous-tension au point de raccordement	IEC 60255-127
CC 7.2.3.4c) – Sous- et sur-fréquence	IEC 60255-181
CC 7.2.3.4e) – Protection du transformateur de l'unité	IEC 60255-187
CC 7.2.3.4f) – Système de sauvegarde contre les protections et les dysfonctionnements de l'appareillage	IEC 60255-150

Tableau CC 9. Valeurs indicatives suggérées pour les paramètres basées sur les meilleures pratiques internationales.

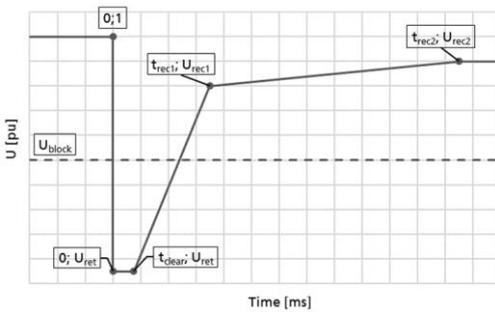
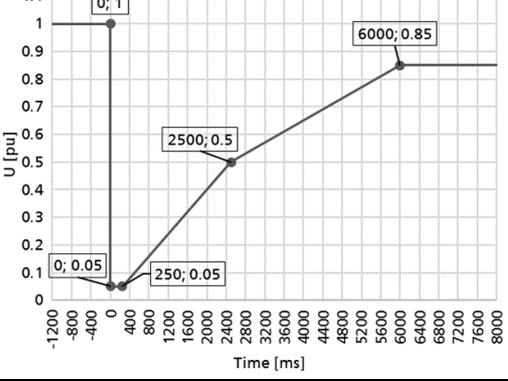
Réf. dans le Code	Paramètres	Valeurs suggérées																															
CC 1.1.6a)	U_{seuil}	110 kV																															
CC 1.1.6b)	P_{seuil}	75 MW																															
CC 2.4.1b)	Déséquilibre maximum de la tension triphasée	1 %																															
CC 5.1.1.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Plages de fréquence</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">f de la zone synchrone</td> <td>$F_{r/bas2}$ Hz – $F_{r/bas1}$ Hz</td> <td>À préciser en minutes par le GRT responsable</td> </tr> <tr> <td>$F_{r/bas1}$ Hz – $F_{r/haut1}$ Hz</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>$F_{r/haut1}$ Hz – $F_{r/haut2}$ Hz</td> <td>À préciser en minutes par le GRT responsable</td> </tr> </tbody> </table>		Plages de fréquence	Période d'exploitation	f de la zone synchrone	$F_{r/bas2}$ Hz – $F_{r/bas1}$ Hz	À préciser en minutes par le GRT responsable	$F_{r/bas1}$ Hz – $F_{r/haut1}$ Hz	Illimitée	$F_{r/haut1}$ Hz – $F_{r/haut2}$ Hz	À préciser en minutes par le GRT responsable	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Plages de fréquence</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">$f = 50$ Hz</td> <td>48,0 Hz – 48,5 Hz</td> <td>30 minutes</td> </tr> <tr> <td>48,5 Hz – 49,0 Hz</td> <td>À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes</td> </tr> <tr> <td>49,0 Hz – 51,0 Hz</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>51,0 Hz – 51,5 Hz</td> <td>30 minutes</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">$f = 60$ Hz</td> <td>57,6 Hz – 58,2 Hz</td> <td>30 minutes</td> </tr> <tr> <td>58,2 Hz – 58,8 Hz</td> <td>À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes</td> </tr> <tr> <td>58,8 Hz – 61,2 Hz</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>61,2 Hz – 61,8 Hz</td> <td>30 minutes</td> </tr> </tbody> </table>		Plages de fréquence	Période d'exploitation	$f = 50$ Hz	48,0 Hz – 48,5 Hz	30 minutes	48,5 Hz – 49,0 Hz	À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes	49,0 Hz – 51,0 Hz	Illimitée	51,0 Hz – 51,5 Hz	30 minutes	$f = 60$ Hz	57,6 Hz – 58,2 Hz	30 minutes	58,2 Hz – 58,8 Hz	À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes	58,8 Hz – 61,2 Hz	Illimitée	61,2 Hz – 61,8 Hz	30 minutes
	Plages de fréquence	Période d'exploitation																															
f de la zone synchrone	$F_{r/bas2}$ Hz – $F_{r/bas1}$ Hz	À préciser en minutes par le GRT responsable																															
	$F_{r/bas1}$ Hz – $F_{r/haut1}$ Hz	Illimitée																															
	$F_{r/haut1}$ Hz – $F_{r/haut2}$ Hz	À préciser en minutes par le GRT responsable																															
	Plages de fréquence	Période d'exploitation																															
$f = 50$ Hz	48,0 Hz – 48,5 Hz	30 minutes																															
	48,5 Hz – 49,0 Hz	À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes																															
	49,0 Hz – 51,0 Hz	Illimitée																															
	51,0 Hz – 51,5 Hz	30 minutes																															
$f = 60$ Hz	57,6 Hz – 58,2 Hz	30 minutes																															
	58,2 Hz – 58,8 Hz	À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes																															
	58,8 Hz – 61,2 Hz	Illimitée																															
	61,2 Hz – 61,8 Hz	30 minutes																															
CC 5.1.2.4	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Plage de tension</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U_{bas2} pu – U_{bas1} pu</td> <td>À préciser en minutes par le GRT responsable</td> </tr> <tr> <td>U_{bas1} pu – U_{haut1} pu</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>U_{haut1} pu – U_{haut2} pu</td> <td>À préciser en minutes par le GRT responsable</td> </tr> </tbody> </table>	Plage de tension	Période d'exploitation	U_{bas2} pu – U_{bas1} pu	À préciser en minutes par le GRT responsable	U_{bas1} pu – U_{haut1} pu	Illimitée	U_{haut1} pu – U_{haut2} pu	À préciser en minutes par le GRT responsable	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Base de tension pour valeurs pu</th> <th>Plage de tension</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">110 kV – 400 kV</td> <td>0,85 pu – 0,90 pu</td> <td>60 minutes</td> </tr> <tr> <td>0,90 pu – 1,05 pu</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>1,05 pu – 1,10 pu</td> <td>30 minutes</td> </tr> </tbody> </table>	Base de tension pour valeurs pu	Plage de tension	Période d'exploitation	110 kV – 400 kV	0,85 pu – 0,90 pu	60 minutes	0,90 pu – 1,05 pu	Illimitée	1,05 pu – 1,10 pu	30 minutes													
Plage de tension	Période d'exploitation																																
U_{bas2} pu – U_{bas1} pu	À préciser en minutes par le GRT responsable																																
U_{bas1} pu – U_{haut1} pu	Illimitée																																
U_{haut1} pu – U_{haut2} pu	À préciser en minutes par le GRT responsable																																
Base de tension pour valeurs pu	Plage de tension	Période d'exploitation																															
110 kV – 400 kV	0,85 pu – 0,90 pu	60 minutes																															
	0,90 pu – 1,05 pu	Illimitée																															
	1,05 pu – 1,10 pu	30 minutes																															
CC 5.2.1.7	<p>Le graphique illustre les transitions de tension en pu au cours du temps en ms. Les états sont notés par des coordonnées (U; t) :</p> <ul style="list-style-type: none"> (0; 1) : Tension normale à l'état initial. (0; 0) : Tension tombant à zéro. (150; 0) : Tension repartant à zéro. (0; 0,85) : Tension repartant à 0,85 pu. (0; 1) : Tension repartant à 1 pu. <p>Les délais de rétablissement (t_{rec1}, t_{rec2}, t_{rec3}) et de clarification (t_{clear1}, t_{clear2}, t_{clear3}) sont indiqués pour les transitions de tension.</p>	<p>Le graphique montre la tension U [pu] en fonction du temps [ms] pour les unités de production d'électricité. La tension passe de 0 à 1,05 pu sur une durée de 1500 ms.</p> <p>pour Unités de production d'électricité</p>																															

CC 5.2.2.2	Capacité de résistance au taux de variation de la fréquence	2,5 Hz/s calculé sur une durée de 5 cycles
CC 5.3.2.4 et CC 5.3.2.5	<p>Effets des conditions environnementales et d'exploitation sur la capacité de puissance active</p>	
CC 5.3.3.2	<p>Paramètres LFSM-O et LFSM-U</p> <p> $s_2[\%] = 100 \cdot \frac{ \Delta f - \Delta f_1 }{f_n} \cdot \frac{P_{MAX}}{ \Delta P }$ </p>	<p>LFSM-O :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\Delta f_1/F_n = [1,004 \text{ pu} - 1,01 \text{ pu}]$ - $s_2 = [2 \% - 12 \%]$ <p>LFSM-U :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\Delta f_1/F_n = [0,996 \text{ pu} - 0,99 \text{ pu}]$ - $s_2 = [2 \% - 12 \%]$
CC 5.3.3.4	$\Delta t_{LFSM_activation}$	2 sec

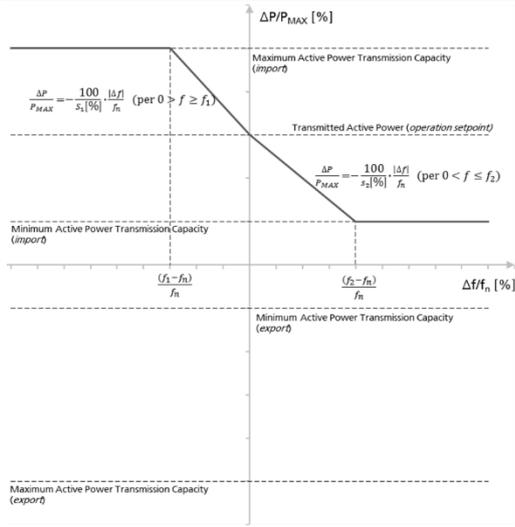
<p>CC 5.3.4.3 et CC 5.3.4.4</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Paramètres</th> <th>Plages types</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Plage de puissance active liée à la capacité maximum $\Delta P_1/P_{MAX}$</td> <td>1,5 – 10 %</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Insensibilité de la réponse à une variation de la fréquence des régulateurs</td> <td>Δf_i</td> <td>10 – 30 mHz</td> </tr> <tr> <td>$\Delta f_i /f_n$</td> <td>0,02 – 006 %</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Bande morte de la réponse à une variation de fréquence</td> <td>0 – 500 mHz</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Baisse s_1</td> <td>2 – 12 %</td> </tr> </tbody> </table>	Paramètres		Plages types	Plage de puissance active liée à la capacité maximum $\Delta P_1/P_{MAX}$		1,5 – 10 %	Insensibilité de la réponse à une variation de la fréquence des régulateurs	$ \Delta f_i $	10 – 30 mHz	$ \Delta f_i /f_n$	0,02 – 006 %	Bande morte de la réponse à une variation de fréquence		0 – 500 mHz	Baisse s_1		2 – 12 %										
Paramètres		Plages types																											
Plage de puissance active liée à la capacité maximum $\Delta P_1/P_{MAX}$		1,5 – 10 %																											
Insensibilité de la réponse à une variation de la fréquence des régulateurs	$ \Delta f_i $	10 – 30 mHz																											
	$ \Delta f_i /f_n$	0,02 – 006 %																											
Bande morte de la réponse à une variation de fréquence		0 – 500 mHz																											
Baisse s_1		2 – 12 %																											
<p>CC 5.3.4.6</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paramètres</th> <th>Valeurs types</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plage de puissance active liée à la capacité maximum $\Delta P_1/P_{MAX}$</td> <td>1,5 – 10 %</td> </tr> <tr> <td>Pour les unités de production d'électricité, le retard initial maximum admissible t_1 sauf justification contraire</td> <td>2 sec</td> </tr> <tr> <td>Choix maximum admissible du temps d'activation complet t_2, à moins que des temps d'activation plus longs ne soient autorisés par le GRT pour des raisons de stabilité du système</td> <td>30 sec</td> </tr> </tbody> </table>	Paramètres	Valeurs types	Plage de puissance active liée à la capacité maximum $\Delta P_1/P_{MAX}$	1,5 – 10 %	Pour les unités de production d'électricité, le retard initial maximum admissible t_1 sauf justification contraire	2 sec	Choix maximum admissible du temps d'activation complet t_2 , à moins que des temps d'activation plus longs ne soient autorisés par le GRT pour des raisons de stabilité du système	30 sec																			
Paramètres	Valeurs types																												
Plage de puissance active liée à la capacité maximum $\Delta P_1/P_{MAX}$	1,5 – 10 %																												
Pour les unités de production d'électricité, le retard initial maximum admissible t_1 sauf justification contraire	2 sec																												
Choix maximum admissible du temps d'activation complet t_2 , à moins que des temps d'activation plus longs ne soient autorisés par le GRT pour des raisons de stabilité du système	30 sec																												
<p>CC 5.4.1.2</p>	<p>Capacité de puissance réactive à capacité maximum</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paramètres</th> <th>Unités de production d'électricité synchrone</th> <th>Unités de production d'électricité à onduleur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">Définition de l'enveloppe interne</td> </tr> <tr> <td>Q/P_MAX Plage</td> <td>0,95 – 1,08</td> <td>0,66 – 0,95</td> </tr> <tr> <td>Plage de tension</td> <td>0,150 – 0,225</td> <td>0,150 – 0,225</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Définition de l'enveloppe externe</td> </tr> <tr> <td>U^{sup}</td> <td colspan="2">1,100</td> </tr> <tr> <td>U^{inf}</td> <td colspan="2">0,875</td> </tr> <tr> <td>Q/P_{MAX}^{inf}</td> <td colspan="2">- 0,500</td> </tr> <tr> <td>Q/P_{MAX}^{sup}</td> <td colspan="2">+ 0,650</td> </tr> </tbody> </table>	Paramètres	Unités de production d'électricité synchrone	Unités de production d'électricité à onduleur	Définition de l'enveloppe interne			Q/P_MAX Plage	0,95 – 1,08	0,66 – 0,95	Plage de tension	0,150 – 0,225	0,150 – 0,225	Définition de l'enveloppe externe			U^{sup}	1,100		U^{inf}	0,875		Q/P_{MAX}^{inf}	- 0,500		Q/P_{MAX}^{sup}	+ 0,650	
Paramètres	Unités de production d'électricité synchrone	Unités de production d'électricité à onduleur																											
Définition de l'enveloppe interne																													
Q/P_MAX Plage	0,95 – 1,08	0,66 – 0,95																											
Plage de tension	0,150 – 0,225	0,150 – 0,225																											
Définition de l'enveloppe externe																													
U^{sup}	1,100																												
U^{inf}	0,875																												
Q/P_{MAX}^{inf}	- 0,500																												
Q/P_{MAX}^{sup}	+ 0,650																												
<p>CC 5.4.1.6</p>	<p>Capacité de puissance réactive inférieure à la capacité maximum</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paramètres</th> <th>Unités de production d'électricité à onduleur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Définition de l'enveloppe interne</td> </tr> <tr> <td>Q/P_MAX Plage</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>Plage P</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Définition de l'enveloppe externe</td> </tr> <tr> <td>p^{sup}</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>p^{inf}</td> <td>0,000</td> </tr> <tr> <td>Q/P_{MAX}^{inf}</td> <td>- 0,350</td> </tr> <tr> <td>Q/P_{MAX}^{sup}</td> <td>+ 0,400</td> </tr> </tbody> </table>	Paramètres	Unités de production d'électricité à onduleur	Définition de l'enveloppe interne		Q/P_MAX Plage	0,75	Plage P	1	Définition de l'enveloppe externe		p^{sup}	1,000	p^{inf}	0,000	Q/P_{MAX}^{inf}	- 0,350	Q/P_{MAX}^{sup}	+ 0,400									
Paramètres	Unités de production d'électricité à onduleur																												
Définition de l'enveloppe interne																													
Q/P_MAX Plage	0,75																												
Plage P	1																												
Définition de l'enveloppe externe																													
p^{sup}	1,000																												
p^{inf}	0,000																												
Q/P_{MAX}^{inf}	- 0,350																												
Q/P_{MAX}^{sup}	+ 0,400																												
<p>CC 5.4.2.3</p>	<p>modes de contrôle de tension ;</p>	<p>- $U_{REG_MIN} = 0,95$</p>																											

		<ul style="list-style-type: none"> - $U_{REG_MAX} = 1,05$ - $\Delta U_{REG} = 0,01$ - $t_{REG_90\%} = 1 - 5 \text{ sec}$ - $t_{REG_100\%} = 5 - 50 \text{ sec}$
CC 5.4.2.3b)	mode de contrôle de la puissance réactive ;	<ul style="list-style-type: none"> - Paliers de réglage $\leq 5 \text{ MVar}$ de la puissance réactive totale - Précision typique $\leq \pm 5 \text{ MVar}$ de la puissance réactive totale
CC 5.5.2.3	Limites de rampe	De 1 à 20 % de la puissance nominale par minute
CC 5.6.2.2	$t_{re-synchronisation}$	15 minutes



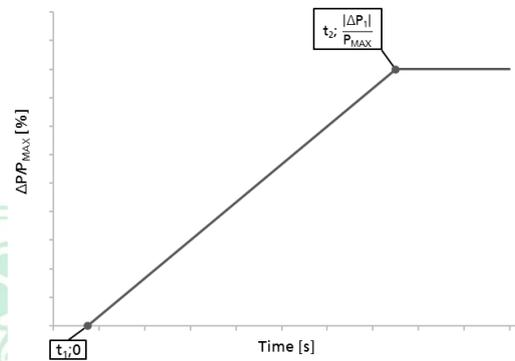
<p>CC 6.2.1.5</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Plages de fréquence</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">a) f identique à tous les terminaux du système CCHT</td> <td>i. $F_{f_{bas2}}$ Hz – $F_{f_{bas1}}$ Hz</td> <td>À préciser en minutes par le(s) GRT compétent(s)</td> </tr> <tr> <td>ii. $F_{f_{bas1}}$ Hz – $F_{f_{haut1}}$ Hz</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>iii. $F_{f_{haut1}}$ Hz – $F_{f_{haut2}}$ Hz</td> <td>À préciser en minutes par le(s) GRT compétent(s)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">b) f différent à tous les terminaux du système CCHT</td> <td>i.</td> <td rowspan="3">comme ci-dessus mais chaque plage et période de temps minimum est définie pour chaque terminal du système HVDC par le GRT conformément à la valeur f de son système électrique</td> </tr> <tr> <td>ii.</td> </tr> <tr> <td>iii.</td> </tr> </tbody> </table>		Plages de fréquence	Période d'exploitation	a) f identique à tous les terminaux du système CCHT	i. $F_{f_{bas2}}$ Hz – $F_{f_{bas1}}$ Hz	À préciser en minutes par le(s) GRT compétent(s)	ii. $F_{f_{bas1}}$ Hz – $F_{f_{haut1}}$ Hz	Illimitée	iii. $F_{f_{haut1}}$ Hz – $F_{f_{haut2}}$ Hz	À préciser en minutes par le(s) GRT compétent(s)	b) f différent à tous les terminaux du système CCHT	i.	comme ci-dessus mais chaque plage et période de temps minimum est définie pour chaque terminal du système HVDC par le GRT conformément à la valeur f de son système électrique	ii.	iii.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Plages de fréquence</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,94 pu – 0,95 pu</td> <td>60 secondes</td> </tr> <tr> <td>0,95 pu – 0,98 pu</td> <td>plus longs que les temps établis pour la production selon CC 5.1.1.5 (> 30 minutes) mais ≤ 90 minutes</td> </tr> <tr> <td>0,98 pu – 1,02 pu</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>1,02 pu – 1,03 pu</td> <td>plus longs que les temps établis pour la production selon CC 5.1.1.5 (> 30 minutes) mais ≤ 90 minutes</td> </tr> <tr> <td>1,03 pu – 1,04 pu</td> <td>> 15 minutes</td> </tr> </tbody> </table>	Plages de fréquence	Période d'exploitation	0,94 pu – 0,95 pu	60 secondes	0,95 pu – 0,98 pu	plus longs que les temps établis pour la production selon CC 5.1.1.5 (> 30 minutes) mais ≤ 90 minutes	0,98 pu – 1,02 pu	Illimitée	1,02 pu – 1,03 pu	plus longs que les temps établis pour la production selon CC 5.1.1.5 (> 30 minutes) mais ≤ 90 minutes	1,03 pu – 1,04 pu	> 15 minutes
	Plages de fréquence	Période d'exploitation																											
a) f identique à tous les terminaux du système CCHT	i. $F_{f_{bas2}}$ Hz – $F_{f_{bas1}}$ Hz	À préciser en minutes par le(s) GRT compétent(s)																											
	ii. $F_{f_{bas1}}$ Hz – $F_{f_{haut1}}$ Hz	Illimitée																											
	iii. $F_{f_{haut1}}$ Hz – $F_{f_{haut2}}$ Hz	À préciser en minutes par le(s) GRT compétent(s)																											
b) f différent à tous les terminaux du système CCHT	i.	comme ci-dessus mais chaque plage et période de temps minimum est définie pour chaque terminal du système HVDC par le GRT conformément à la valeur f de son système électrique																											
	ii.																												
	iii.																												
Plages de fréquence	Période d'exploitation																												
0,94 pu – 0,95 pu	60 secondes																												
0,95 pu – 0,98 pu	plus longs que les temps établis pour la production selon CC 5.1.1.5 (> 30 minutes) mais ≤ 90 minutes																												
0,98 pu – 1,02 pu	Illimitée																												
1,02 pu – 1,03 pu	plus longs que les temps établis pour la production selon CC 5.1.1.5 (> 30 minutes) mais ≤ 90 minutes																												
1,03 pu – 1,04 pu	> 15 minutes																												
<p>CC 6.2.2.4</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Plage de tension</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>U_{bas1} pu – U_{haut1} pu</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>U_{haut1} pu – U_{haut2} pu</td> <td>À préciser en minutes par le GRT responsable au point de raccordement</td> </tr> </tbody> </table>		Plage de tension	Période d'exploitation	a)	U_{bas1} pu – U_{haut1} pu	Illimitée	b)	U_{haut1} pu – U_{haut2} pu	À préciser en minutes par le GRT responsable au point de raccordement	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tension de référence pour les valeurs pu</th> <th>Plage de tension</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">110 kV – 400 kV</td> <td>0,85 pu – 1,118 pu</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>1,118 pu – 1,15 pu</td> <td>≥ 20 minutes</td> </tr> </tbody> </table>	Tension de référence pour les valeurs pu	Plage de tension	Période d'exploitation	110 kV – 400 kV	0,85 pu – 1,118 pu	Illimitée	1,118 pu – 1,15 pu	≥ 20 minutes										
	Plage de tension	Période d'exploitation																											
a)	U_{bas1} pu – U_{haut1} pu	Illimitée																											
b)	U_{haut1} pu – U_{haut2} pu	À préciser en minutes par le GRT responsable au point de raccordement																											
Tension de référence pour les valeurs pu	Plage de tension	Période d'exploitation																											
110 kV – 400 kV	0,85 pu – 1,118 pu	Illimitée																											
	1,118 pu – 1,15 pu	≥ 20 minutes																											
<p>CC 6.3.1.5</p>																													
<p>CC 6.3.2.2</p>	<p>Capacité de résistance au taux de variation de la fréquence</p>	<p>entre – 2,5 et + 2,5 Hz/s (mesuré à tout moment comme moyenne du taux de changement de fréquence pour les 1 s précédentes) calculé sur une fenêtre de temps de 5 cycles</p>																											

CC 6.4.3.5

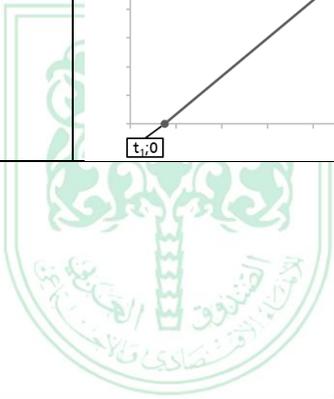


Paramètres	Plages types
Insensibilité de la réponse à une variation de la fréquence des régulateurs Δf	30 MHz maximum
Bande morte de la réponse à une variation de fréquence	0 – ± 500 mHz
Statisme s_1	min 0,1 %
Statisme s_2	min 0,1 %

CC 6.4.3.7



Paramètres	Valeurs types
Délai initial maximum admissible t_1	0,5 sec
Choix maximum admissible du temps d'activation complet t_2 , à moins que des temps d'activation plus longs ne soient autorisés par le GRT	30 sec



<p>CC 6.4.3.9</p>	<p style="text-align: center;">Paramètres LFSM-O et LFSM-U</p> <p style="text-align: center;"> $\frac{\Delta P}{P_{MAX}} = - \frac{100}{s_3[\%]} \cdot \frac{(f-f_1)}{f_n} \text{ (for } f > f_1)$ </p> <p style="text-align: center;"> $\frac{\Delta P}{P_{MAX}} = - \frac{100}{s_4[\%]} \cdot \frac{(f-f_2)}{f_n} \text{ (for } f < f_2)$ </p>	<p>LFSM-O :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\Delta f_1/F_n = [1,004 \text{ pu} - 1,008 \text{ pu}]$ - $s_3 \geq -0,1\%$ <p>LFSM-U :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\Delta f_2/F_n = [0,996 \text{ pu} - 0,99 \text{ pu}]$ - $s_4 \geq -0,1\%$ 																		
<p>CC 6.5.1.2</p>	<p style="text-align: center;">Capacité de puissance réactive à capacité maximum</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Paramètres</th> <th style="text-align: left;">Valeurs types</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q/P_{MAX} Plage</td> <td>0,95 – 1,08</td> </tr> <tr> <td>Plage de tension</td> <td>0,150 – 0,225</td> </tr> <tr> <td>U^{sup}</td> <td>1,150</td> </tr> <tr> <td>U^{inf}</td> <td>0,850</td> </tr> <tr> <td>Q/P_{MAX}^{inf}</td> <td>- 0,500</td> </tr> <tr> <td>Q/P_{MAX}^{sup}</td> <td>+ 0,650</td> </tr> </tbody> </table>	Paramètres	Valeurs types	Q/P _{MAX} Plage	0,95 – 1,08	Plage de tension	0,150 – 0,225	U ^{sup}	1,150	U ^{inf}	0,850	Q/P _{MAX} ^{inf}	- 0,500	Q/P _{MAX} ^{sup}	+ 0,650				
Paramètres	Valeurs types																			
Q/P _{MAX} Plage	0,95 – 1,08																			
Plage de tension	0,150 – 0,225																			
U ^{sup}	1,150																			
U ^{inf}	0,850																			
Q/P _{MAX} ^{inf}	- 0,500																			
Q/P _{MAX} ^{sup}	+ 0,650																			
<p>CC 6.5.2.1a)</p>	<p style="text-align: center;">modes de contrôle de tension ;</p>	<ul style="list-style-type: none"> - U_{REG_MIN} = 0,95 - U_{REG_MAX} = 1,05 - ΔU_{REG} = 0,01 - t_{REG_90%} = 0,1 – 10 sec - t_{REG_100%} = 1 – 60 sec 																		
<p>CC 7.1.1.5</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Plages de fréquence</th> <th style="text-align: center;">Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="vertical-align: middle;">f de la zone synchrone</td> <td style="text-align: center;">F_{f_{bas2}} Hz – F_{f_{bas1}} Hz</td> <td style="text-align: center;">À préciser en minutes par le GRT responsable</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F_{f_{bas1}} Hz – F_{f_{haut1}} Hz</td> <td style="text-align: center;">Illimitée</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F_{f_{haut1}} Hz – F_{f_{haut2}} Hz</td> <td style="text-align: center;">À préciser en minutes par le GRT responsable</td> </tr> </tbody> </table>		Plages de fréquence	Période d'exploitation	f de la zone synchrone	F _{f_{bas2}} Hz – F _{f_{bas1}} Hz	À préciser en minutes par le GRT responsable	F _{f_{bas1}} Hz – F _{f_{haut1}} Hz	Illimitée	F _{f_{haut1}} Hz – F _{f_{haut2}} Hz	À préciser en minutes par le GRT responsable	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Plages de fréquence</th> <th style="text-align: center;">Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">f = 50 Hz</td> <td style="text-align: center;">47,5 Hz – 48,5 Hz</td> <td style="text-align: center;">À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">48,5 Hz – 49,0 Hz</td> <td style="text-align: center;">À préciser par chaque GRT mais pas moins de période pour 47,5-48Hz</td> </tr> </tbody> </table>		Plages de fréquence	Période d'exploitation	f = 50 Hz	47,5 Hz – 48,5 Hz	À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes	48,5 Hz – 49,0 Hz	À préciser par chaque GRT mais pas moins de période pour 47,5-48Hz
	Plages de fréquence	Période d'exploitation																		
f de la zone synchrone	F _{f_{bas2}} Hz – F _{f_{bas1}} Hz	À préciser en minutes par le GRT responsable																		
	F _{f_{bas1}} Hz – F _{f_{haut1}} Hz	Illimitée																		
	F _{f_{haut1}} Hz – F _{f_{haut2}} Hz	À préciser en minutes par le GRT responsable																		
	Plages de fréquence	Période d'exploitation																		
f = 50 Hz	47,5 Hz – 48,5 Hz	À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes																		
	48,5 Hz – 49,0 Hz	À préciser par chaque GRT mais pas moins de période pour 47,5-48Hz																		

		<table border="1"> <tbody> <tr> <td></td> <td>49,0 Hz – 51,0 Hz</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td></td> <td>51,0 Hz – 51,5 Hz</td> <td>30 minutes</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Plages de fréquence</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">f = 60 Hz</td> <td>57,6 Hz – 58,2 Hz</td> <td>À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes</td> </tr> <tr> <td>58,2 Hz – 58,8 Hz</td> <td>À préciser par chaque GRT mais pas moins de période pour 47,5-48Hz</td> </tr> <tr> <td>58,8 Hz – 61,2 Hz</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>61,2 Hz – 61,8 Hz</td> <td>30 minutes</td> </tr> </tbody> </table>		49,0 Hz – 51,0 Hz	Illimitée		51,0 Hz – 51,5 Hz	30 minutes		Plages de fréquence	Période d'exploitation	f = 60 Hz	57,6 Hz – 58,2 Hz	À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes	58,2 Hz – 58,8 Hz	À préciser par chaque GRT mais pas moins de période pour 47,5-48Hz	58,8 Hz – 61,2 Hz	Illimitée	61,2 Hz – 61,8 Hz	30 minutes
	49,0 Hz – 51,0 Hz	Illimitée																		
	51,0 Hz – 51,5 Hz	30 minutes																		
	Plages de fréquence	Période d'exploitation																		
f = 60 Hz	57,6 Hz – 58,2 Hz	À préciser par chaque GRT mais ≥ 30 minutes																		
	58,2 Hz – 58,8 Hz	À préciser par chaque GRT mais pas moins de période pour 47,5-48Hz																		
	58,8 Hz – 61,2 Hz	Illimitée																		
	61,2 Hz – 61,8 Hz	30 minutes																		
CC 7.1.2.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Plage de tension</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_{bas2 pu} - U_{bas1 pu}$</td> <td>À préciser en minutes par le GRT responsable</td> </tr> <tr> <td>$U_{bas1 pu} - U_{haut1 pu}$</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>$U_{haut1 pu} - U_{haut2 pu}$</td> <td>À préciser en minutes par le GRT responsable</td> </tr> </tbody> </table>	Plage de tension	Période d'exploitation	$U_{bas2 pu} - U_{bas1 pu}$	À préciser en minutes par le GRT responsable	$U_{bas1 pu} - U_{haut1 pu}$	Illimitée	$U_{haut1 pu} - U_{haut2 pu}$	À préciser en minutes par le GRT responsable	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Base de tension pour valeurs pu</th> <th>Plage de tension</th> <th>Période d'exploitation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">110 kV – 400 kV</td> <td>0,90 pu – 1,118 pu</td> <td>Illimitée</td> </tr> <tr> <td>1,118 pu – 1,15 pu</td> <td>À préciser par chaque GRT mais pas moins de 20 minutes et pas plus de 60 minutes</td> </tr> </tbody> </table>	Base de tension pour valeurs pu	Plage de tension	Période d'exploitation	110 kV – 400 kV	0,90 pu – 1,118 pu	Illimitée	1,118 pu – 1,15 pu	À préciser par chaque GRT mais pas moins de 20 minutes et pas plus de 60 minutes		
Plage de tension	Période d'exploitation																			
$U_{bas2 pu} - U_{bas1 pu}$	À préciser en minutes par le GRT responsable																			
$U_{bas1 pu} - U_{haut1 pu}$	Illimitée																			
$U_{haut1 pu} - U_{haut2 pu}$	À préciser en minutes par le GRT responsable																			
Base de tension pour valeurs pu	Plage de tension	Période d'exploitation																		
110 kV – 400 kV	0,90 pu – 1,118 pu	Illimitée																		
	1,118 pu – 1,15 pu	À préciser par chaque GRT mais pas moins de 20 minutes et pas plus de 60 minutes																		
CC 7.2.2.2	Facteur de puissance de l'installation de consommation (PF_{charge})	0,9																		