Cahier des charges des Capacités Constructives
Conditions générales

Unité Synchrone

Ce document définit les capacités constructives demandées par RTE pour une unité de production de synchrone, d'une puissance active maximale [Pmax_unité], en cohérence avec le règlement UE n° 2016/631 de la Commission établissant un code de réseau sur les exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité [1], le Code de l'énergie [2], l'arrêté [3] ainsi qu'avec la Documentation Technique de Référence [4].

Ce document est accompagné par des conditions particulières permettant de préciser les paramètres spécifiques au projet et en particulier les éléments liés au contrôle de conformité.

Les données notées [..] sont définies dans les conditions particulières du projet

Version RfG pour unités synchrones

Département accès au réseau et offre de service
Tour Initiale
1 terrasse Bellini – TSA 41000
92919 LA DEFENSE CEDEX

SOMMAIRE

SOMMAIRE 2
1. Objet du document 4
2. Définitions 4
3. Capacités constructives de l'unite de production 7
3.1 Capacités constructives en réactif et réglage de la tension 7
3.1.1 Tension de dimensionnement Udim 7
3.1.2 Transformateur principal 7
3.1.3 Capacités en puissance réactive 7
3.1.4 Réglage primaire de tension 8
3.1.5 Réglage secondaire de tension : asservissement du régulateur primaire de tension au RST 10
3.2 Réglage fréquence/puissance 13
3.2.1 Mode de réglage restreint à la sur-fréquence (mode LFSM-O) 13
3.2.2 Mode de réglage restreint à la sous-fréquence (mode LFSM-U) 14
3.2.3 Réglage primaire de fréquence (mode FSM) 15
3.2.4 Réglage secondaire fréquence puissance (RSFP) 18
3.3 Comportement de l'unité de production pour la résolution des contraintes de transit 19
3.4 Comportement de l'unité lors des régimes exceptionnels 20
3.4.1 Conditions de découplage de l'unité lors des régimes exceptionnels 20
3.4.2 Régimes exceptionnels en tension 20
3.4.3 Régimes exceptionnels en fréquence 22
3.4.4 Ecarts combinés Fréquence/Tension 23
3.4.5 Comportement de l'unité de production en réseau séparé 24
3.4.6 Couplage rapide après découplage fortuit sur aléa réseau 24
3.5 Participation à la reconstitution du réseau 26
3.5.1 Non perturbation de la reprise de service 26
3.5.2 Reconstitution du réseau 26
3.6 Stabilité 27
3.6.1 Stabilité en petits mouvements 27
3.6.2 Evaluation de la robustesse 28
3.6.2.1 Echelon de consigne du réglage primaire de tension 28
3.6.2.2 Echelon de la consigne RST Uref 28
3.6.3 Stabilité sur report de charge 29
3.6.4 Stabilité sur court-circuit 29
3.6.5 Comportement en cas de rupture de synchronisme 30
3.6.6 Découplage réglage fréquence/tension 30
3.7 Non déclenchement sur creux de tension 30
3.8 Non déclenchement sur surtension 32
3.9 Perturbations 33
3.9.1 Unité de production raccordée en HTB 1 ou HTB 2 33
3.9.2 Unité de production raccordée en HTB 3 34
3.9.3 Scc au point de raccordement est inférieure aux valeurs normées 34
3.10 Données permettant de simuler le comportement de l'installation 34
3.11 Echanges d'informations 36
3.11.1 Transmission d'ordres à exécution rapide 36
3.11.2 Nature des informations échangées 38
3.11.3 Performances attendues pour la mise à disposition des téléinformations et la prise en compte des ordres 45
3.11.4 Modalités et protocoles d'échange 45
3.12 Système de protection 46
4. Fiches de Contrôle avant l'acces définitif au reseau 47
5. Références 48
6. Liste des annexes 49
ANNEXE 1 : Principes de calcul des marges de stabilité 50

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

1. Définitions 50
1.1 Boucle de régulation 50
1.2 Marges de stabilité.....50
2. Principe des mesures des marges de modules.....51
ANNEXE 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon 52

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

1. OBJET DU DOCUMENT

Ce document définit les capacités constructives demandées par RTE pour une unité de production synchrone, d'une puissance active maximale [$P_{max\ unité}$], en cohérence avec le Code de l'énergie [1] et l'arrêté [2] ainsi qu'avec la Documentation Technique de Référence [3]. Il décrit également les simulations et essais à réaliser avant l'accès au réseau définitif de cette unité de production. Ce cahier des charges est défini pour une seule unité même si l'installation en comporte plusieurs.

L'unité synchrone est donc considérée de manière individuelle, la création d'une unité synchrone n'ayant pas d'impact sur les capacités constructives des autres unités raccordées au même point de raccordement (synchrones ou parcs non synchrones).

2. DEFINITIONS

Les définitions introduites par le code RfG sont rappelées ci –après :

Unité de production d'électricité synchrone : un ensemble indivisible d'équipements qui peut produire de l'énergie électrique de telle sorte que la fréquence de la tension générée, la vitesse de rotation de l'alternateur et la fréquence de la tension du réseau sont égales dans un rapport constant, et donc au synchronisme.

Installation de production d'électricité : une installation qui convertit de l'énergie primaire en énergie électrique et qui se compose d'une ou de plusieurs unités de production d'électricité raccordées à un réseau en un ou plusieurs points de raccordement; L'installation comprend l'ensemble des éléments situés en amont du point de raccordement.

Pmax unité ($P_{max\ unité}$) **:** puissance active maximale que peut délivrer sans limitation de durée l'unité de production d'électricité, diminuée de toute consommation liée uniquement à la facilitation du fonctionnement de cette unité de production d'électricité et qui n'est pas injectée sur le réseau, telle que stipulée dans la convention de raccordement ou telle que convenue entre le gestionnaire de réseau compétent et le propriétaire d'une installation de production d'électricité.

Nota : cette Pmax unité est délivrée sans limitation de durée sous réserve de disponibilité de l'énergie primaire et dans les conditions qui maximisent la puissance produite

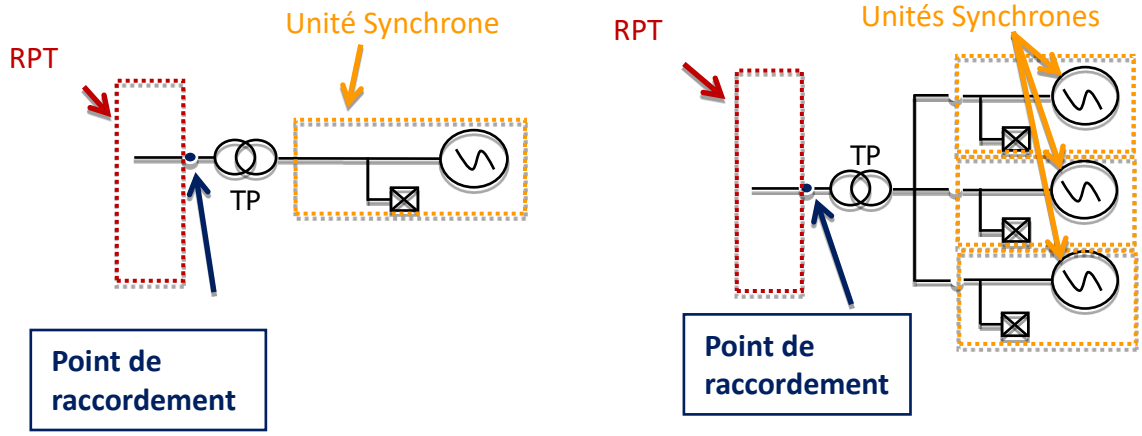
Pmin unité ($P_{min\ unité}$**):** la puissance active minimale à laquelle l'unité de production peut fonctionner (jusqu'à laquelle l'unité de production d'électricité peut fournir du réglage de puissance active).

Minimum technique : la puissance active minimale à laquelle l'unité de production peut fonctionner de manière stable sans limitation de durée.

Nota : ce minimum technique est délivré sans limitation de durée sous réserve de disponibilité de l'énergie primaire

Point de raccordement : l'interface par laquelle l'unité de production d'électricité est connectée à un réseau de transport, un réseau en mer, un réseau de distribution, y compris les réseaux de distribution fermés, ou à une liaison HVDC, telle que définie dans la convention de raccordement.

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)



Cas du transformateur dédié **Cas du transformateur partagé**

Figure 1 : Schémas de raccordement des unités synchrones

Insensibilité :

La caractéristique intrinsèque du système de contrôle-commande spécifiée sous forme « de la grandeur minimale » de la variation de fréquence ou du signal d'entrée qui aboutit à une modification de la puissance ou du signal de sortie lorsque le signal change de sens

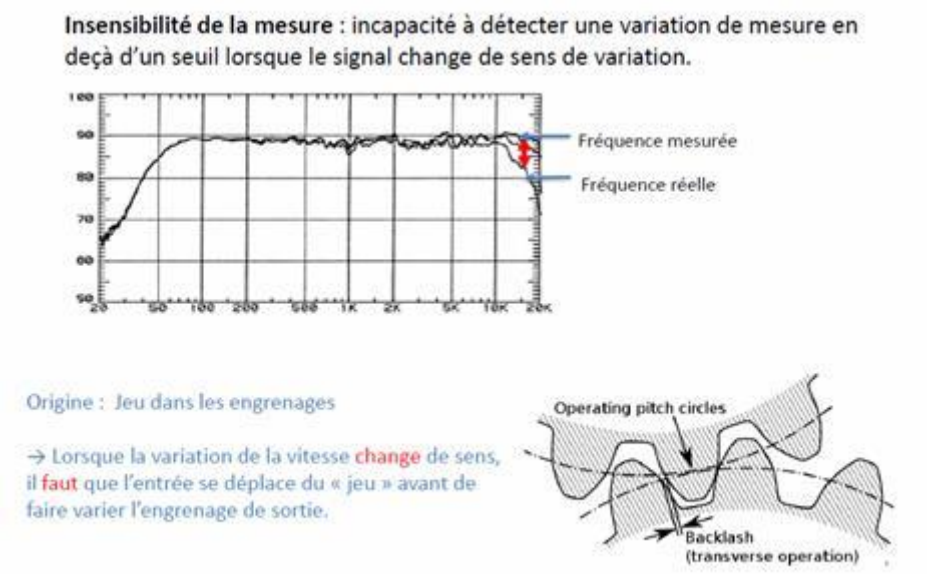
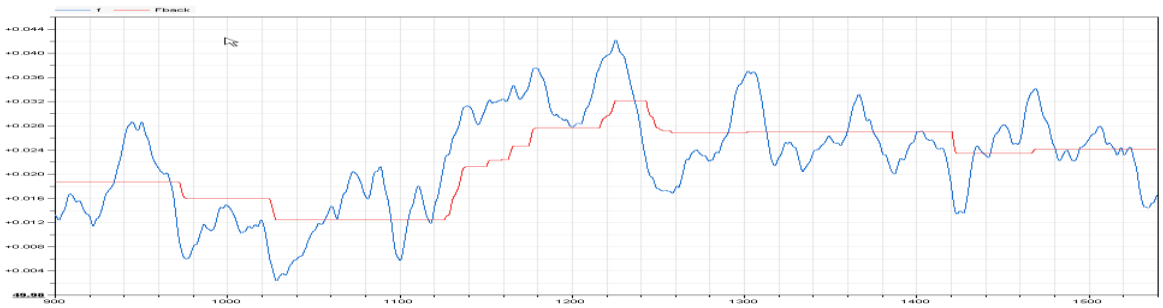


Figure 1 : Insensibilité

Sur la fréquence cela se traduit pas un filtrage des petites variations.



Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Cet effet de filtrage peut s'apparenter à une bande morte dynamique qui se déplace avec la valeur de la fréquence, elle est donc beaucoup plus efficace. De plus on ne retrouve pas l'effet de seuil observé autour de 50 Hz comme avec la bande morte classique.

Bande morte :
Intervalle utilisé volontairement pour « neutraliser » le réglage de la fréquence

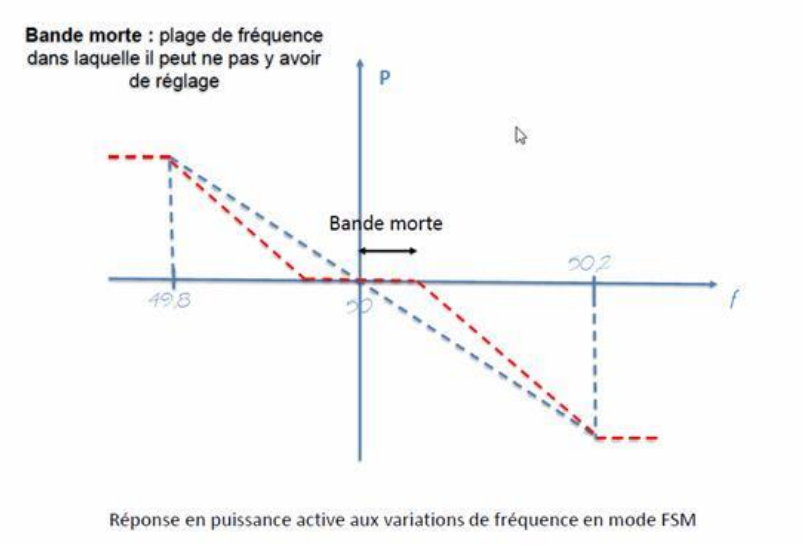


Figure 2 : Bande morte

Type d'unité A, B, C, D :

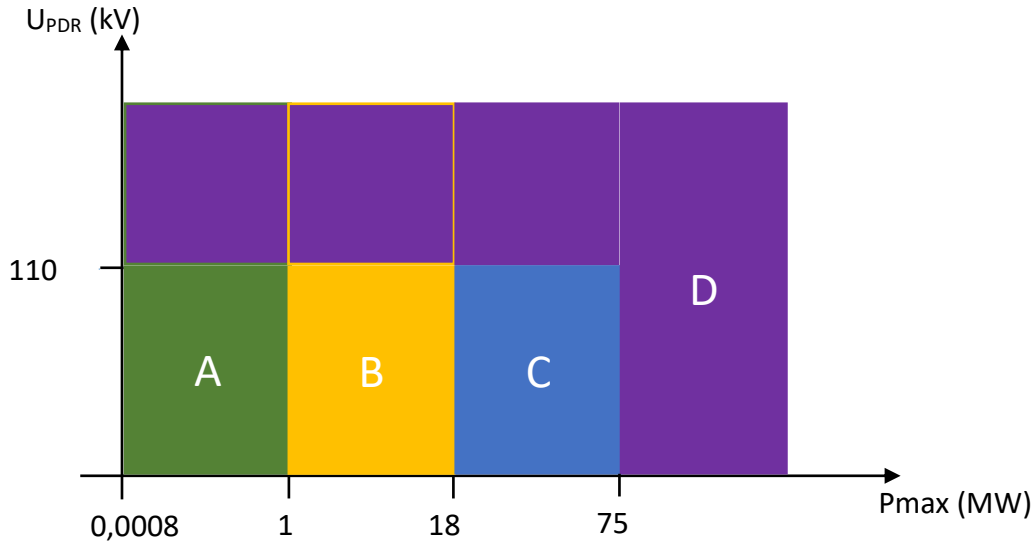


Figure 2 : Classification des types d'unités synchrones

Ce document concerne les unités synchrones de type B, C, D.

Références :

- Documentation Technique de Référence [3],
- Code RfG [1] art. 2 « Définitions », art. 5 « Détermination du caractère significatif »

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

3. CAPACITES CONSTRUCTIVES DE L'UNITE DE PRODUCTION

3.1 Capacités constructives en réactif et réglage de la tension

3.1.1 Tension de dimensionnement Udim

Condition d'application : Types B, C, D

La tension de dimensionnement [U_{dim}] est la tension à prendre en compte pour la définition des dispositions constructives de fourniture et d'absorption de puissance réactive (et en particulier le choix de la prise nominale du transformateur principal). La tension Udim est définie dans les conditions particulières.

Références :

- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.2.1 « Réglage de la tension et capacités constructives en puissance réactive ».

3.1.2 Transformateur principal

Condition d'application : Types B, C, D

Le type de régleur du transformateur principal est au choix du client.

- Si le Transformateur principal est équipé d'un régleur avec changement de prise à vide :

  Le transformateur principal doit comporter [N] prises à vide permettant de modifier le rapport de transformation entre primaire (côté réseau) et secondaire (côté groupe) et donc d'ajuster la tension à laquelle l'installation injecte l'énergie sur le réseau.

  Le nombre et la valeur de chaque prise sont définis dans les conditions particulières.

  La prise 0% correspond à la prise nominale.

- Si le transformateur principal est équipé d'un régleur avec changement de prise en charge :

  Le transformateur principal est équipé d'un dispositif de changement de prise en charge, permettant de modifier le rapport de transformation entre primaire (côté réseau) et secondaire (côté groupe/ générateur) avec, à minima, le respect du nombre [N] et de la valeur de chaque prise qui sont définis dans les conditions particulières.

Références :

- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.2.1 « Réglage de la tension et capacités constructives en puissance réactive ».

3.1.3 Capacités en puissance réactive

Condition d'application : Types B, C, D

L'unité de production doit disposer d'une capacité de réglage de la puissance réactive qu'elle peut fournir ou absorber. Les capacités de fourniture et d'absorption de puissance réactive appliquées à l'unité de production sont les suivantes (les points A, C, C', A' étant ceux définis dans la Documentation Technique de Référence [3]) :

1. Pour P = [Pmax_unité] et U = [U_{dim}] ; Q en Mvar doit pouvoir prendre toute valeur comprise dans l'intervalle [-0,35 [Pmax_unité] ; 0,32 [Pmax_unité]] défini par les points [C ; A].
2. Quelle que soit P fournie et pour U = 0,9 [U_{dim}] kV ; Q doit pouvoir être au moins égale à 0,3 Pmax_unité défini par le point B.
3. Quelle que soit P fournie et pour U = [U_{dim}]; Q doit pouvoir prendre toute valeur comprise dans l'intervalle [-0,28 [Pmax_unité] ; 0,30 [Pmax_unité]] défini par les points [C' ; A'].
4. Quelle que soit P fournie et pour toute valeur de U comprise entre [Umin] et [Umax]; l'unité doit pouvoir moduler sa fourniture et son absorption de puissance réactive dans les limites du domaine de fonctionnement de l'unité.

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

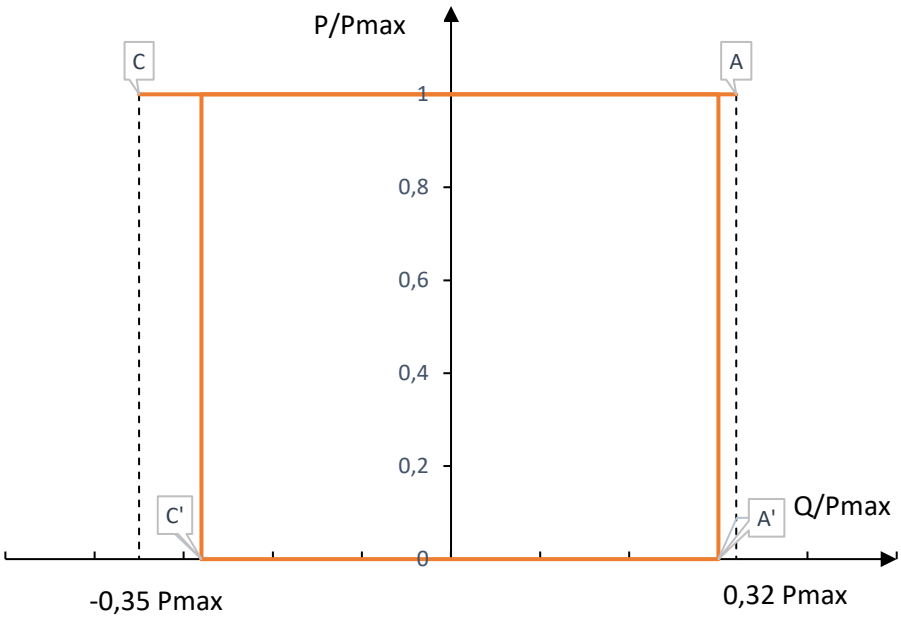


Figure 3 : Diagramme P-Q /Pmax minimum d'une unité synchrone

- Si le transformateur principal est équipé d'un régleur avec changement de prise à vide :

Les points précédents doivent être atteints lorsque le transformateur principal est sur sa prise nominale.

- Si le transformateur principal est équipé d'un régleur avec changement de prise en charge :

Les points précédents peuvent être atteints pour différentes prises du transformateur principal.

Le producteur fournit à RTE les diagrammes [U, Q] de l'installation selon les spécifications de la fiche I1.

Références :

- Code RfG [1]: article 17.2, article 18.2
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.2.1 « Réglage de la tension et capacités constructives en puissance réactive ».

3.1.4 Réglage primaire de tension

Condition d'application : Types B, C, D

L'unité de production participe au réglage primaire de tension. La loi de régulation, permettant d'asservir automatiquement la fourniture ou l'absorption de puissance réactive à la tension en un point de consigne est définie par RTE parmi l'une des lois décrites ci-après.

Le point de consigne et la loi de régulation applicable sont définis par RTE dans les conditions particulières.

U_{PROD} Q_{PROD} P_{PROD} données remontées par le producteur et définies par RTE dans les conditions particulières.

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

3.1.4.1 Réglage de tension de type Facteur de puissance

Tangente φ = constante

3.1.4.2 Réglage de tension UPROD+λ.QPROD=Ucons

Loi de réglage :

$$[U_{PROD}]+\lambda.[Q_{PROD}]=[U_{cons}]$$

Uprod : Tension prise en compte pour le réglage primaire de tension et dont le point de mesure est défini dans les conditions particulières par RTE

Qprod : Réactif mesuré pris en compte pour le réglage primaire de tension et dont le point de mesure est défini dans les conditions particulières par RTE

Ucons : Tension du point de consigne pris en compte pour le réglage primaire de tension et défini par RTE

Pour les simulations préalables à l'accès au réseau définitif, [λ] est fixé dans les conditions particulières.

Pour les essais préalables à l'accès au réseau définitif, [λ] est fixé en concertation avec le producteur dans la convention d'exploitation pour essais.

Pour l'exploitation définitive, [λ] est fixé en concertation avec le producteur dans la convention d'exploitation.

3.1.4.3 Réglage de la tension stator

Le [point de consigne] est le stator de l'unité et la loi de réglage est : $U_{stator} = U_{consigne}$

$U_{PROD} = U_{stator}$

$Q_{PROD} = Q_{stator}$

$P_{PROD} = P_{stator}$

3.1.4.4 Conditions liées au réglage primaire de tension

La régulation doit être possible sur la totalité du domaine couvert par le diagramme [U ; Q] de l'unité. Le cas échéant, si une partie du diagramme se situe en dehors du domaine normal de tension du point de raccordement, la zone correspondante doit être accessible au régulateur pour des durées limitées (cf. §3.4.2).

Le temps d'établissement de la grandeur asservie par le réglage de tension sur un échelon de consigne, à ±5 % de la différence entre la valeur finale et la valeur initiale centrée autour de sa valeur finale, doit être inférieur à 10 secondes.

L'écart statique entre la grandeur asservie injectée dans le régulateur de tension et la consigne du régulateur doit être au plus égal à 0,2 %.

Lorsque le réglage primaire de tension est de type « Réglage de tension UPROD+λ.QPROD=Ucons » ou §3.1.4.3 « Réglage de la tension stator », l'unité de production transmet via un Equipement de Téléconduite Locale (ETL) :

- la télémesure Ucons,
- les télésignalisations d'atteinte des limitations du régulateur primaire de tension (butées UQ+ et UQ-)

Lorsque l'unité de production est à l'arrêt ou ne participe pas au réglage primaire de tension la télémesure U_{cons} est transmise invalide et les butées ne sont pas activées.

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Références :

- Code RfG [1]: article 19.2
- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.2.1 « Réglage de la tension et capacités constructives en puissance réactive ».

3.1.5 Réglage secondaire de tension : asservissement du régulateur primaire de tension au RST

Condition d'application : Type D

L'unité doit avoir des capacités constructives de participation au réglage secondaire de tension. Pour cela, l'unité doit avoir des capacités constructives lui permettant de recevoir une consigne U_{ref}, émise par le centre de conduite de RTE et d'élaborer à partir de U_{ref} la consigne à appliquer au régulateur primaire de tension U_{cons} (consigne du régulateur de tension au [point de consigne])

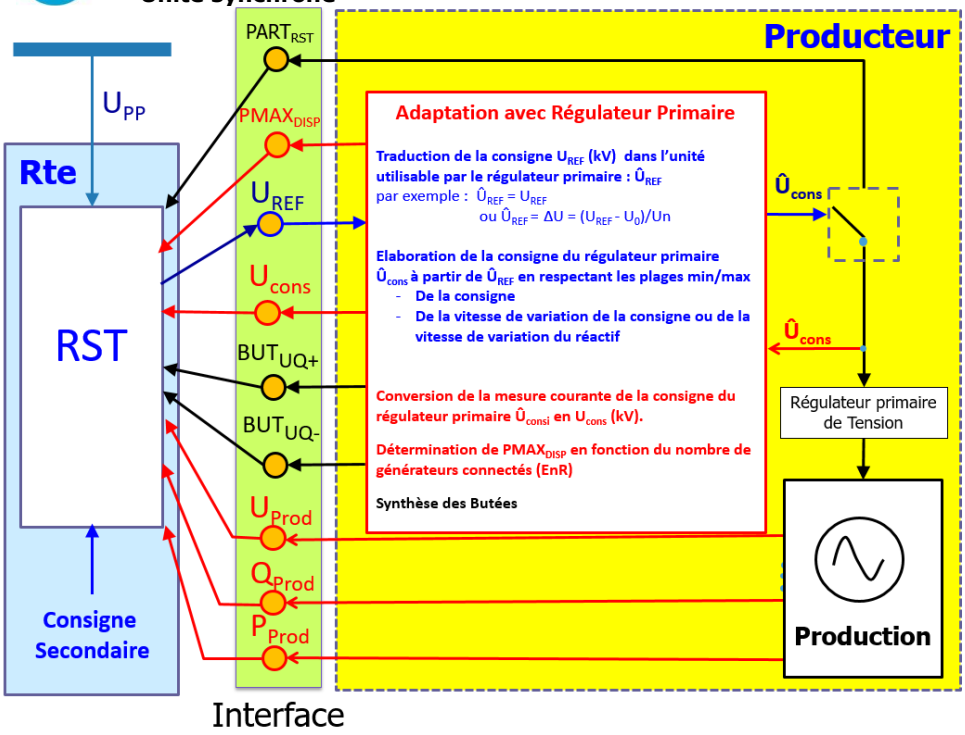
Afin de pouvoir assurer ce réglage, le dispositif mis en place sur l'unité de production, doit permettre, au régulateur primaire de tension au [point de consigne]:

- de fixer la tension de consigne U_{cons} du régulateur primaire
- de sélectionner l'un des 2 modes de régulation : RST ou hors RST
- via un Equipement de Téléconduite Locale (ETL)
  - d'appliquer la commande U_{ref} du centre de conduite régional RTE dans un délai ≤ 1s (délai maximal entre le moment où l'information arrive sur l'interface avec le producteur et le moment où elle est prise en compte par le régulateur primaire de tension du producteur).
  - d'acquérir simultanément les télémesures (TM) de l'unité de production réglant la tension au [point de consigne] (tension, puissance active et réactive, consigne appliquée au régulateur primaire), les TM étant obtenues à partir de mesures préalablement filtrées de façon à rejeter les fréquences supérieures à 0,05Hz.
  - d'acquérir les télésignalisations (TS) de l'unité de production réglant la tension au [point de consigne] et du mode de régulation (RST/hors RST), ainsi que les limitations du régulateur primaire de tension à la hausse (butée UQ+) ou à la baisse (butée UQ-).
  - de transmettre ces téléinformations (TM et TS) vers le centre de conduite RTE.

L'application de la consigne U_{ref} au régulateur primaire de tension peut nécessiter un traitement préliminaire à réaliser par le producteur (voir Figure 4). En effet, selon les caractéristiques du régulateur primaire de tension, il peut être nécessaire de traduire la consigne U_{ref} (kV) dans une unité utilisable par le régulateur primaire. De plus, il faut prendre en compte l'atteinte des limitations (plages min/max de variation de la consigne, vitesse maximale de variation de la consigne) pour élaborer à partir de U_{ref}, la consigne à appliquer au régulateur primaire de tension.

De la même manière, l'émission par le producteur des informations nécessaires à RTE (retour de la consigne de tension effectivement appliquée au régulateur primaire de tension, limitations) peut aussi nécessiter un traitement préalable.

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)



U_{ref} : consigne RST (kV) envoyée par RTE

$\bar{U}_{ref}$: Uref traduit dans l'unité du régulateur de tension (kV, %)

$\bar{U}_{cons}$: consigne élaborée à partir de Ūref, appliquée au régulateur primaire (kV, %)

$\bar{U}_{consi}$: mesure de la consigne appliquée au régulateur primaire (kV, %)

U_{cons} : Ūconsi exprimée en kV

BUT UQ + : TS d'atteinte de la limitation à la hausse (En/Hors)

BUT UQ - : TS d'atteinte de la limitation à la baisse (En/Hors)

PART $_{RST}$: TS de participation au RST (EN/Hors)

U_{Prod} : mesure de la tension selon la loi de réglage primaire

P_{Prod} : Mesure de la puissance selon la loi de réglage primaire

Q_{Prod} : Mesure de la puissance selon la loi de réglage primaire

NB : Pmax $_{DISP}$ n'est requis que pour les PPM

Figure 4 : Schéma de téléconduite du RST

Le réglage primaire de tension est toujours actif, que l'unité de production soit ou non en RST, et la télémesure U_{cons} est toujours envoyée au système centralisé de RTE.

La valeur U_{cons} transmise à RTE ne doit pas intégrer les signaux correcteurs issus des boucles stabilisatrices (PSS).

La valeur U_{PROD} transmise à RTE doit être l'image de celle utilisée par le régulateur primaire de tension.

Lors du couplage de l'unité de production, la tension de consigne appliquée au régulateur primaire U_{cons} doit être égale à la valeur de tension au [point de consigne] U_{PROD}.

Toute intervention du producteur sur la tension de consigne du régulateur primaire de l'unité de production doit faire sortir l'unité de production du RST et positionner la télésignalisation « PART.RST » à l'état « hors ». Au démarrage, le dispositif doit être en position hors RST.

Le producteur doit prévoir la possibilité d'une mise en service automatique ou manuelle du RST lors du couplage de l'unité de production. Pour l'exploitation définitive, le choix de mise en service du RST est fixé en concertation avec le producteur dans la convention d'exploitation.

La dernière valeur valide U_{ref} reçue est appliquée sans limite de durée tant que le régulateur primaire de tension est asservi au RST. Avant la première réception de U_{ref} émise par RTE, U_{ref} doit être considérée comme invalide par le contrôle commande de l'installation.

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

3.1.5.1 Limitation de la vitesse de variation de la consigne RST Uref

En cas d'écart important entre la consigne du régulateur primaire de tension U_{cons} et celle émise par le RST (U_{ref}), l'écart doit être résorbé progressivement pour éviter une brusque variation du point de fonctionnement en limitant la variation à une valeur paramétrable exprimée en %[Un]/min, tout en limitant U_{cons} à la plage normale de fonctionnement.

Les modalités de calcul de cette valeur sont déterminées en concertation entre le producteur et RTE pour tenir compte du schéma de réseau.

La valeur de la vitesse de variation maximale de la consigne U_{cons} est déterminée de manière à pouvoir assurer une variation en réactif minimum de 12%Qn/min.

Lors d'une variation de la consigne U_{ref} en rampe se traduisant par une variation de réactif de vitesse demandée supérieure ou égale à 12 % de Qn/min, la vitesse de variation du réactif effective doit être au moins égale à 12 % de Qn/min, conformément au paragraphe précédent.

3.1.5.2 Atteinte des limites du domaine normal de fonctionnement de l'unité

L'atteinte des limites du domaine normal de fonctionnement de l'unité doit faire l'objet d'un envoi d'information au RST.

L'atteinte d'une limite du domaine normal de fonctionnement (tension maximale stator, tension minimale stator, courant maximal rotor, courant maximal stator, limite de sous-excitation, tension maximum des auxiliaires, $U_{consmin}$, $U_{consmax}$ …)[1] doit bloquer toute évolution de la valeur de tension de consigne du régulateur primaire de tension U_{cons} qui tend à dépasser la limitation. La télésignalisation limitation correspondante, « butée UQ+ » en cas de blocage à la hausse et « butée UQ- » en cas de blocage à la baisse, est alors positionnée à l'état « En » (cf. §3.11.2).

Dès que le réglage primaire de tension est en mesure de respecter la consigne RST U_{ref} sans dépasser la limitation, cette valeur de tension de consigne est à nouveau appliquée au régulateur primaire de tension. La télésignalisation limitation correspondante est alors positionnée à l'état «Hors».

Un mécanisme d'hystérésis et de temporisation permettra d'éviter les phénomènes de battements des signalisations d'atteinte des limites du domaine.

L'atteinte d'une limite de fonctionnement de l'unité ne doit pas entraîner la sortie du réglage secondaire de tension.

3.1.5.3 Cas particulier où l'unité doit rester asservie au RST : perte de transmission de la consigne:

En cas de perte de transmission prolongée de la consigne RST U_{ref}, la consigne de tension appliquée sur le régulateur de tension ne doit pas changer, ce dernier doit donc conserver la dernière valeur de consigne valide jusqu'à la réception d'une nouvelle valeur de consigne U_{ref}.

Le non renouvellement d'une consigne U_{ref} valide ne doit pas être considéré comme une anomalie de fonctionnement.

3.1.5.4 Cas où l'unité doit sortir du RST : anomalies de fonctionnement de l'asservissement au RST

En cas de réception d'une valeur de consigne RST U_{ref} invalide à l'interface entre RTE et le producteur, ou d'apparition d'un défaut ou de toute autre anomalie de fonctionnement du dispositif, le régulateur primaire de tension doit être automatiquement sorti du RST sans modifier sa consigne U_{cons}. La télésignalisation « PART.RST » doit alors être positionnée à l'état « Hors ».

Le producteur doit prévoir une remise en service du RST, après la disparition du défaut, automatique ou manuelle du RST. Pour l'exploitation définitive, les modalités de remise en service du RST seront fixées en concertation avec le producteur dans la convention d'exploitation. Dès que l'unité est remise en RST, la télésignalisation « PART.RST » passe donc à l'état « En ».

Un mécanisme d'hystérésis et de temporisation permettra d'éviter les phénomènes de battements des signalisations de participation au RST.

[1] L'atteinte de la limitation de vitesse de variation en Ucons ne rentre pas dans les critères d'émission d'une Télésignalisation de limitation

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Références :

- Code RfG [1]: article 19.2
- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.2.1 « Réglage de la tension et capacités constructives en puissance réactive ».

3.2 Réglage fréquence/puissance

La capacité constructive de participation au réglage de fréquence est définie en fonction de la puissance active maximale [$P_{max\ unité}$].

On définit le gain K de l'unité suivant la formule suivante :

$$K = \frac{Pmax\ unité}{fn}\frac{1}{\delta}$$

avec :

f_n [Hz] = fréquence nominale (50 Hz)

K [MW/Hz] = gain de l'unité

δ [%] = statisme de l'unité

3.2.1 Mode de réglage restreint à la sur-fréquence (mode LFSM-O)

Condition d'application : Types B, C, D

En cas de hausse de la fréquence, l'unité doit pouvoir réduire sa puissance active injectée sur le réseau de façon à atteindre tout point de fonctionnement compris entre $P_{min\ unité}$ et [$P_{max\ unité}$].

L'unité doit donc disposer d'une capacité constructive de réglage restreint à la sur-fréquence (mode LFSM-O) caractérisée par :

- Un seuil d'activation,
- Une loi de réglage permettant de définir la réponse à la variation de fréquence à la hausse,
- Une dynamique temporelle (délai d'activation et temps de réponse).

Nota : l'implémentation de cette fonctionnalité sera adaptée aux contraintes hydrauliques afin de permettre de garantir la sécurité des personnes et des installations.

En mode LFSM-O, l'unité est capable de fonctionner de manière stable et aucune consigne antagoniste ne peut être envoyée.

L'unité doit être en mesure d'assurer le réglage restreint à la sur-fréquence en permanence.

Seuil d'activation et loi de réglage

Dans le cas d'une unité participant au réglage primaire de fréquence, le mode LFSM-O peut s'effectuer avec le même statisme (on parle alors de mode FSM prolongé à la baisse).
Le mode de fonctionnement retenu est à préciser dans la fiche E1.
L'unité conserve un statisme identique pour toute fréquence supérieure à 50 Hz.

Dans tous les autres cas :

- Seuil d'activation (f_1) :

  Le seuil doit être réglable entre 50,2 Hz et 50,5 Hz. Ce seuil est réglé par défaut à 50,2 Hz.

- Loi de réglage :

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Le contrôle commande doit demander à l'unité de diminuer la puissance active le plus linéairement possible à partir de ce seuil f_1 avec un statisme δ_{LFSM} de 5% par défaut, sauf autre valeur convenue entre RTE et le client.

La loi de réglage doit être telle que pour tout échelon positif de fréquence $\Delta f = f - f_1$, l'unité doit être capable de réduire sa puissance, par rapport à $P_{max\ unité}$, de la valeur de $-K_{LFSM}.\Delta f$.
Dans ce cadre K_{LFSM} correspond à un statisme δ_{LFSM} de 5%.

Une fois $P_{min\ unité}$ atteinte, l'unité continue à fonctionner à $P_{min\ unité}$ ou si l'unité autorise le statisme à agir sous $P_{min\ unité}$, l'unité de production peut continuer à réduire sa puissance (si l'unité ne passe pas en mode d'arrêt, car elle serait alors plus lente à redémarrer avec un possible effet sur la tension). Ce mode de fonctionnement doit être déclaré dans la fiche E1.

Lorsque la fréquence redescend vers 50 Hz, le contrôle commande doit demander à l'unité d'augmenter la puissance active pour revenir à sa puissance de consigne, hors réglage de fréquence, dans la limite de la disponibilité de l'énergie primaire ou des contraintes de sûreté d'exploitation, tant pour la puissance finale que pour la pente ».

Dynamique temporelle

Le délai d'activation $t_{a\ LFSM-O}$ doit être déclaré à RTE dans la fiche E1. Ce délai doit être aussi court que possible et ne doit pas être indument retardé par le producteur. Dans le cas où il est supérieur à 2s, les justifications techniques doivent être transmises à RTE.

La durée d'activation complète doit être aussi courte que possible. La pente utilisée pour la réduction de puissance devra être inférieure ou égale à la pente $ramp_{LFSM-O}$ déclarée dans la fiche E1.

Lorsque la fréquence redescend vers 50 Hz, l'augmentation de puissance doit également être réalisée aussi vite que possible. La pente devra être supérieure ou égale à la pente $ramp_{LFSM-O}$ déclarée dans la fiche E1.

Références :

- Code RfG [1]: article 13.2
- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.1 « Réglage Fréquence Puissance ».

3.2.2 Mode de réglage restreint à la sous-fréquence (mode LFSM-U)

Condition d'application : Types C, D

En cas de baisse de la fréquence, l'unité doit pouvoir augmenter sa puissance active de façon à atteindre tout point de fonctionnement compris entre $P_{min\ unité}$ et [$P_{max\ unité}$], dans la limite de la disponibilité de la source d'énergie primaire.

L'unité doit donc disposer d'une capacité constructive de réglage restreint à la sous-fréquence (mode LFSM-U) caractérisée par :

- Un seuil d'activation,
- Une loi de réglage permettant de définir la réponse à la variation de fréquence à la baisse,
- Une dynamique temporelle (délai d'activation et temps de réponse).

Nota : l'implémentation de cette fonctionnalité sera adaptée aux contraintes hydrauliques afin de permettre de garantir la sécurité des personnes et des installations.

En mode LFSM-U, l'unité est capable de fonctionner de manière stable et aucune consigne antagoniste ne peut être envoyée.

L'unité doit être en mesure d'assurer le réglage restreint à la sous-fréquence en permanence.

Seuil d'activation et loi de réglage

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Dans le cas d'une unité participant au réglage primaire de fréquence le mode LFSM-U peut s'effectuer dans la continuité du mode FSM, appelé mode FSM prolongé à la hausse. Le mode de fonctionnement retenu est à préciser dans la fiche E1.
L'unité conserve un statisme identique pour toute fréquence inférieure à 50 Hz.

Dans tous les autres cas :

- Seuil d'activation (f_2) :

  Le seuil doit être réglable entre 49,8 Hz et 49,5 Hz. Ce seuil est réglé par défaut à 49,8 Hz.

- Loi de réglage :

  Le contrôle commande doit demander à l'unité d'augmenter la puissance active le plus linéairement possible à partir de ce seuil f_2 avec un statisme δ_{LFSM}.

  La loi de réglage doit être telle que pour tout échelon négatif de fréquence $\Delta f = f - f_2$, l'unité doit être capable d'augmenter sa puissance, par rapport à $P_{min\ unité}$,de la valeur de $-K_{LFSM}.\Delta f$, dans la limite de [$P_{max\ unité}$] et compte tenu des conditions ambiantes, des conditions d'exploitation et de la disponibilité des sources d'énergie primaire.

  Dans ce cadre, K_{LFSM} correspond à un statisme δ_{LFSM} de 5%.

  Lorsque la fréquence remonte vers 50 Hz, le contrôle commande doit demander à l'unité de baisser la puissance active selon la même pente K_{LFSM}, dans la limite de $P_{min\ unité}$.

Dynamique temporelle

Le délai d'activation $t_{a\ LFSM-U}$ doit être déclaré à RTE dans la fiche E1. Ce délai doit être aussi court que possible. Dans le cas où il est supérieur à 2s, les justifications techniques doivent être transmises à RTE.

La durée d'activation complète doit être aussi courte que possible. La pente utilisée pour la réduction de puissance devra être inférieure ou égale à la pente ramp $_{LFSM-U}$ déclarée dans la fiche E1.

Lorsque la fréquence remonte vers 50 Hz, la baisse de puissance doit également être réalisée aussi vite que possible. La pente devra être inférieure ou égale à la pente ramp $_{LFSM-U}$ déclarée dans la fiche E1.

Références :

- Code RfG [1]: article 15.2 c
- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.1 « Réglage Fréquence Puissance ».

3.2.3 Réglage primaire de fréquence (mode FSM)

Condition d'application : Types C, D

L'unité doit disposer d'une capacité constructive de réglage primaire (mode FSM) caractérisée par :

- Un volume de réserve de puissance active, dite « réserve primaire, R_p » pouvant être mis à disposition de RTE à la hausse ou à la baisse,
- Une loi de réglage permettant de définir la fourniture effective de cette réserve en réponse à une variation de fréquence,
- Une dynamique temporelle (délai d'activation pour la mise à disposition de cette réserve, délai de maintien de fourniture de cette réserve).

Le fonctionnement en réglage primaire de fréquence doit être possible à partir de tout point de fonctionnement compris entre $P_{min\ unité}$ et [$P_{max\ unité}$], y compris lors des pentes de variation.

> *Nota : Le réglage de puissance active à la hausse est donc disponible lorsque le point de fonctionnement en puissance active P, est tel que Pmin unité < P < Pmax unité – RP (où RP désigne le volume de réserve de puissance nécessaire au réglage).*

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Le réglage de puissance active à la baisse est donc disponible lorsque le point de fonctionnement en puissance active P, est tel que Pmin unité + RP < P < Pmax unité (où RP désigne le volume de réserve de puissance nécessaire au réglage).

Volume de réserve primaire (R_p)

- La réserve primaire R_p de l'unité est au moins égale à $R_{p\ min}$ =2,5 % [$P_{max\ unité}$].
  R_p est à préciser dans la fiche E1.
- Si l'unité a des capacités constructives en réglage secondaire de fréquence, elle doit être capable, avec le RSFP (Réglage Secondaire Fréquence-Puissance) hors service, de fonctionner à RP_{max} « Réserve Primaire maximum » au moins égale à la somme de la réserve primaire $R_{p\ min}$ et de la demi-bande RSFP pr_{min} : $RP_{max} \geq R_{P\ min} + pr_{min}$
  RP_{max} est à préciser dans la fiche E1.

Loi de réglage (caractéristiques de la réponse à une variation de fréquence)

L'unité doit être équipée d'un régulateur primaire de fréquence assurant la loi de réglage suivante :

$$P - P_c = -K.(f - fn)$$

avec :

P [MW] = Puissance réelle fournie par l'unité en mode quasi stationnaire

P_c [MW] = Puissance de consigne de l'unité à la fréquence de référence f_n

f [Hz] = Fréquence déduite de la mesure de vitesse de l'unité

f_n [Hz] = Fréquence nominale (50 Hz)

K [MW/Hz] = Gain de l'unité

Le gain K de l'unité doit être réglable. Il ne peut être supérieur à K_{max} = 66 % $P_{max\ unité}$/Hz (correspondant à un statisme δ égal à 3%), et ne peut être inférieur à K_{min} =16,67 % $P_{max\ unité}$/Hz (correspondant à un statisme δ égal à 12%).

En exploitation, la valeur du gain K devra garantir la libération de la totalité de la réserve mise à disposition de RTE pour tout écart de fréquence d'amplitude ≥ 200 mHz.

Une bande morte volontaire peut-être définie dans la régulation de fréquence, à condition de pouvoir être réglable, et notamment mise à 0 (inactive) dans le cas où l'unité participe au réglage primaire de fréquence. La bande morte ainsi définie permet, pour une unité qui ne participe pas aux services systèmes de ne pas être sollicitée. Cette bande morte ne doit pas impacter la capacité de l'unité à réaliser du LFSM (ne peut donc être supérieure au min de la valeur absolue des seuils d'activation des LFSM-O et U réglés par défaut à 200mHz (cf. § 3.2.1 et 3.2.2)).

Dynamique temporelle

Pour toute variation de fréquence $\Delta f = f - f_n$ comprise entre 0 et +/- 200 mHz à partir de 50 Hz, l'activation de la réponse de l'unité ne doit pas être indûment retardée : un délai d'activation (t1) supérieur à 2s devra être justifié par des éléments techniques. t1 est à préciser dans la fiche E1.

Pour tout échelon de fréquence $\Delta f = f - f_n$ compris entre 0 et +/-200 mHz à partir de 50 Hz, l'unité de production doit être capable d'activer la réponse en puissance active sur ou au-dessus de la ligne pleine de la courbe [Figure 5], notamment la totalité de la réserve de puissance attendue en moins de 30 s (t2).

La réserve de puissance attendue (ΔP1) est égale à la plus petite des deux valeurs suivantes :

- la réserve primaire R_p définie ci-dessus,
- le gain K multiplié par la valeur de l'échelon de fréquence, soit -K.Δf.

Cette réserve de puissance doit pouvoir être délivrée pendant au moins 15 minutes (t3).

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

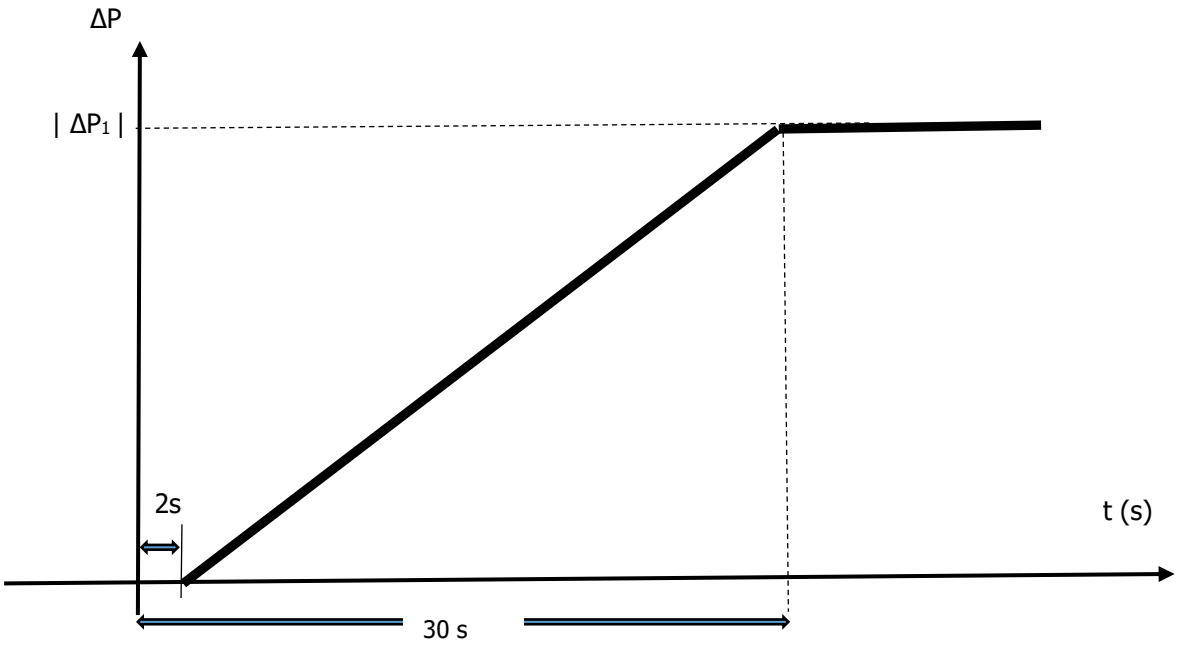


Figure 5 : Capacités de réponse en puissance active aux variations de fréquence

Dans le cas d'un CCG, quelle que soit la version des essais 1 et 3 de la fiche F4 choisie par le producteur pour établir la conformité de l'unité, la dynamique de fourniture de la réserve primaire décrite ci-dessus doit être garantie en exploitation dans des conditions de fonctionnement conformes aux résultats des essais, quel que soit le programme de marche choisi par le producteur. En exploitation, RTE procédera au contrôle du respect de cette obligation selon les modalités définies dans la convention de raccordement, tout écart étant traité au titre des non-conformités.

Pour toute variation de fréquence supérieure à 200mHz ou inférieure à -200mHz (modes LFSM-O et LFSM-U), le comportement attendu est défini aux § 3.2.1 et §3.2.2.

La résolution de la mesure doit être inférieure ou égale à 1 mHz, la précision de mesure de la fréquence doit être la meilleure possible et dans tous les cas inférieure à 10 mHz, et l'insensibilité de la régulation primaire de la fréquence doit être inférieure à ±10 mHz. L'insensibilité maximale est à préciser dans la fiche E1.

3.2.3.1 Suivi en temps réel du mode FSM

La mise en œuvre du mode FSM doit être transmise à RTE par l'émission d'une télésignalisation. Lorsqu'une unité n'est pas en état de contribuer au réglage primaire fréquence-puissance (unité non couplée, unité îlotée, défaut affectant la turbine ou le régulateur de vitesse, problème amont-turbine…), la télésignalisation doit alors être positionnée à l'état « PART.FSM HS ». La remise en service du mode FSM est accompagnée de l'émission de la télésignalisation « PART.FSM ES ».

Les télémesures suivantes doivent également être transmises à RTE :
- Puissance réelle fournie par l'unité en mode quasi stationnaire
- Puissance de consigne de l'unité à la fréquence de référence fn
- Fréquence déduite de la mesure de vitesse de l'unité
- Gain K de l'unité

Cf. paragraphe 3.11 (notamment 3.11.3) pour la classe de précision des capteurs de mesure.

Références :

- Code RfG [1]: article 15.2.d
- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.1 « Réglage Fréquence Puissance ».

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

3.2.4 Réglage secondaire fréquence puissance (RSFP)

Condition d'application : Type D

L'unité doit disposer de capacités constructives de réglage secondaire de fréquence.

L'unité doit pouvoir mettre à la disposition de RTE une réserve de puissance active, dite « demi-bande de réglage secondaire », pr, au moins égale à pr_{min} = 4,5 % de [$P_{max\ unité}$].

La demi-bande de réglage secondaire pr doit s'additionner à la réserve primaire R_p pour constituer une réserve totale, à la hausse, supérieure ou égale à 7 % de [$P_{max\ unité}$].

L'unité de production doit posséder un équipement permettant de recevoir de la part de RTE le niveau $N_{RSFP,}$ propre à l'unité, et de modifier la puissance de consigne à la fréquence de référence P_c de l'unité, de la façon suivante :

$$P_c = P_{c0} + N_{RSFP} \cdot pr$$

avec,

P_{c0} [MW] = puissance de consigne à f_n avec N_{RSFP} = 0 de l'unité de production (généralement la puissance de consigne affichée sur le régulateur de vitesse et commandable manuellement par l'exploitant de l'unité),

N_{RSFP} [nombre sans dimension, compris entre –1 et +1]

pr [MW] = participation de l'unité au réglage secondaire fréquence – puissance.

Compte tenu du réglage primaire fréquence-puissance, la loi de réglage de l'unité de production participant au réglage secondaire fréquence - puissance est la suivante :

$$P = P_{c0} + N_{RSFP}.pr - K.(f - fn)$$

Si la fonction RSFP est inactive, le réglage primaire fréquence-puissance doit pouvoir rester actif.

Cette réserve de puissance doit pouvoir être délivrée pendant une durée supérieure ou égale à 30 minutes (t4).

3.2.4.1 Performances de la fonction RSFP

Le fonctionnement en RSFP doit être possible à partir de tout point de fonctionnement compris entre $P_{min\ unité}$ et [$P_{max\ unité}$] y compris lors des pentes de variation.

L'équipement installé sur chaque unité doit surveiller la pente de variation du niveau N_{RSFP} et réagir selon les 2 cas suivants :

- si la vitesse de variation du niveau N est inférieure ou égale à 2 pr en 133 secondes le niveau reçu est appliqué tel quel,
- si la vitesse de variation du niveau N est supérieure à 2 pr en 133 secondes : le niveau appliqué est bloqué à la valeur courante tant que la pente du niveau reçu ne revient pas à une valeur inférieure.

Dynamique temporelle

Lors d'une variation du niveau N_{RSFP} en rampe de pente inférieure ou égale à 2/133 s^{-1}, la différence entre la puissance produite P et la puissance de consigne P_c doit être inférieure ou égale à $dN_{RSFP}/dt.pr.T_{eq}$, avec T_{eq} = 20 s.

$$P - P_c \leq \frac{dN_{RSFP}}{dt} \cdot pr \cdot T_{eq}$$

La participation au RSFP (pr) doit être introduite au niveau du contrôle – commande avec une résolution inférieure ou égale à 1 MW.

Dans le cas d'un CCG, Si le producteur choisit d'établir la conformité par la réalisation de la version b. de l'essai 5 de la fiche F5:

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

- la dynamique décrite ci-dessus n'est à respecter que sur au moins la valeur Xrs% de (N_{RSFP_final} – $N_{RSFP_initial}$).pr. ; la valeur Xrs% étant égale au rapport entre la puissance active produite par le générateur thermique le plus rapide sur la puissance active totale de l'unité, et Xrs% étant supérieur à 60%.
- toutefois, lors de certaines situations exceptionnelles d'exploitation tendues (représentant au maximum 15 occurrences par an et une durée de 25h par an), RTE, après en avoir informé le producteur avec un délai de prévenance d'au moins 4 heures, pourra exiger que lors d'une variation du niveau N_{RSFP} en rampe de pente inférieure ou égale à 2/133 s^{-1}, la différence entre la puissance produite P et la puissance de consigne P_c soit inférieure ou égale à $dN_{RSFP}/dt.pr.T_{eq}$, avec T_{eq} = 20 s, sur la totalité de (N_{RSFP_final} – $N_{RSFP_initial}$).pr.
- Quelle que soit la version de l'essai de la fiche F5 choisie par le producteur, la dynamique de fourniture de la réserve secondaire décrite ci-dessus doit être garantie en exploitation dans des conditions de fonctionnement conformes aux résultats des essais, quel que soit le programme de marche choisi par le producteur. En exploitation, RTE procédera au contrôle du respect des obligations définies en matière de fourniture de dynamique selon les modalités définies dans la convention de raccordement, en distinguant, le cas échéant les situations usuelles des situations exceptionnelles d'exploitation et en traitant tout écart au titre des non-conformités.

3.2.4.2 Anomalie de fonctionnement et disponibilité de la fonction RSFP

En cas de perte du signal de niveau N_{RSFP}, l'unité doit rester en fonctionnement RSFP avec recopie du niveau figé à sa dernière valeur valide. Le blocage de l'application du niveau N_{RSFP} doit être signalé à l'opérateur de l'installation.

La mise en œuvre de la fonction RSFP doit être transmise à RTE par l'émission d'une télésignalisation. Lorsqu'une unité n'est pas en état de contribuer au réglage secondaire fréquence-puissance (unité non couplée, unité îlotée, téléréglage RSFP hors service, défaut de transmission du niveau N_{RSFP}, défaut affectant la turbine ou le régulateur de vitesse, défaut affectant l'équipement RSFP, fonctionnement en mode manuel), l'application du niveau N_{RSFP} est bloquée et l'unité est sortie du RSFP. La télésignalisation « RSFP » doit alors être positionnée à l'état « RSFP HS ». La remise en service de la fonction RSFP se fait exclusivement par action manuelle d'un opérateur de l'unité et est accompagnée de l'émission de la télésignalisation « RSFP ES ».

Références :

- Code RfG [1]: article 15.2.e
- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.1 « Réglage Fréquence Puissance ».

3.3 Comportement de l'unité de production pour la résolution des contraintes de transit

Conditions d'applications : Types B, C, D auxquelles RTE a indiqué des limitations dans la Proposition Technique et Financière (PTF)

L'étude de raccordement montre que l'unité de production génère, dans certaines situations d'exploitation des contraintes de transit sur le réseau existant de la zone de raccordement.

Les surcharges générées par l'unité de production doivent être éliminées en un temps < [T limitation], ce qui nécessite, en cas d'occurrence, la baisse de puissance active de l'unité voire sa séparation du réseau.

Après demande du centre de conduite régional, devront pouvoir être mises en œuvre en moins de [T limitation]:

- La baisse de puissance active de l'unité de production depuis [$P_{max\ unité}$] jusqu'à $P_{min\ unité}$ (ou une valeur intermédiaire $P_{limitation}$),

ou

- la séparation du réseau,

Cette demande se fait par téléphone ou par le système de transmission d'ordres à exécution rapide (cf. §3.11.1).

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

A défaut, l'injection de l'unité de production sera effacée par fonctionnement d'un automatisme. Dans ce cas, l'unité de production devra pouvoir se séparer du réseau sur réception d'un signal envoyé par un automate RTE. Des spécifications plus précises seront transmises ultérieurement par RTE dans le cadre de la convention de raccordement.

3.4 Comportement de l'unité lors des régimes exceptionnels

3.4.1 Conditions de découplage de l'unité lors des régimes exceptionnels

Conditions d'applications : Types B, C, D

Le producteur doit convenir avec RTE de la nature et du réglage des protections de découplage qui figurent dans la fiche E1 du dossier technique de l'unité.

3.4.2 Régimes exceptionnels en tension

Conditions d'applications : Types B, C, D, en fonction de la tension du point de raccordement

L'unité doit fonctionner lorsque la tension au point de raccordement se situe dans les plages de tension définies ci-après :

400kV

Pour le niveau 400 kV 1 pu =400 kV

	Plage de tension en pu (base 400kV)	Temps de fonctionnement
plage exceptionnelle basse	[0.85 pu-0.90pu[	60 minutes
Plage normale	[0.9 pu-1.05 pu]	Illimité *Conditions d'applications : 0,9 Udim > 0,9 pu* Si U est compris entre [0,9 pu; 0,9 Udim[,l'unité doit pourvoir fournir du réactif dans les limites du diagramme [U,Q], quelle que soit la puissance active fournie. *Conditions d'applications : 1,1 Udim < 1,05 pu* Si U est compris entre]1,1 Udim ;1,05 pu], l'unité doit alors pouvoir absorber du réactif dans les limites du diagramme [U,Q], quelle que soit la puissance active fournie.
Plage exceptionnelle haute	]1.05pu-1.10pu]	20 minutes

150kV et 225 kV

Pour le niveau 225 kV 1 pu =220 kV
Pour le niveau 150 kV 1 pu =150 kV

	Plage de tension en pu (base 150kV et 220 kV)	Temps de fonctionnement

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

plage exceptionnelle basse	[0.85 pu-0.90pu[	60 minutes
Plage normale	[0.9 pu-1.118 pu]	Illimité *Conditions d'applications : 0,9 Udim > 0,9 pu* Si U est compris entre [0,9 pu; 0,9 Udim[,l'unité doit pourvoir fournir du réactif dans les limites du diagramme [U,Q], quelle que soit la puissance active fournie. *Conditions d'applications : 1,1 Udim < 1,118 pu* Si U est compris entre]1,1 Udim ;1,118 pu], l'unité doit alors pouvoir absorber du réactif dans les limites du diagramme [U,Q], quelle que soit la puissance active fournie.
Plage exceptionnelle haute	]1.118pu-1.15pu]	20 minutes

90kV
Pour le niveau 90 kV 1 pu =90 kV

	Plage de tension en pu	Durée minimale de fonctionnement
Plage exceptionnelle basse	[0.8 pu-0.85 pu[	L'unité doit rester connectée au réseau le plus longtemps possible, quitte à réduire sa puissance active. L'unité ne doit pas déclencher sur critère de tension.
	[0.85 pu-0.87 pu[	90 minutes L'unité doit alors pouvoir fournir une puissance réactive jusqu'à 0,3 [Pmax unité], quelle que soit la puissance active fournie.
Plage normale	*[0.87 pu – 1.11 pu]*	Illimité *Conditions d'applications : 0,9 Udim > 0,87 pu* Si U est compris entre [0,87 pu; 0,9 Udim[,l'unité doit pourvoir fournir du réactif dans les limites du diagramme [U,Q], quelle que soit la puissance active fournie. *Conditions d'applications : 1,1 Udim < 1,11 pu* Si U est compris entre]1,1 Udim ;1,11 pu], l'unité doit alors pouvoir absorber du réactif dans les limites du diagramme [U,Q], quelle que soit la puissance active fournie.
Plage exceptionnelle haute	*]1,11 pu -1.133 pu]*	Limitée 5 min lorsque U=1.133 pu. La puissance peut alors être réduite jusqu'à 0,95 [Pmax unité]. La puissance réactive doit

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

		être modulable dans les limites du diagramme [U, Q].

63kV

Pour le niveau 63 kV 1 pu =63 kV

	Plage de tension en pu	Conditions de fonctionnement
Plage exceptionnelle basse	[0.8 pu-0.85 pu[	L'unité doit rester connectée au réseau le plus longtemps possible, quitte à réduire sa puissance active. L'unité ne doit pas déclencher sur critère de tension.
	[0.85 pu-0.87 pu[	90 minutes L'unité doit alors pouvoir fournir une puissance réactive jusqu'à 0,3 Pmax unité, quelle que soit la puissance active fournie.
Plage normale	*[0.87 pu – 1.14 pu]*	Illimité *Conditions d'applications : 0,9 Udim > 0,87 pu* Si U est compris entre [0,87 pu; 0,9 Udim[,l'unité doit pourvoir fournir du réactif dans les limites du diagramme [U,Q], quelle que soit la puissance active fournie. *Conditions d'applications : 1,1 Udim < 1,14 pu* Si U est compris entre]1,1 Udim ;1,14 pu], l'unité doit alors pouvoir absorber du réactif dans les limites du diagramme [U,Q], quelle que soit la puissance active fournie.
Plage exceptionnelle haute	*]1,14 pu -1.174 pu]*	Limitée 5 min lorsque U=1.174 pu. La puissance peut alors être réduite jusqu'à 0,95 Pmax unité. La puissance réactive doit être modulable dans les limites du diagramme [U, Q].

Références :

- Code RfG [1]: article 16.2
- Arrêté [2]

3.4.3 Régimes exceptionnels en fréquence

Conditions d'applications : Types B, C, D

Pour l'application de cette exigence, la tension au point de raccordement est réputée comprise à l'intérieur de la plage normale de variation.

L'unité doit être capable de fonctionner sans se déconnecter du réseau dans les plages exceptionnelles de fréquence, dans les conditions de durée définies ci-après :

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Plage	Durée minimale de fonctionnement
[47,5 Hz ; 48,5 Hz[	30 min
[48,5 Hz ; 49 Hz[	30 min
[49 Hz ; 51 Hz]	Illimité
]51 Hz ; 51,5 Hz]	30 min

En application des paragraphes (a)(ii) et (a)(iii) de l'article 13 du code RfG, la durée minimale de fonctionnement lorsque la fréquence est supérieure à 51,5 Hz et la durée minimale de fonctionnement lorsque la fréquence est inférieure à 47,5 Hz sont convenues entre le gestionnaire de réseau compétent et le propriétaire de l'unité de production, en tenant compte de la capacité technique de l'unité de production.

Pour les unités synchrones dans l'incapacité technique de maintenir leur puissance à [Pmax_unité] en cas de baisse de fréquence (le producteur apportera des éléments techniques), une baisse de puissance active limitée est autorisée telle que :

- Régime permanent :

  Si la fréquence reste inférieure à 49,5 Hz pendant plus de 30s, lorsque les capacités techniques de l'unité ne lui permettent pas de maintenir sa puissance active à sa valeur maximale admissible en cas de baisse de fréquence en dessous de flim (avec flim = 49,5 Hz, dépendant de l'unité), la réduction de puissance active est admise selon le taux suivant : t = 10% [Pmax_unité]/Hz).

- Régime transitoire :

  Si la fréquence reste inférieure à 49,5 Hz pendant moins de 30s, la puissance doit être maintenue (i.e le temps de retour à la puissance de consigne doit être < ta LFSM-U (en référence au temps d'activation du FSM ou LFSM). En revanche, pendant cette phase transitoire, si le seuil de 49 Hz est franchi, la réduction de puissance active est admise selon le taux suivant : t = 2% [Pmax_unité]/Hz.

Pour les unités dont le comportement dépend de la température ambiante, telles que les CCG ou autres unités relevant de la technologie des turbines à combustion, la conformité n'est pas attendue pour toutes les températures, les courbes seront transmises pour différentes températures au gestionnaire de réseau.

Références

- Code RfG [1]: article 13.1, 13.3, 13.4 et 13.5

3.4.4 Ecarts combinés Fréquence/Tension

Condition d'application : Type B, C, D

En cas de simultanéité des valeurs exceptionnelles de la fréquence sur le réseau public de transport d'électricité et de la tension au point de raccordement de l'unité de production, la durée de fonctionnement requise est la plus courte de celles admises pour ces deux situations (cf § 3.4.2 et 3.4.3).

Condition d'application : Type D dont le transformateur principal est muni d'un régleur à vide

Toutefois, lorsque la tension au point de raccordement se situe dans la plage exceptionnelle haute, l'unité, dont le transformateur principal est muni d'un régleur de prise hors tension, n'est soumise à ces dispositions que tant que le rapport $(U/Un)/(f/f_n)$ reste inférieur à 1,13, où « U » désigne la tension constatée au point de raccordement, « Un » est la tension nominale, « f » la fréquence constatée sur le réseau public de transport d'électricité et « f_n » la fréquence nominale du réseau public de transport

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

d'électricité, c'est-à-dire 50 Hz. Lorsque la valeur de 1,13 est atteinte ou dépassée, la durée de fonctionnement est limitée au délai de l'action du système de protection associé si l'unité en est équipée.

Références :

- Code RfG [1]: article 16.2
- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3]

3.4.5 Comportement de l'unité de production en réseau séparé

Condition d'application : Types C, D

Sur apparition d'un réseau séparé dans sa zone, l'unité de production doit être capable de fonctionner dans les limites définies ci-dessus (aux paragraphes §3.4.2, §3.4.3 §3.4.4).

La méthode de détection du réseau séparé sera convenue entre le producteur et le gestionnaire de réseau, elle ne s'appuiera pas uniquement sur les signaux de position de l'organe de coupure du gestionnaire de réseau.

Nota : il peut par exemple s'agir d'un message envoyé par RTE (« Réseau séparé » ou « Incident généralisé » par exemple) avec une mise en œuvre en moins de 20 minutes, ou d'une détection sur critères automatiques (critères df/dt>1,5 Hz/s, ΔP>10%, sortie de la plage de fréquence 49-51 Hz pendant 180 s par exemple, ou une combinaison de ces critères).

Les performances attendues sont les suivantes :

- L'unité de production doit être capable de fonctionner en mode LFSM-O et LFSM-U lors du fonctionnement en réseau séparé.
- L'unité de production doit être capable de fonctionner en mode FSM lors du fonctionnement en réseau séparé (y compris si l'installation ne participe pas à la constitution des réserves au moment de l'incident) au maximum des capacités contractualisées en termes de gain, à la hausse comme à la baisse.

Et le cas échéant :

- La mise en œuvre des paramètres spécifiques « réseau séparé » de la régulation de vitesse, s'ils existent, doit être effectuée
- La mise hors service des boucles stabilisatrices du régulateur de tension utilisant par exemple la puissance ou la fréquence, si elles existent, doit être effectuée

Condition d'application : Type D sur demande RTE

- L'unité doit pouvoir assurer le rôle de "pilote de la fréquence" pour conserver l'équilibre global entre la production et la consommation en restant dans un domaine de fréquence acceptable par exemple entre 49,8 et 50,2 Hz. Pour cela, tant qu'elle dispose de la réserve de puissance active suffisante, l'unité doit pouvoir, par modifications successives de sa consigne de puissance, assurer le maintien de la fréquence du réseau séparé au voisinage de la valeur objectif fixée par RTE. La précision de la mesure de fréquence doit être de 0,02 Hz a minima.

Références :

- Code RfG [1] art 15.5
- arrêté
- Documentation Technique de Référence

3.4.6 Couplage rapide après découplage fortuit sur aléa réseau

Condition d'application : Type B

L'unité de production doit être conçue de telle sorte qu'en cas de déconnexion fortuite du réseau public de transport d'électricité suite à l'apparition d'un phénomène affectant ce réseau elle puisse se

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

reconnecter dans le meilleur délai au réseau à la demande de RTE dès que ce phénomène a cessé. Ce délai est transmis par le producteur dans la fiche E1. Il est consigné dans la convention d'exploitation.

Condition d'application : Types C, D

L'unité de production doit être conçue de telle sorte qu'en cas de déconnexion fortuite du réseau public de transport d'électricité suite à l'apparition d'un phénomène affectant ce réseau elle puisse se reconnecter dans le meilleur délai au réseau à la demande de RTE dès que ce phénomène a cessé. Ce délai est consigné dans le dossier technique de l'unité (fiche E1 du présent CdC) et doit être inférieur à 15 min.
A défaut de respecter ce délai maximal de 15 min, l'unité de production doit être conçue de telle sorte qu'en cas de déconnexion fortuite du réseau public de transport d'électricité suite à l'apparition d'un phénomène affectant ce réseau elle puisse s'ilôter afin de se reconnecter sans délai au réseau à la demande de RTE dès que ce phénomène a cessé.

RTE requiert le repli en situation de disponibilité dans les cas suivants de découplage de l'unité :

- Tension basse,
- Fréquence haute (autre que sur-vitesse),
- Fréquence basse,
- Rupture de synchronisme (nombre d'inversions de puissance),
- Protection homopolaire du transformateur principal (ou maximum de courant de neutre)
- Protection de déséquilibre (alternateur ou auxiliaire)

Les critères de repli en situation de disponibilité doivent être cohérents :

- Avec les plages de fonctionnement exceptionnel et les durées minimales de fonctionnement définies dans le §3.4.3, pour les cas de fonctionnement des protections de tension basse, fréquence haute, fréquence basse,
- Avec les critères de découplage définis dans le §3.6.5 pour le cas de fonctionnement des protections contre les ruptures de synchronisme,
- Avec les critères de découplage définis dans le cahier des charges du système de protection contre les défauts d'isolement remis pas RTE pour le cas de fonctionnement de la protection homopolaire du transformateur principal et de la protection de déséquilibre.

Les critères conduisant au déclenchement de l'unité dans ces mêmes cas de découplage doivent être sélectifs par rapport aux critères de repli en situation de disponibilité. Dans tous les cas, sur fonctionnement des protections d'exploitation, la fonction de repli en situation de disponibilité doit être privilégiée (tenue de l'unité et de ses auxiliaires) sur le déclenchement.

RTE demande que l'installation puisse tenir en situation de repli en état de disponibilité pendant au moins :

- 4 heures (thermique à flamme),
- 2 heures (autres technologies).

Condition d'application : Types B, C, D

Si l'unité dispose d'une fonctionnalité de reconnexion automatique dès le retour de la tension sur son poste de raccordement au RPT, cette fonctionnalité doit pouvoir être inhibée sur ordre de RTE, et doit être suspendue automatiquement si la tension au poste de raccordement est absente pendant plus de 3 minutes.

Références :

- Code RfG [1] art 14.4 art 15.5.c
- arrêté [2]

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.5 « Reconstitution du Réseau – Renvoi de tension ».

3.5 Participation à la reconstitution du réseau

3.5.1 Non perturbation de la reprise de service

Conditions d'applications : application décidée par RTE suivant le plan à manque tension

L'unité de production ne doit pas perturber la reprise de service suite à un manque de tension généralisé sur le RPT.

Si l'installation est raccordée au RPT à un niveau de tension en deçà de 400kV, avec une liaison à un seul disjoncteur ou en piquage sur une liaison RTE, le producteur doit installer sur le départ de l'installation un automate à manque de tension (AMU) qui, sur un manque de tension (U_{PDR} < 20 % Un) à partir d'un délai programmable, et réglé par défaut à 3 minutes, fasse ouvrir le disjoncteur HTB de l'installation. Un dispositif lié de refermeture automatique en cas de retour de la tension associé à un temps de veille configurable devra être prévu. **Ce dernier dispositif sera par défaut inhibé**.

La reprise de service se fera sur ordre du dispatching suivant des modalités définies dans la convention d'exploitation.

3.5.2 Reconstitution du réseau

Conditions d'applications : Types C ou D et participant à la reconstitution de réseau

L'unité doit disposer des capacités constructives suivantes pour participer à la reconstitution de réseau après incident :

- Après réception de la part de RTE du message « Incident généralisé » ou « Réseau séparé », et que l'unité n'est pas couplée au réseau, elle doit être capable d'émettre une information synthétique, sous forme de télésignalisation (« TS1 : disponible pour les besoins du réseau »), envoyée à RTE pour l'avertir qu'il est dans des conditions techniques lui permettant de participer à la reconstitution du réseau (typiquement en situation d'îlotage réussi et stabilisé) ;
- Renvoi de tension depuis groupe ilôté ou depuis groupe capable de démarrer de manière autonome (black start)
- A la demande de RTE, l'unité doit pouvoir assurer le rôle de "pilote de la fréquence" pour conserver l'équilibre global entre la production et la consommation en restant dans un domaine de fréquence acceptable par exemple entre 49,8 et 50,2 Hz. Pour cela, tant qu'elle dispose de la réserve de puissance active suffisante, l'unité doit pouvoir, par modifications successives de sa consigne de puissance, assurer le maintien de la fréquence du réseau séparé au voisinage de la valeur objectif fixée par RTE. La précision de la mesure de fréquence doit être de 0,02 Hz a minima.
- L'unité doit conserver un fonctionnement stable sans oscillations de fréquence entretenues. Pour cela, elle dispose d'un régulateur de vitesse apte à assurer le fonctionnement stable d'un réseau séparé de caractéristiques notablement éloignées de celles du RPT, en termes d'inertie de réseau, de puissance de court-circuit, de stabilité en tension et en fréquence, en mettant en œuvre des paramètres de régulation de vitesse spécifiques dans le cas où les performances standards ne seraient pas suffisantes, selon les critères définis dans la fiche de simulation « Réseau séparé ».
- Etre capable de fonctionner à des niveaux de puissance peu élevés, inférieurs ou égaux à 15% de Pmax_unité, et s'y maintenir

Dès lors que l'unité de production est recouplée sur un réseau et que les messages « Incident généralisé » ou « Réseau séparé » restent actifs, les performances décrites au §3.4.5« Comportement de l'unité en réseau séparé » s'appliquent.

Références :

- RfG [1], art. 15.5.
- arrêté [2], art. 4 et 25.
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.5 « Reconstitution du Réseau – Renvoi de tension ».

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

3.6 Stabilité

Le producteur doit communiquer à RTE les résultats d'études concernant la stabilité de son installation.

Ces études sont des études génériques effectuées pour chaque unité de production, à l'aide de schémas de réseau simplifiés standards où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau de tension et fréquence constantes (réseau dit « infini ») au travers de son transformateur et de réactances de liaison. Ces réactances sont paramétrées en fonction de deux valeurs « a » et « b » standards.

Condition d'application : Types B, C, D raccordés en HTB1

- ***Si Pmax_unité < 50 MW***
  - « a » = 0,05 p.u. base [U_{dim}], S_n
  - « b » = 0.2 p.u. base [U_{dim}], S_n
- ***Si Pmax_unité ≥ 50 MW***
  - « a » = 0,05 p.u. base [U_{dim}], S_n
  - « b » = 0.3 p.u. base [U_{dim}], S_n

Condition d'application : Type D raccordé en HTB2

- ***Si Pmax_unité < 250 MW***
  - « a » = 0,05 p.u. base [U_{dim}], S_n
  - « b » = 0.3 p.u. base [U_{dim}], S_n
- ***Si Pmax_unité ≥ 250 MW***
  - « a » = 0,05 p.u. base [U_{dim}], S_n
  - « b » = 0.54 p.u. base [U_{dim}], S_n

Condition d'application : Type D raccordé en HTB3

- ***Si Pmax_unité < 800 MW***
  - « a » = 0,05 p.u. base [U_{dim}], S_n
  - « b » = 0.54 p.u. base [U_{dim}], S_n
- ***Si Pmax_unité ≥ 800 MW***
  - « a » = 0,05 p.u. base [U_{dim}], S_n
  - « b » = 0.6 p.u. base [U_{dim}], S_n

3.6.1 Stabilité en petits mouvements

Condition d'application : Types B, C, D

L'étude de stabilité en petits mouvements est réalisée à l'aide d'un schéma de réseau simplifié où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau « infini » au travers d'une réactance de liaison X_{cc}. L'étude est réalisée pour les deux valeurs extrêmes de réactance de liaison X_{cc} = « a » et X_{cc} = « b ».

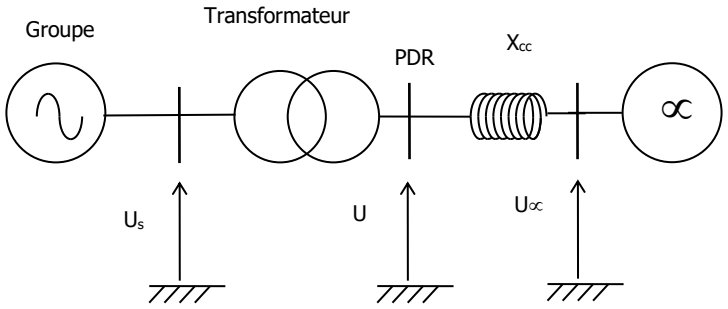


Figure 6 : Schéma de réseau simplifié Stabilité en petits mouvements

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

3.6.2 Evaluation de la robustesse

Calcul des marges de stabilité (marge de module, marge de module complémentaire, marge de retard, cf. annexe 1 du présent cahier des charges) pour le point de fonctionnement P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U = [U_{dim}] ainsi que pour les trois points de fonctionnement suivants :

A : P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0,32[$P_{max\ unité}$] et U = [U_{dim}]

B : P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0,3[$P_{max\ unité}$] et U = 0,9[U_{dim}]

C : P = [$P_{max\ unité}$], Q = -0,35[$P_{max\ unité}$] et U = [U_{dim}]

La valeur de la tension du réseau infini U_{∞} doit rester dans les limites du régime exceptionnel. Au besoin, la puissance réactive de l'unité de production peut être modifiée pour respecter cette contrainte.

La régulation d'excitation de l'unité de production ou, dans le cas où la régulation de tension est de type [UPROD]+λ.[QPROD]=U_{cons}, la régulation de tension de l'installation de production doit présenter pour l'ensemble des points de fonctionnement demandés:

- Une marge de module supérieure ou égale à 0,34
- Une marge de module complémentaire supérieure à 0,33
- Une marge de retard supérieure à 34 ms

Le modèle doit représenter toutes les dynamiques (constantes de temps, retards purs) supérieures ou égales à 10 ms.

Condition d'application : Type D

L'évaluation de la robustesse est réalisée en supposant l'asservissement au RST hors service.

3.6.2.1 Echelon de consigne du réglage primaire de tension

Condition d'application : Types B, C, D

Echelon de +2 % sur la consigne du réglage primaire de tension de l'unité de production initialement à P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U = [U_{dim}]. La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

Condition d'application : Type D

Cet échelon est réalisé en supposant l'asservissement au RST hors service.

Condition d'application : Types B, C, D

L'unité de production doit rester stable (pas de perte de synchronisme et/ou pas de déclenchement sur une protection de l'installation).

Le temps d'établissement de la puissance active au point de raccordement à ±1 % de sa valeur finale doit être inférieur à 10 secondes.

3.6.2.2 Echelon de la consigne RST Uref

Condition d'application : Type D

Echelon de +1% sur la consigne RST de l'unité de production initialement à P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U = [U_{dim}.]. L'asservissement au RST est supposé en service. La consigne RST U_{ref} initiale est déterminée par le point de fonctionnement de l'unité de production .

L'unité de production doit rester stable (pas de perte de synchronisme et pas de déclenchement sur une protection de l'installation).

Références :

- Code RfG [1], art. 19.2
- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.3 « Stabilité ».

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

3.6.3 Stabilité sur report de charge

Condition d'application : Types B, C, D

L'étude de stabilité sur report de charge est réalisée à l'aide d'un schéma simplifié du réseau où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau « infini » au travers de 3 lignes de réactance « 2b » en parallèle.

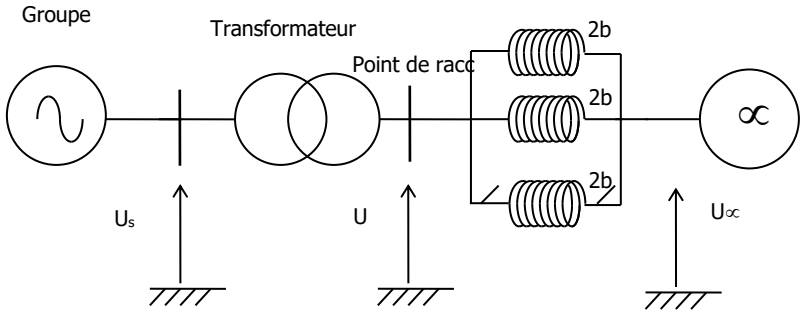


Figure 7 : Schéma de réseau simplifié Stabilité sur Report de Charge

Ouverture d'une ligne avec l'unité de production initialement à P = [$P_{max\ unité}$], Q = 0 et U = [U_{dim}], La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

Condition d'application : Type D

Cette étude est réalisée en supposant l'asservissement au RST hors service.

Condition d'application : Types B, C, D

L'unité de production doit rester stable (pas de perte de synchronisme et/ou pas de déclenchement sur une protection de l'installation).

Le temps d'établissement de la puissance électrique au point de raccordement à ±5 % de sa valeur finale doit être inférieur à 10 secondes.

Références :

- Code RfG [1], art 14.3, 15.6
- arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.3 « Stabilité ».

3.6.4 Stabilité sur court-circuit

Condition d'application : Types B, C, D

L'étude de stabilité sur court-circuit est réalisée à l'aide d'un schéma de réseau simplifié où l'unité de production est mise en antenne sur un réseau « infini » au travers de 4 lignes de réactance 3b en parallèle.

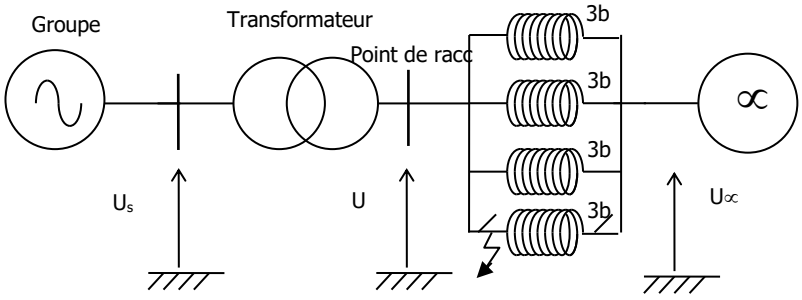


Figure 8 : Schéma de réseau simplifié Stabilité sur court-circuit

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Défaut triphasé situé sur une des lignes de liaison à une distance du PDR égale à 1 % de la longueur totale de la ligne, éliminé en un temps [$T_{défaut\ simulé}$] par l'ouverture des disjoncteurs, avec l'unité de production initialement à P = [$P_{max\ unité}$] Q = 0 et U = [U_{dim}]. La consigne initiale du réglage de tension est déterminée par ce point de fonctionnement.

Le temps d'application du défaut [$T_{défaut\ simulé}$] est défini dans les conditions particulières.

Si [Un] est dans le domaine HTB1, [$T_{défaut\ simulé}$] = 150 ms.

Si [Un] est dans le domaine HTB2 ou HTB3, [$T_{défaut\ simulé}$] = 85 ms.

Condition d'application : Type D

Cette étude est réalisée en supposant l'asservissement au RST hors service.

Condition d'application : Types B, C, D

En complément, le producteur calcule le temps limite d'élimination des défauts à partir duquel le court-circuit n'entraîne pas la perte de stabilité (précision de 5 ms).

L'unité de production doit rester stable (pas de perte de synchronisme et/ou pas de déclenchement sur une protection de l'installation).

Le temps d'établissement de la puissance électrique au point de raccordement à ±5 % de sa valeur finale doit être inférieur à 10 secondes.

Références :

- Code RfG [1], art 15.6
- Arrêté [2]
- Documentation Technique Référence [3], art. 4.3 « Stabilité ».

3.6.5 Comportement en cas de rupture de synchronisme

Condition d'application : Types B, C ou (D et [Pmax_unité] ≤ 120 MW)

L'unité de production doit se découpler dès la détection d'une perte de synchronisme, c'est à dire dès lors qu'un tour électrique d'angle interne ou une inversion de puissance est atteint.

Condition d'application : Type D et [Pmax_unité] > 120 MW

En cas de rupture fortuite du synchronisme avec le RPT, l'unité de production doit disposer d'une capacité constructive à supporter sans dommage avant de se déconnecter :

- 4 tours d'angle interne ;
- 20 inversions de puissance.

Le critère de détection de la rupture de synchronisme dépendra de la protection installée par le producteur. La séparation du réseau interviendra dès que ce critère est atteint.

Néanmoins, en cas de rupture de synchronisme suite à un défaut sur le système d'excitation, l'installation peut se déconnecter sans délai.

Références :

- Code RfG [1]: article 15.6 et 19.3
- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.3 « Stabilité ».

3.6.6 Découplage réglage fréquence/tension

Condition d'application : Types B, C, D

Toute variation de fréquence inférieure à 250 mHz sur une dizaine de secondes ne doit pas conduire à une variation transitoire de la tension au point de raccordement supérieure à 5 % de U_n.

3.7 Non déclenchement sur creux de tension

Condition d'application : Types B, C, D

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Pour tout creux de tension triphasé, biphasé ou monophasé, d'amplitude inférieure ou égale au gabarit ci-dessous, l'unité de production est capable de rester connectée au réseau et de continuer à fonctionner de manière stable.

Condition d'application : Types B, C

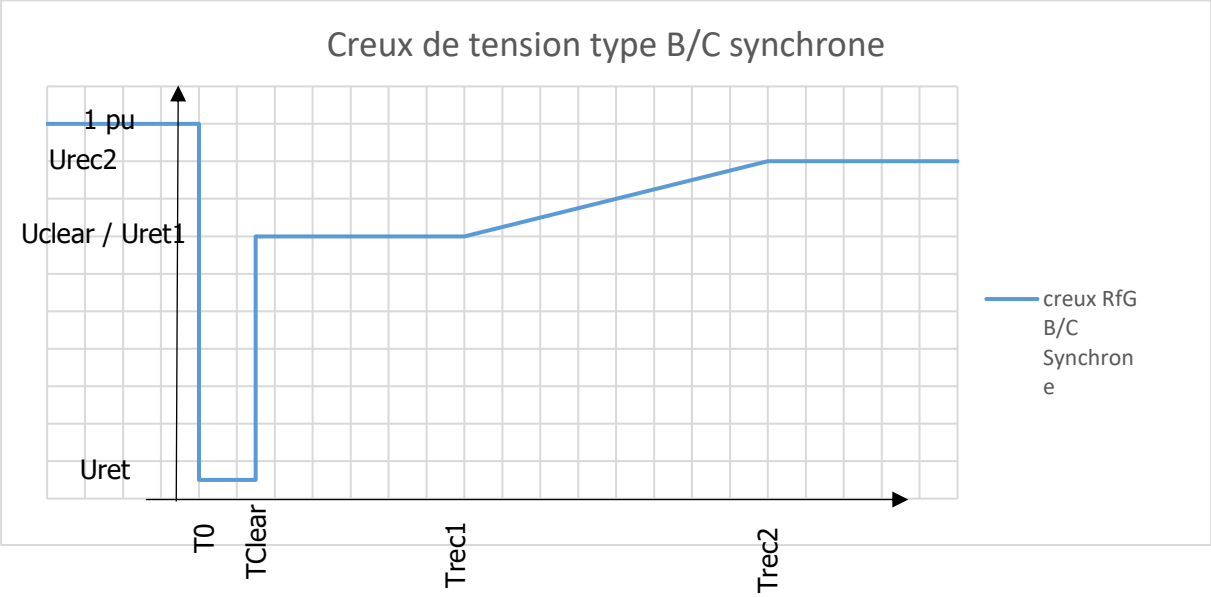


Figure 9 : Gabarit de creux de tension pour unité de type B et C

Les paramètres du creux de tension sont définis dans le tableau ci-dessous :

Paramètres de tension (pu)		***Paramètres de temps (sec)***	
Uret	***0.05***	***Tclear***	***0***
Uret	***0.05***	***Tclear***	***0.15***
Uclear	***0.7***	***Tclear***	***0.15***
Urec1	***0.7***	***Trec1***	***0.7***
Urec2	***0.9***	***Trec2***	***1.5***

Condition d'application : Type D

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

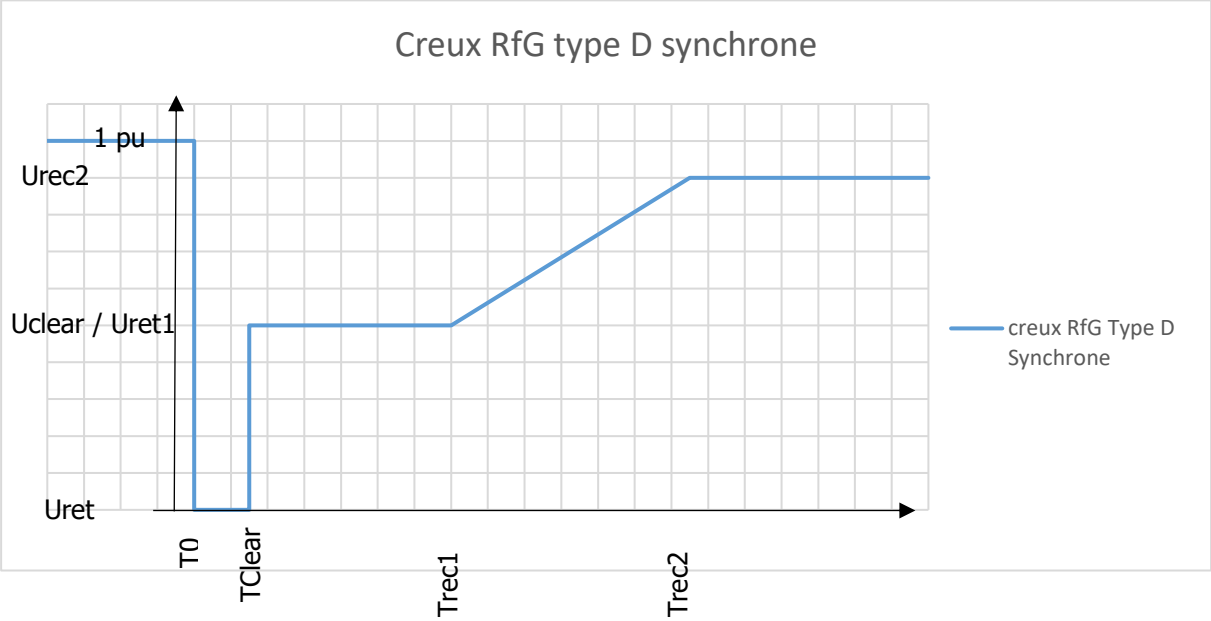


Figure 10 : Gabarit de creux de tension pour unité de type D

Les paramètres du creux de tension sont définis dans le tableau ci-dessous :

Paramètres de tension (pu)		***Paramètres de temps (sec)***	
Uret	***0***	***Tclear***	***0***
Uret	***0***	***Tclear***	***0.15***
Uclear	***0.5***	***Tclear***	***0.15***
Urec1	***0.5***	***Trec1***	***0.7***
Urec2	***0.9***	***Trec2***	***1.35***

Les critères définissant la fin du creux sont les suivants :

- 5 secondes après le début du défaut ;

ou

- Retour dans les plages normales de fonctionnement des trois tensions.

Les creux de tension successifs doivent être tenus, tant que les limitations matérielles (thermiques, ou mécaniques) de l'unité ne sont pas atteintes.

Références :

- Code RfG [1], art. 14.3, art 16.3
- Arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.3 « Stabilité ».

3.8 Non déclenchement sur surtension

Pour toute surtension triphasée ou monophasée, résultat de l'élimination d'un défaut, d'amplitude inférieure ou égale au gabarit ci-dessous, l'unité de production ne doit pas déclencher.

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

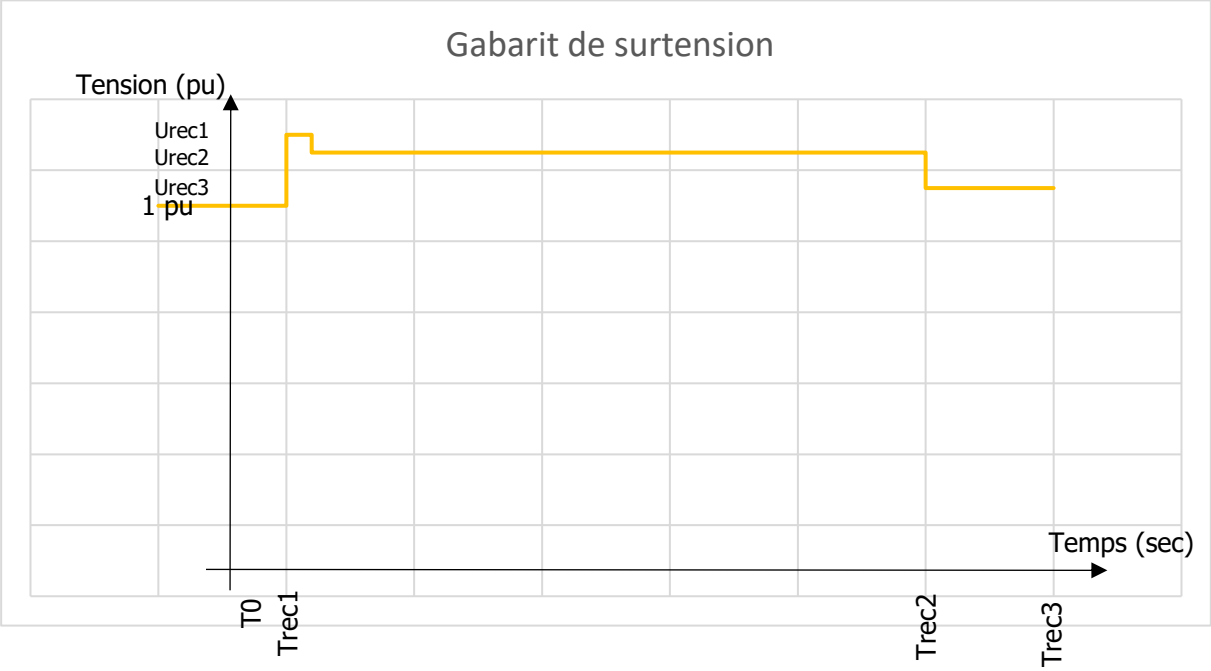


Figure 11 : Gabarit de surtension

Les paramètres de surtension sont définis dans le tableau ci-dessous :

Paramètres de tension (pu)		***Paramètres de temps (sec)***	
Urec1	***1.3***	***T0***	***0***
Urec1	***1.3***	***Trec1***	***0.05***
Urec2	***1.25***	***Trec2***	***2.5***
Urec3	***1.15***	***Trec3***	***30***

3.9 Perturbations

Conditions d'application : Types B, C, D

Les perturbations produites par l'installation de production, mesurées au point de raccordement, ne doivent pas excéder les valeurs limites autorisées ci-dessous.

S correspond à [Pmax_unité] plafonnée à la valeur de 5 % de la puissance de court-circuit normée [Scc de référence], soit S=min([Pmax_unité], 0.05 [Scc de référence]).

La valeur de [Scc de référence] est rappelée dans les conditions particulières.

Pour rappel elle est égale à à 400 MVA en HTB1, à 1500 MVA en HTB2, à 7000 MVA en HTB 3
[Un] est la valeur de la tension nominale au point de raccordement

3.9.1 Unité de production raccordée en HTB 1 ou HTB 2

- A-coup de tension (notamment au couplage) : amplitude max= 5 %
- Papillotement : Pst_{max} = 1
- Déséquilibre : taux de déséquilibre max = 1 %
- Harmoniques : courants harmoniques maximaux $I_{hn\ max} = k_n \frac{S}{\sqrt{3}Un}$

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Où

k_n est le coefficient de limitation défini en fonction du rang n de l'harmonique :

Rangs impairs	kn (%)	Rangs pairs	kn (%)
3	6,5	2	3
5 et 7	8	4	1,5
9	3	> 4	1
11 et 13	5		
> 13	3		

Taux global max : $\tau_{g\ max}$ = 8 %

3.9.2 Unité de production raccordée en HTB 3

- A-coup de tension (notamment au couplage) : amplitude max = 3 %
- Papillotement : Pst_{max} = 0,6
- Déséquilibre : taux de déséquilibre max = 0,6 %
- Harmoniques : courants harmoniques maximaux $I_{hn\ max} = k_n \frac{S}{\sqrt{3}Un}$

Où

k_n est le coefficient de limitation défini en fonction du rang n de l'harmonique :

Rangs impairs	kn (%)	Rangs pairs	kn (%)
3	3,9	2	1,8
5 et 7	4,8	4	0,9
9	1,8	> 4	0,6
11 et 13	3		
> 13	1,8		

Taux global max : $\tau_{g\ max}$ = 4,8 %

3.9.3 Scc au point de raccordement est inférieure aux valeurs normées

Condition d'application : Types B, C, D

Si la puissance de court-circuit du RPT au point de raccordement est inférieure à la [Scc de référence], les limites de perturbations de tension (à-coup, flicker et déséquilibre) indiquées ci-dessus sont à modifier en les multipliant par le rapport entre la valeur de puissance de court-circuit de référence correspondante indiquée ci-dessus et la puissance de court-circuit effectivement fournie par le RPT au PDR et donnée par RTE.

Les nouvelles limites de perturbations seront données dans les conditions particulières

Références :

- arrêté [2]

3.10 Données permettant de simuler le comportement de l'installation

Condition d'application : Types B, C, D

Pour tous les projets de raccordement au RPT, le producteur fournit à RTE d'un modèle (pas de modèle propriétaire, ni black-box) (schémas blocs et paramètres des régulations, caractéristiques de l'alternateur, du/des transformateurs…) permettant de faire les études de stabilité en tension et de stabilité transitoire (modélisation type phaseur). Ces informations sont transmises dans la fiche E1 du Cahier des charges capacités constructives

Condition d'application : Types C, D sur demande RTE

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Le producteur doit fournir à RTE des données pour la réalisation d'études dynamiques permettant de simuler le comportement de son unité de production et en particulier les phénomènes transitoires électromagnétiques.

Ces données doivent permettre à RTE de développer un modèle adapté aux études de transitoires électromagnétiques. Ce modèle doit représenter fidèlement le comportement transitoire (phénomènes de dynamique rapide, ~ 10 kHz) en régime direct, inverse et homopolaire de l'unité de production. On peut citer à minima :

- analyses fréquentielles
- analyse de défaut proche et de transitoires électromagnétiques rapides
- études harmoniques

Afin de pouvoir réaliser des études en amont du raccordement de l'unité de production, le producteur doit fournir ces données en 2 étapes :

- **des données préliminaires** doivent être fournies à RTE au plus tard 18 mois avant la 1ère injection,
- **des données définitives** doivent être fournies à RTE au plus tard 8 mois avant la 1ère injection

Description des données

On peut identifier deux types de données :

a. Les caractéristiques électriques détaillées des équipements utilisés.

b. Le(s) modèle(s) des systèmes de contrôle commande et de protection

Les caractéristiques électriques détaillées des équipements

L'ensemble des caractéristiques des composants HT (transformateurs, câbles, systèmes de compensation et/ou de filtres, machines tournantes, convertisseurs à base d'électronique de puissance, etc.), doivent être fournies dans un document. Ces caractéristiques seront associées à un schéma unifilaire de l'unité de production afin que RTE puisse créer dans ses outils de simulation de transitoires électromagnétiques un modèle détaillé de l'unité de production.

Le(s) modèle(s) des systèmes de contrôle commande et de protection

Les modèles détaillés des systèmes de contrôle commande peuvent contenir des données techniquement sensibles. C'est pourquoi seule la fourniture de ces modèles sous forme de "boîte noire", c'est-à-dire sous forme de code compilé, est requise. Une description simplifiée du contrôle commande sous forme de schéma bloc devra également être fournie, en complément de ces modèles. Ce schéma bloc (déjà demandé dans la fiche E1 pour l'étude des transitoires électromécaniques) permettra de comprendre les grandes fonctionnalités du système sans en révéler les parties industrielles sensibles.

Ces systèmes de contrôle commande et de protection doivent être modélisés de manière détaillée afin d'être intégré au modèle détaillé de l'unité de production décrit ci-dessus. Par conséquent ils ne doivent pas être agrégés. Ces modèles de contrôle commande doivent permettre l'étude de transitoires électromagnétiques.

Les consignes de production en actif et réactif ou de contrôle de la tension devront être des paramètres réglables du modèle.

Ces modèles "boites noires" seront des codes compilés (bibliothèque statique ou dynamique – pas d'exécutable) qui pourront être appelés dans une boucle temporelle à pas de temps fixe à partir d'un code en langage C ou FORTRAN, indépendants de tout logiciel de simulation. RTE sera ensuite en charge d'intégrer ces composants dans ses logiciels de simulation de transitoires électromagnétiques, à savoir EMTP-RV et HYPERSIM.

Les modalités de validation des modèles avant fourniture à RTE seront également définies.

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Ces modèles doivent être élaborés à partir du logiciel qui a été utilisé pour concevoir le contrôle commande ou être directement générés à partir du code source du contrôleur. A titre illustratif deux exemples sont présentés ci-dessous.

- Si le contrôle commande détaillé a été étudié initialement dans le logiciel PSCAD, l'interface PSCAD / EMTP-RV pourra être utilisée pour générer un modèle "boîte noire". RTE peut fournir un appui sur les conditions d'utilisation de cette interface.
- Si le modèle de contrôle commande est disponible dans le logiciel Matlab-Simulink, l'interface Simulink / EMTP-RV pourra être utilisée pour importer le modèle sous la forme de "boîte noire".

Fourniture finale des modèles :

La fourniture finale doit comprendre **:**

- La version finale des modèles : cette dernière version doit être approuvée par RTE sur la base de comparaisons avec des résultats obtenus lors des FAT sur le véritable contrôle-commande et des mesures réalisées dans l'unité de production au plus tard 1 mois après la mise en service finale.
- La version finale du modèle PSCAD si ce logiciel a été utilisé par le fournisseur pour concevoir l'unité de production.
- Une documentation sur les modèles, entièrement sous format informatique (.pdf), incluant :
  - les schémas simplifiés du système de contrôle-commande et de protection,
  - une description détaillée des entrées et sorties des modèles un manuel d'utilisation (paramétrage, plages de valeurs autorisées, etc.)
  - un exemple d'utilisation sous la forme d'un code informatique qui interagit avec le modèle de contrôle commande. L'objectif de cet exemple est de valider le fait que le modèle boîte noire peut communiquer avec un processus externe. Cet exemple ne servira pas à valider le comportement du modèle en tant que tel.
- Un rapport de validation incluant pour chaque test d'acceptation en usine la superposition (sur la même figure) des résultats donnés par le modèle et des résultats donnés par le contrôle-commande réel (relié à un simulateur en temps réel).
- Un engagement du producteur à garantir pendant toute la durée de vie du contrôle commande le maintien de la similitude entre le contrôle-commande réel et le modèle fourni à RTE, sur les modifications impactant les performances de l'unité de production.

Références :

- Code RfG [1] art 15.6 c

3.11 Echanges d'informations

Les informations données dans ce chapitre font l'objet de précisions dans le *« cahier des charges pour le raccordement au sytème de téléconduite de RTE de l'installation de production ».*

3.11.1 Transmission d'ordres à exécution rapide

Conditions d'applications : Type C sur demande RTE, Type D

L'unité de production doit être équipée d'un système permettant aux centres de conduite de RTE de lui communiquer des instructions destinées à mettre en œuvre des modifications du régime de fonctionnement dans le but d'assurer la sécurité et la sûreté du RPT et la qualité de son fonctionnement.

A ce titre, l'unité de production acquiert les instructions émises par RTE lors de situations exceptionnelles, via l'outil du dispositif d'alerte et de sauvegarde et via le système de téléphonie de sécurité.

L'éventail des messages susceptibles d'être reçus par le producteur et la conduite à tenir à leur réception sont définis dans la convention d'exploitation.

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Références :

- Code RfG [1] art 14.5
- arrêté [2]
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.7 « Echange d'informations et système de téléconduite ».

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

.2 Nature des informations échangées

Conditions d'application : Types B, C, D

Informations communes aux unités de production

Libellé court	Info	Description **Sous fonction**	**Usage**	**Unité Physique**	**Plage**
U.PROD	TM	Tension composée U au point de consigne du régulateur primaire de tension (résolution mini. 0,1% de Un)	Mesure : Au point de consigne du régulateur primaire de tension	kV	si point de consigne du régulateur de tension au stator [0,7 Usn; 1,3 Usn] si point de consigne du régulateur de tension au réseau [0,7 Un; 1,3 Un] si l'unité de production ne fait pas de RST [0 ; max U exceptionnelle]
P.PROD	TM	Puissance active P	la borne inférieure peut être négative (soutirage)	MW	[-Psoutirage ; 110% Pmax_unité]
Q.PROD	TM	Puissance réactive Q	la borne inférieure peut être négative (SSY)	MVAR	[-Pmax_unité ; +Pmax_unité]
DJ.HT ou DJ.HT.S	TS	Groupe raccordé au Réseau Public de Transport (en injection ou en soutirage)	Indique la position du DJ Client en limite de propriété		
COUPLEUR	TS	Groupe couplé au Réseau Public de Transport (en injection ou en soutirage)	Indique le couplage de l'installation au Réseau Public de Transport Si		

Libellé court	**Info**	Description **Sous fonction**	**Usage**	**Unité Physique**	**Plage**
U.CONS	TM	Consigne U_{CONS} (résolution mini. de 0,1% de Un) (consigne courante du régulateur primaire de tension)	Mesure (lissée) par régulateur primaire de tension.	kV	si point de consigne du régulateur de tension au stator [0,7 Usn; 1,3 Usn] si point de consigne du régulateur de tension au réseau [0,7 Un; 1,3 Un]
BUT.UQ-		Atteinte d'une ou plusieurs limites du diagramme U/Q en fonction de P du groupe Nota : un mécanisme d'hystérésis associé à une temporisation d'entrée et de sortie de limitations, sera mis œuvre pour éviter des battements de ces télésignalisations.	Indique un blocage à la baisse du réglage de tension sur l'unité de production		
BUT.UQ+			Indique un blocage à la hausse du réglage de tension sur l'unité de production		
DT.RSO	TS	Signale l'émission par les protections du Client d'un ordre de déclenchement de son disjoncteur situé sur la liaison de raccordement suite à un défaut détecté en direction du Réseau Public de Transport (libellé long : DT.RESEAU)	Indique l'émission d'un ordre de déclenchement du disjoncteur propriété du Client situé sur la liaison de raccordement suite à un défaut détecté en direction du Réseau Public de Transport		
DT.PROD	TS	Signale l'émission par les protections du Client d'un ordre de déclenchement de son disjoncteur situé sur la liaison de raccordement suite à un défaut détecté en direction de l'unité de production du Client (libellé long : DT.PRODUCTEUR)	Indique l'émission d'un ordre de déclenchement du disjoncteur propriété Client situé sur la liaison de raccordement suite à un défaut détecté en direction du Client		

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Si le transformateur dispose d'un régleur avec changement de prise en charge

Libellé court	Info	Description **Sous fonction**	Usage	Unité Physique	Plage
NUM PRISE	TM	si l'unité de production est munie d'un transformateur avec régleur en charge : Numéro de prise courante du régleur en charge de chaque transformateur principal	Indique le numéro de prise courante du régleur en charge du transformateur principal		[0 ; 50]

Conditions d'application : Types C, D

Informations communes aux unités de production

Libellé court	Info	Description **Sous fonction**	Usage	Unité Physique	Plage
PART.FSM	TS	Unité asservie au réglage primaire de fréquence (En ou Hors FSM) (libellé long :xxxxxxxx)	Indique la participation au réglage primaire de fréquence (commutateur positionné par le producteur signalant l'état de participation de l'unité de production au FSM)		
F.PROD	TM	Fréquence F de l'unité, pour les phases de reconstitution du Réseau (libellé long : FREQUENCE)	précision requise : 1/100ème de Hertz	Hz	[47 – 52 Hz]
Pc	TM	La puissance de consigne de l'unité (libellé long :xxxxxxxx)	La puissance de consigne de l'unité à la fréquence de référence f_n	MW	[0 ; Pmax_unité]
K.FSM	TM	Gain de l'unité (libellé long :xxxxxxxx)	Indique le gain de l'unité lorsqu'elle participe au réglage primaire de fréquence	MW/Hz	[0 ; Pmax_unité]

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Condition d'application : Type D

Libellé court	**Info**	Description **Sous fonction**	**Usage**	**Unité Physique**	**Plage**
PART.RST	TS	Unité asservie au RST (En ou Hors RST) (libellé long : PART.RST)	Indique la participation au RST (commutateur positionné par le producteur signalant l'état de participation de l'unité de production au RST)		
UREF.RST	TVC	Commande U_{REF} (résolution mini. de 0,1% de Un) (consigne analogique à appliquer au régulateur primaire de tension).	Tension de consigne à appliquer à chaque régulateur primaire de tension (consigne émise de manière récurrente)	kV	si point de consigne du régulateur de tension au stator [0,7 Usn; 1,3 Usn] si point de consigne du régulateur de tension au réseau [0,7 Un; 1,3 Un]
RSFP	TS	Unité asservie au RSFP (En ou Hors RSFP) (libellé long : PART.RSFP)	Indique la participation au RSFP (commutateur positionné par le producteur signalant l'état de participation de l'unité au RSFP)	sans	
N.RSFP	TVC	Niveau RSFP	Participation de l'unité au RSFP, par régulateur primaire de fréquence (consigne émise de manière récurrente)	sans	[-1 ; 1]
RET.RSFP	TM	Niveau RSFP (TM en retour)	Indique la mesure (lissée) du niveau RSFP reçue par régulateur primaire de fréquence ou équivalent	sans	[-1 ; 1]

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Condition d'application: Unité de production est équipée d'un automate manque tension AMU

Libellé court	Info	Description Sous fonction	Usage	Unité Physique	Plage
DT.AMU.E	*TS*	Signale un ordre d'ouverture du disjoncteur propriété client en limite de propriété sur la liaison de raccordement par l'automate à manque de tension (liaison à 2 DJ) (libellé long : DT.AMU.EXT)	Indique un ordre d'ouverture du disjoncteur sur la liaison de raccordement par l'automate à manque de tension du Client		
AMU.E	TS	Etat de fonctionnement (En ou Hors Service) de l'automate à manque de tension (AMU) (libellé long : AMU.EXT)	Indique l'état de fonctionnement de l'automate à manque de tension du Client		

Condition d'application: Unité de production pour lesquelles un automate d'effacement ou de baisse de production est prescrit par RTE (§3.3)

Libellé court	Info	Description Sous fonction	Usage	Unité Physique	Plage
FcT.AUT	TS	Télésignalisation envoyée par RTE au client sur contraintes identifiées	Indique l'envoi par RTE d'un ordre vers les installations du client pour la baisse et l'effacement de la production selon les modalités définies dans la ptf.		

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Condition d'application : Unité de production a des capacités constructives pour participer à la reconstitution du réseau ou au renvoi de tension

Libellé court	Info	Description Sous fonction	Usage	Unité Physique	Plage
F.PROD	TM	Fréquence F de l'unité de production, pour les phases de reconstitution du Réseau (libellé long : FREQUENCE)	précision requise : 1/100ème de Hertz	Hz	[47 – 52 Hz]
TR.DISPO (= ex TS1)	TS	Groupe disponible pour les besoins du Réseau Public de Transport	Indique que le groupe est prêt au renvoi sur le Réseau Public de Transport (renvoi de tension, soutien, …)		

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Condition d'application : l'unité de production est une tranche nucléaire

Libellé court	Info	Description Sous fonction	Usage	Unité Physique	Plage
DEMAND.U **(= ex TS2)**	TS	Groupe demande un rétablissement de la tension sur une des sources externes			

Références :

- Code RfG [1] art 14.5
- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.7 « Echange d'informations et système de téléconduite ».

Copyright RTE. Ce document est la propriété de RTE. Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

3.11.3 Performances attendues pour la mise à disposition des téléinformations et la prise en compte des ordres

Condition d'application : Types B, C, D

Les changements d'état [2] de toutes les télésignalisations mentionnées au §3.11.2, sont mis à disposition du réseau de transmission de responsabilité RTE en moins de 3 s. Les changements d'état des organes de coupure sont datés à 10 ms près, les autres télésignalisations le sont à 1 s près.

Les télémesures (hormis les télémesures de tension et de puissance active et réactive utilisées pour le RST) sont élaborées soit cycliquement avec une période maximale de 10 s soit sur changement de valeur avec seuil et mises à disposition du réseau de transmission de responsabilité RTE en moins de 10 s à compter de leur captation s'il s'agit d'un site isolé ou de moins de 15 s s'il s'agit d'un site piloté par un centre de conduite de la production.

Les dispositions de maintien en conditions opérationnelles des équipements installés sur le site de l'unité de production doivent permettre de garantir une disponibilité des informations au moins égale à 99,3 % (taux de disponibilité annuel).

La précision des capteurs de mesure, distincts des dispositifs de comptage est au moins égale à 0,5 % (classe 0,5) dans les conditions fixées par la norme NF EN 60688 et ses additifs de 1999 et 2001.

Condition d'application : Types C, D

Les modifications des consignes de puissance, dues à l'action du téléréglage de fréquence-puissance sont appliquées aux groupes concernés dans un délai inférieur à 10 s à compter de la réception des niveaux par l'unité de production.

Condition d'application : Type D

Les modifications de la consigne de tension RST, dues à l'action du téléréglage de tension sont appliquées aux unités concernés dans un délai inférieur ou égal à 1 s à compter de la réception de la consigne par l'unité de production en appliquant les limitations de vitesse et de plage définies au §3.1.5.1.

Les télémesures de tension et de puissances active et réactive sont élaborées cycliquement avec une période maximale de 5 secondes et mises à disposition du réseau de transmission de responsabilité RTE en moins de 10 secondes à compter de leur captation.

Avant d'être mise à disposition à l'interface, ces mesures doivent avoir été filtrées afin de rejeter les fréquences supérieures à 0,05Hz.

La prise en compte (alarme de l'opérateur) des ordres de sauvegarde doit pouvoir être effective dans un délai inférieur à 10 s après sa réception par l'unité de production. L'effet sur l'injection ou le soutirage de puissance sur le réseau ne doit pas excéder une dizaine de minutes.

Références :

- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.7 « Echange d'informations et système de téléconduite ».

3.11.4 Modalités et protocoles d'échange

Conditions d'applications : Types B, C, D

Tous les messages échangés entre l'unité de production et le centre de conduite de RTE s'effectuent en utilisant les services du protocole IP (Internet Protocol). Ces messages sont structurés selon leur nature :

- les informations de téléconduite (télémesures, télésignalisations, ainsi que les consignes de téléréglage si nécessaire) sont transmises par paquets structurés en respectant les formats de la norme NF EN 608070-5-104 :2007 V3;;

2 Dans tout ce qui suit, on appelle "changement d'état" l'acquisition par l'équipement de téléconduite local d'une boucle sèche matérialisant l'ouverture ou la fermeture d'un contact.

Nota : les informations relatives aux programmes de fonctionnement des groupes sont échangées via les réseaux publics de communication, elles ne sont pas dans le périmètre du présent cahier des charges.

Condition d'application : Type D

- les échanges téléphoniques d'exploitation s'effectuent via des équipements du Système Téléphonique de Sécurité (STS) qui respectent le protocole H323 ; les flux sont numérisés et décompressés au standard international ITU-T G. 723.1. ;
- les ordres de sauvegarde sont spécifiés dans la note d'échange technique, annexée à la convention d'exploitation ;

Références :

- Documentation Technique de Référence [3], art. 4.7 « Echange d'informations et système de téléconduite ».

3.12 Système de protection

Les prescriptions ou exigences fonctionnelles du système de protection de l'installation sont présentées dans le cahier des charges des systèmes de protection contre les défauts d'isolement. Ce document, comme le cahier des charges des capacités constructives, est annexé à la convention de raccordement.

La réponse du producteur pour démontrer sa conformité vis-à-vis des performances attendues se fera via le contrôle de conformité (fiche E3 de l'étape 1).

4. FICHES DE CONTROLE AVANT L'ACCES DEFINITIF AU RESEAU

La liste des fiches de contrôle applicables à l'unité de production est définie dans les conditions particulières.

Références :

- Documentation Technique de Référence [3], art. 1.2 « Raccordement des installations de production » et Chapitre 5 « Contrôle de conformité des installations ».

5. REFERENCES

[1] RÈGLEMENT (UE) 2016/631 DE LA COMMISSION du 14 avril 2016 établissant un code de réseau sur les exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité

[2] Code de l'Energie.

[3] Arrêté du XXXXX relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement au réseau public de transport d'électricité d'une installation de production d'énergie électrique.

[4] Documentation Technique de Référence en vigueur à la date d'envoi de la PTF.

6. LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Principes de calcul des marges de stabilité

ANNEXE 2 : Définitions des caractéristiques de la réponse à un échelon

ANNEXE 1 : PRINCIPES DE CALCUL DES MARGES DE STABILITE

1. Définitions

1.1 Boucle de régulation

La structure classique d'une régulation est la suivante (figure 1) :

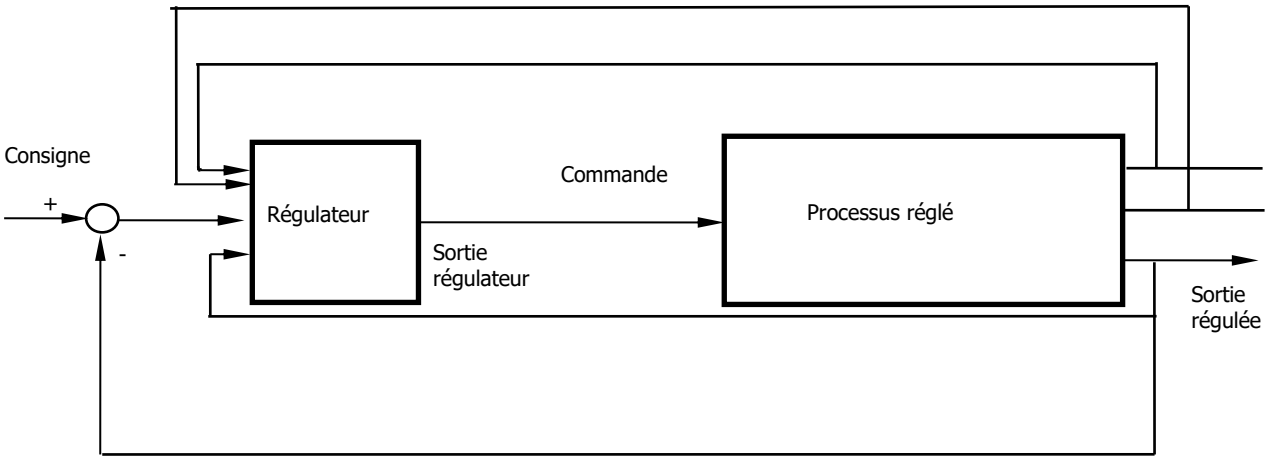


figure 1

Sur un tel schéma on peut définir la fonction de transfert en boucle ouverte et la fonction de transfert en boucle fermée.

La fonction de transfert en boucle ouverte H(p) correspond à l'ouverture de la boucle **entre le régulateur et la commande** et est égale à la transmittance - [Sortie régulateur] / [Commande].

1.2 Marges de stabilité

La stabilité d'un système bouclé est définie par la position de sa transmittance en **boucle ouverte H(p)** (p opérateur de Laplace) par rapport au point -1 dans le plan de Nyquist (figure 2). On définit classiquement en automatique les marges de stabilité suivantes :

- **La marge de gain Mg est la valeur dont on peut multiplier la transmittance H(p) pour qu'elle passe par le point -1.**

Physiquement la marge de gain est égale à la valeur qui multipliée au gain du régulateur entraîne l'instabilité.

- **La marge de phase Mp est l'angle ϕ tel que Arg[H(jω0)]=π+ϕ avec ω_0 pulsation au gain unité.**
- **La marge de retard Mr est égale la marge de phase divisée par ω_0. Mr=Mp/ω_0.**

Physiquement la marge de retard correspond au retard pur qui, inséré dans la boucle de régulation, entraîne l'instabilité

- **La marge de module Mm est définie comme la distance minimale au point -1. Mm=Min (|1+H(p)|).**

C'est l'inverse du coefficient de résonance harmonique[3] de la fonction de sensibilité $S = \frac{1}{1+H}$.

- **La marge de module complémentaire Mmc est définie comme l'inverse du coefficient de résonance harmonique de la fonction de sensibilité complémentaire T=1-S=H/(1+H)**

[3] le coefficient de résonance harmonique d'une fonction de transfert H(p) est égale à max (|H(p)|).

Si on appelle λ la valeur du coefficient de résonance harmonique de T, la fonction de transfert en boucle ouverte sera extérieure au " λ-cercle " de centre $\frac{-\lambda^2}{\lambda^2-1}$ et de rayon $\frac{\lambda}{|\lambda^2-1|}$ dans le plan de Nyquist (courbe de variation de la fonction de transfert en fonction de la fréquence du signal ω).

La spécification demandée est Mmc > 0,33 c'est à dire λ < 3,03. Le " λ-cercle " correspondant a donc pour centre [-1,12 ; 0] et un rayon de 0,37

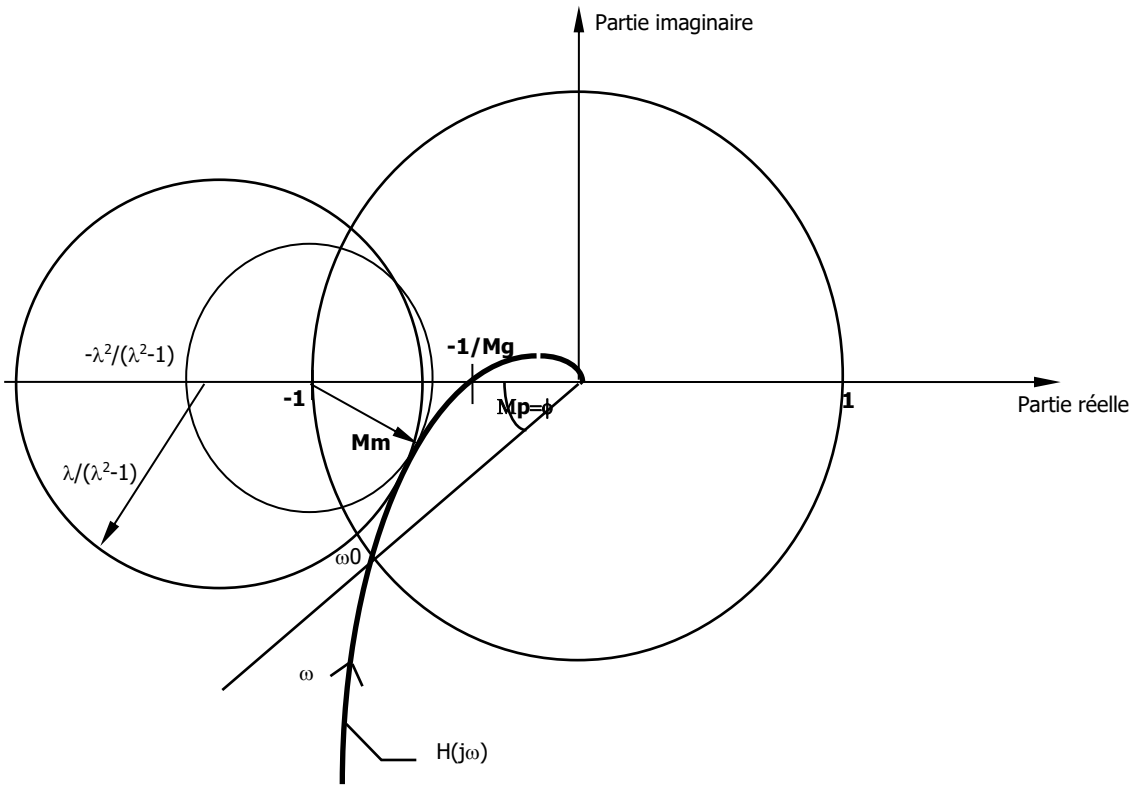
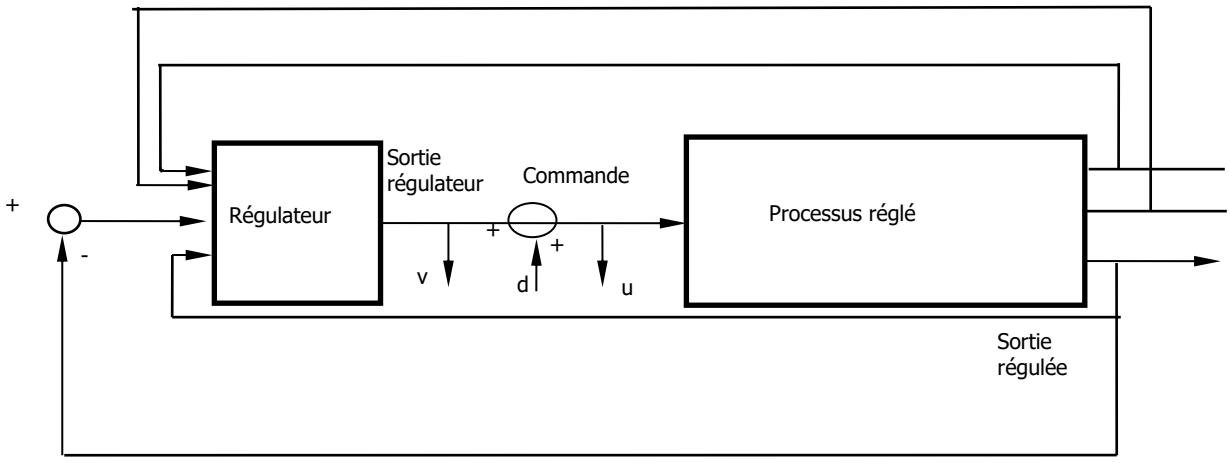


Figure 2

2. Principe des mesures des marges de modules

La marge de module et la marge de module complémentaire peuvent être mesurées **en boucle fermée** en injectant un signal additionnel entre la sortie du régulateur et la commande.



La fonction de transfert entre d et -v, -v(p)/d(p), est égale à la fonction de sensibilité complémentaire T.

La fonction de transfert entre d et u, u(p)/d(p), est égale à la fonction de sensibilité S.

De plus, cette mesure permet d'évaluer la marge de retard du régulateur.

ANNEXE 2 : DEFINITIONS DES CARACTERISTIQUES DE LA REPONSE A UN ECHELON

Les temps caractéristiques décrits sur la courbe ci-dessous sont utilisés dans les fiches de contrôle. Leurs définitions sont les suivantes :

- Temps de réaction (reaction time) : durée comprise entre la variation subite d'une grandeur de commande et le moment où la variation correspondante d'une grandeur de sortie a atteint 10% de la valeur définie.
- Temps de montée (rise time) : durée comprise entre le temps de réaction et le moment où la variation correspondante d'une grandeur de sortie a atteint 90% de la valeur définie.
- Temps de réponse (response time) : durée comprise entre la variation subite d'une grandeur de commande et le moment où la variation correspondante d'une grandeur de sortie a atteint pour la première fois la bande de tolérance de la valeur définie.
- Temps d'établissement (settling time) : durée comprise entre la variation subite d'une grandeur de commande et le moment à partir duquel la variation correspondante d'une grandeur de sortie reste dans la bande de tolérance de la valeur définie

