Règles de Marché

Chapitre 4. Services Système fréquence

PROJET : TRAME TYPE DE CERTIFICATION DE L'APTITUDE AU REGLAGE PRIMAIRE ET SECONDAIRE DE FREQUENCE

« GDP ou Sites d'Injection à partir d'énergies renouvelables »

PROJET

Version en vigueur au [jour] [mois] [année]

Date	Modifications
23/06/25	Initialisation du document

SOMMAIRE

4.A ANNEXES 3

4.A12. TRAME TYPE DE CERTIFICATION DE L'APTITUDE AU REGLAGE PRIMAIRE et / ou secondaire DE FREQUENCE « GDP ou Sites d'Injection à partir d'énergies renouvelables » 3

4.A12.1. Objet du document 3
4.A12.2. Définitions 3
4.A12.2.1. Caractéristiques électriques 3
4.A12.2.2. Etats du réseau 3
4.A12.2.3. Caractéristiques du réglage de fréquence 4
4.A12.3. Réglage primaire de fréquence (mode FSM) 5
4.A12.4. Réglage secondaire de fréquence 8
4.A12.4.1. Performances de la fonction RSFP 10
4.A12.4.2. Anomalie de fonctionnement et disponibilité de la fonction RSFP 11
4.A12.5. Mesure de fréquence 11
4.A12.5.1. Fréquence pour le Réglage Primaire de Fréquence 11
4.A12.5.2. Détection de réseaux séparés de grande ampleur (système split) 11
4.A12.6. Exigences complémentaires dans le cas d'une participation à partir d'une puissance de base variable 11
4.A12.7. Nature des informations échangées 14
4.A12.8. Exigences complémentaires dans le cas d'un raccordement au RPD 15
4.A12.9. Fiches de contrôle Certification 15
4.A12.10. Références 17
4.A12.11. Liste des annexes 17

ANNEXE 1 : Informations et simulations à fournir par le client (Etape 1) 18
Fiche INFORMATION n°1 : Liste des données 18
Fiche INFORMATION n°2 : Conformité des systèmes dédiés aux échanges d'information 23
Fiche SIMULATION n°1 : TEST sur la fiabilité de l'estimation de la puissance maximale disponible et sur la compensation de l'erreur d'estimation lors du calcul de la consigne 24

ANNEXE 2 : Essais à réaliser par le Client (Etape 2) 27
Fiche ESSAI n°1 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information 27
Fiche ESSAI n°2 : Réglage primaire de fréquence –mode FSM 28

ANNEXE 3 : Attestation à compléter par le Client 43

ANNEXE 4 : Trame type pour restituer les données numériques 44

PROJET

4. Services Système fréquence

4.A Annexes

4.A12. TRAME TYPE DE CERTIFICATION DE L'APTITUDE AU REGLAGE PRIMAIRE ET / OU SECONDAIRE DE FREQUENCE « GDP OU SITES D'INJECTION A PARTIR D'ENERGIES RENOUVELABLES »

4.A12.1. Objet du document

Ce document a pour objet de définir les performances attendues pour la participation au réglage primaire et / ou secondaire de fréquence de l'Entité de Réserve (EDR) [nom EDR] du Responsable de Réserve [nom Client], pour un volume de Réserve Primaire maximum RP_{max} de [valeur RP_{max}] et / ou pour un volume de Réserve Secondaire maximum $RS_{maxhausse}$ de [valeur $RS_{maxhausse}$] et $RS_{maxbaisse}$ de [valeur $RS_{maxbaisse}$] et un temps d'activation [valeur 67s ≤ FAT ≤ 300s]. L'Entité de Réserve est constituée de [liste des unités de production par type en indiquant le lieu de raccordement (la commune pour RPD et le poste HTB pour RPT) ainsi que le code Décompte de chacun des sites (à demander si besoin au gestionnaire de réseau du site) et leur répartition dans les EDP constitutives de l'Entité de Réserve. Pour chaque unité ou site préciser :

- Pmax_unité, type d'énergie primaire

Les performances demandées par RTE sont en cohérence avec le Chapitre 4 des règles de marché relatif au Services Système fréquence [1] et le cadre expérimental qui y est prévu, la Documentation Technique de Référence [2], le Règlement SOGL [3].

Le document décrit les simulations et essais à réaliser pour établir le Certificat d'Aptitude au réglage primaire de fréquence.

4.A12.2. Définitions

4.A12.2.1. Caractéristiques électriques

La puissance maximale à l'injection de l'Entité de Réserve (**Pmax_inj**) est la somme des puissances maximales à l'injection des unités ou sites (**Pmax_inj_unité**) mesurées.

4.A12.2.2. Etats du réseau

L'Etat normal (Normal State) de la fréquence du réseau est déclaré lorsque :

- la valeur absolue de l'écart de fréquence n'est pas supérieure à 200 mHz;

Et

- la valeur absolue de l'écart de fréquence n'est pas supérieure à 50 mHz depuis plus de 15 min ou n'est pas supérieure à 100 mHz depuis plus de 5 minutes

Référence : article 18 de [3]

L'Etat d'Alerte (Alert State) de la fréquence du réseau est déclaré lorsque :

PROJET

- la valeur absolue de l'écart de fréquence n'est pas supérieure à 200 mHz;

Et

- la valeur absolue de l'écart de fréquence est supérieure à 50mHz depuis plus de 15 min ou supérieure à 100mHz depuis plus de 5 minutes

La sortie de l'Etat d'Alerte, c'est à dire le retour à l'Etat Normal, a lieu dès que la valeur absolue de l'écart de fréquence est inférieure à 50 mHz si la valeur absolue de l'écart de fréquence était supérieure à 50mHz depuis plus de 15 min, et que la valeur absolue de l'écart de fréquence est inférieure à 100 mHz si la valeur absolue de l'écart de fréquence était supérieure à 100 mHz depuis plus de 5 min.

Les écarts de fréquence sont calculés par rapport à la fréquence nominale fn = 50,00 Hz

Référence : article 18 de [3]

L'Etat d'Urgence (Emergency State) de la fréquence du réseau est déclaré lorsque :

- la valeur absolue de l'écart de fréquence est supérieure à 200 mHz;

La sortie de l'Etat d'Urgence, c'est à dire le retour à l'Etat Normal, a lieu dès que la valeur absolue de l'écart de fréquence est inférieure à 50 mHz.

4.A12.2.3. Caractéristiques du réglage de fréquence

Précision :

La précision d'une mesure est la valeur maximale admissible de l'erreur de mesure. L'erreur de mesure est la différence entre la valeur donnée par la mesure et la valeur exacte de la grandeur physique.

Résolution :

La résolution d'une mesure est la plus petite variation entre deux valeurs différentes de cette mesure.

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.

PROJET

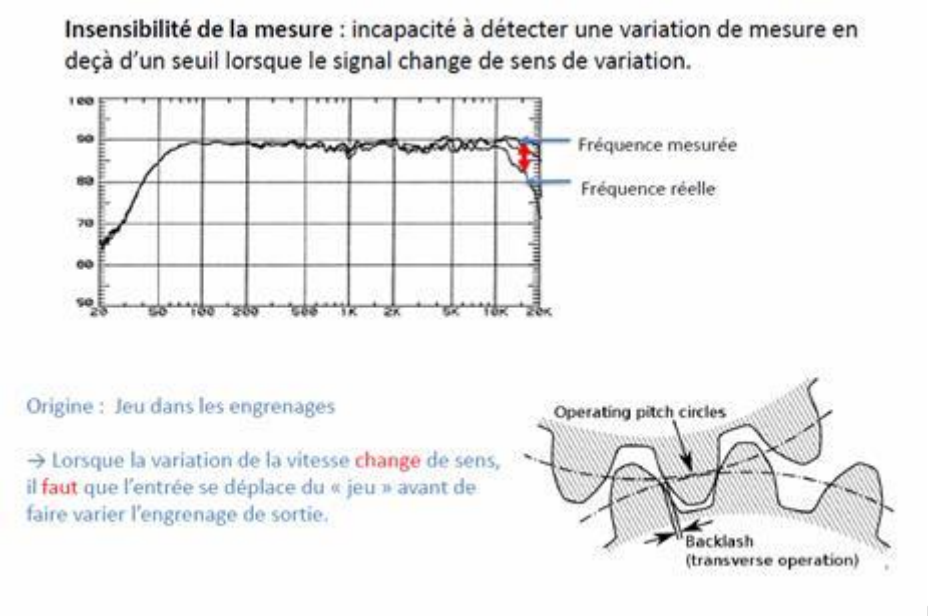


Figure 1 : Insensibilité

Bande morte :

Intervalle utilisé volontairement pour « neutraliser » le réglage de la fréquence.

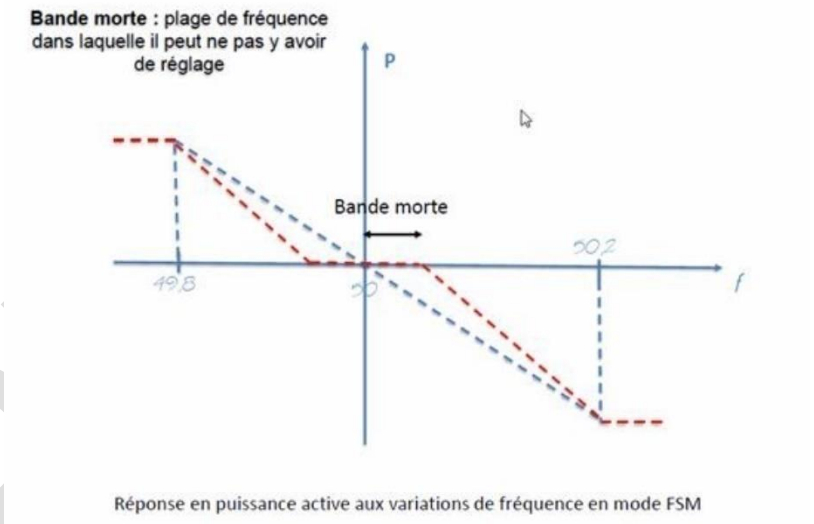


Figure 2 : Bande morte

4.A12.3. Réglage primaire de fréquence (mode FSM)

L'Entité de Réserve doit disposer d'une aptitude au réglage primaire (mode FSM) caractérisée par :

- Un volume de réserve de puissance active, dite « réserve primaire, RP » 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, et durée de maintien de fourniture de cette réserve)

Le fonctionnement en réglage primaire de fréquence doit être possible lors des pentes de variation de puissance de base.

Volume de réserve primaire (RP)

La réserve primaire maximale RP_{max} est à préciser dans la fiche d'information n°1.

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

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

$$P - P_0 = -K.(f - fn)$$

avec :

- P [MW] : puissance réelle fournie par l'Entité de Réserve en mode quasi stationnaire
- P_0 [MW] : puissance de base de l'Entité de Réserve à la fréquence de référence f_n
- f [Hz] : fréquence mesurée sur le réseau
- f_n [Hz] : fréquence nominale (50 Hz)
- K [MW/Hz] : gain de l'Entité de Réserve

La convention de signe utilisée est la convention producteur, c'est à dire qu'une valeur de P positive correspond à une injection de puissance et une valeur négative à un soutirage.

Le gain K de l'Entité de Réserve peut être réglable. Pour une RP, il ne peut être supérieur à K_{max} = 25 RP MW/Hz et ne peut être inférieur à K_{min} = 5 RP MW/Hz.

En exploitation, les valeurs des gains à la hausse et à la baisse pourront être différentes, la valeur de chacun des gains devra :

- Garantir la libération de la totalité de la réserve mise à disposition de RTE pour tout écart de fréquence d'amplitude supérieure ou égale à 200 mHz quelle que soit la puissance de base
- Lorsque $f > f_n$ ou lorsque $f < f_n$
    - Etre constant à minima sur une durée de 15 min[1] et en cohérence avec les modifications de puissance de base
    - Etre indépendant de la variation de la fréquence

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.

[1] 15 min : cette valeur correspond à la durée du pas de temps des règlements des écarts, et est cohérente avec la durée minimale de maintien de la réserve.

PROJET

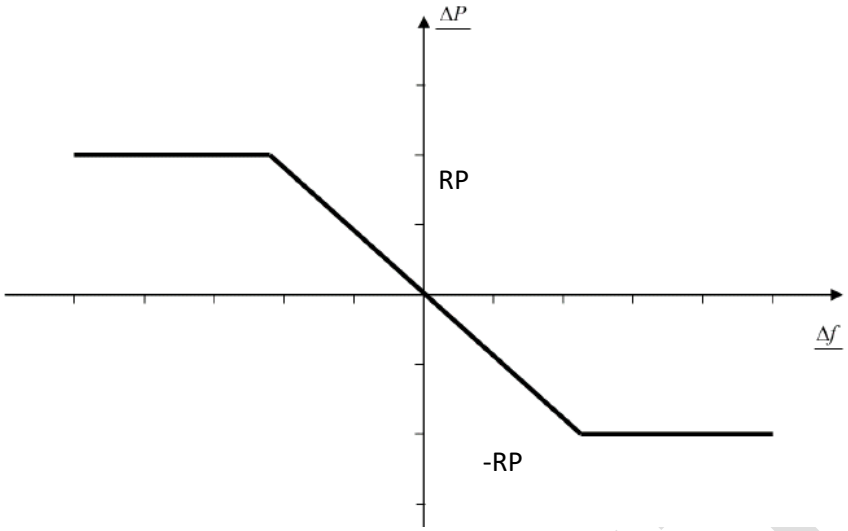


Figure 3 : Loi de réglage FSM (Frequency Sensitive Mode)

Δf : variation de fréquence mesurée sur le réseau

ΔP : variation de puissance active

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'Entité de Réserve (délai d'activation (t1) et durée d'activation complète (t2)) ne doit pas être volontairement retardée : le délai d'activation (t1) est à préciser dans la fiche 1 (Si t1 est supérieur à 500 ms, des justifications techniques devront être fournies, dans tous les cas t1 doit être inférieur ou égal à 2s).

Pour tout échelon de fréquence $\Delta f = f - f_n$ compris entre 0 et +/-200 mHz à partir de 50 Hz, l'Entité de Réserve doit être capable d'activer la réponse en puissance active (ΔP1) sur ou au-dessus de la ligne pleine de la courbe ci-dessous, et notamment de fournir la totalité de la réserve de puissance attendue RP en moins de 30 s (t2).

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

- la réserve primaire RP 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).

PROJET

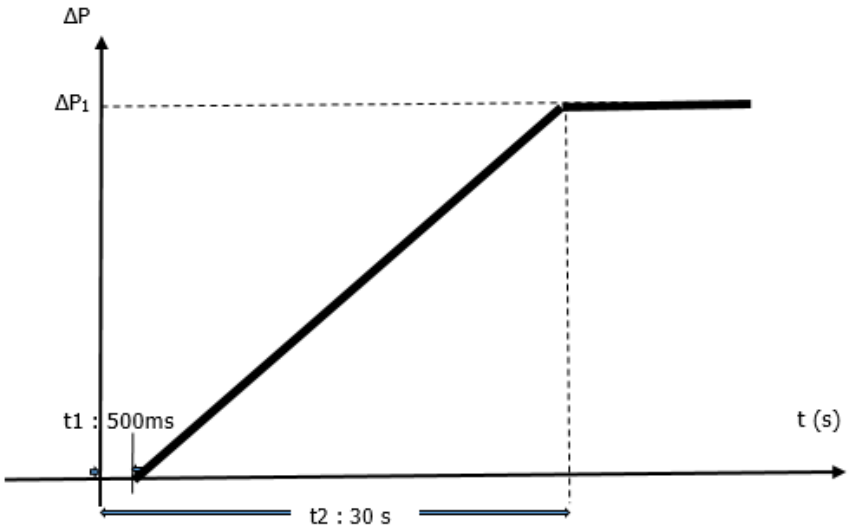


Figure 4 : délai d'activation et temps de réponse à un échelon

La résolution de la mesure de fréquence utilisée pour le réglage de fréquence doit être inférieure ou égale à 1 mHz.

La précision de mesure de la fréquence utilisée pour le réglage de fréquence doit être la meilleure possible et dans tous les cas inférieure ou égale à 10 mHz.

L'insensibilité de la régulation primaire de la fréquence doit être inférieure ou égale à ±10 mHz. L'insensibilité est à préciser dans la fiche d'information n°1.

La mise en œuvre du mode FSM doit être transmise à RTE par l'émission d'une télésignalisation. Lorsque l'Entité de Réserve n'est pas en état de contribuer au réglage primaire fréquence-puissance (unité non connectée, défaut affectant la régulation), la télésignalisation doit alors être positionnée à l'état hors service « 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'Entité de Réserve
- Puissance maximale disponible estimée en temps réel de l'Entité de Réserve
- Puissance de base de l'Entité de Réserve à la fréquence de référence f_n
- Fréquence mesurée sur le réseau

4.A12.4. Réglage secondaire de fréquence

L'Entité de Réserve doit disposer d'une aptitude au réglage secondaire caractérisée par :

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

PROJET

Le fonctionnement en réglage secondaire de fréquence doit être possible lors des pentes de variation de puissance de base.

Volume de réserve secondaire (RS)

La réserve secondaire maximale RS_{max} (ou $RS_{maxhausse}$ et $RS_{maxbaisse}$ en cas de réserve dissymétrique) est à préciser dans la fiche d'information n°1.

Loi de réglage

L'Entité de Réserve doit posséder un équipement permettant de recevoir de la part de RTE le niveau $N_{RSFP,}$ propre à l'Entité de Réserve, et de modifier la puissance active P de l'Entité de Réserve, de la façon suivante :

Participation RS seule :

Si $N_{RSFP} > 0$

$$P = P_0 + N_{RSFP} . pr_{hausse}$$

Si $N_{RSFP} < 0$

$$P = P_0 + N_{RSFP} . pr_{baisse}$$

Avec :

- P_0 [MW] = puissance de base à f_n avec $N_{RSFP} = 0$ de l'Entité de Réserve (généralement la puissance de base affichée sur le régulateur de puissance et commandable manuellement par l'exploitant de l'unité)
- N_{RSFP} [nombre sans dimension, compris entre –1 et +1] reçu par l'Entité de Réserve
- pr_{hausse} [MW] = participation de l'enité de réserve au réglage secondaire fréquence – puissance lorsque N_{RSFP} est > 0
- pr_{baisse} [MW] = participation de l'Entité de Réserve au réglage secondaire fréquence – puissance lorsque N_{RSFP} est < 0

Le cas échéant si cumul RP et RS :

Si $N_{RSFP} > 0$

$$P = P_0 - K . (f\text{-}fn) + N_{RSFP} . pr_{hausse}$$

Si $N_{RSFP} < 0$

$$P = P_0 - K . (f\text{-}fn) + N_{RSFP} . pr_{baisse}$$

Avec :

- f [Hz] = fréquence mesurée sur le réseau
- f_n [Hz] = fréquence nominale (50 Hz)

PROJET

- K [MW/Hz] = gain de l'Entité de Réserve

La convention de signe utilisée est la convention producteur, c'est à dire qu'une valeur de P positive correspond à une injection de puissance et une valeur négative à un soutirage.

Les télémesures suivantes doivent également être transmises à RTE conformément au paragraphe 4.A12.7 :

- Puissance réelle fournie par l'Entité de Réserve
- Puissance maximale disponible estimée en temps réel de l'Entité de Réserve
- Niveau RSFP reçu
- Puissance de base de l'Entité de Réserve à la fréquence de référence f_n et $N_{RSFP} = 0$

4.A12.4.1. Performances de la fonction RSFP

La mise en œuvre du RSFP doit être transmis à RTE par l'émission d'une télésignalisation RSFP « ES ».

Le fonctionnement en RSFP doit être possible y compris lors des pentes de variation de puissance de base.

L'équipement installé sur chaque Entité de Réserve doit surveiller la pente de variation du niveau N_{RSFP} et réagir selon les 3 cas suivants :

- si la vitesse de variation du niveau N est inférieure ou égale à 2 . pr (hausse ou baisse) en 2.FAT (ou au plus la valeurs certifiée) le niveau reçu est appliqué tel quel,
- si la vitesse de variation du niveau N est inférieure ou égale à 2 . pr (hausse ou baisse) en 133 secondes le niveau reçu est appliqué tel quel dans la mesure du possible,
- si la vitesse de variation du niveau N est supérieure à 2 . pr (hausse ou baisse) en 133 : 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 1/FAT s^{-1}, la différence entre la puissance produite P et la puissance de base P_0 doit être inférieure ou égale à $dN_{RSFP}/dt.pr$(hausse ou baisse) $.T_{eq}$, avec $T_{eq} = 20$ s.

$$P - P_0 \leq \frac{dN_{RSFP}}{dt} \cdot pr \cdot T_{eq}$$

Lors d'une variation du niveau N_{RSFP} en rampe de pente inférieure ou égale à 2/133 s^{-1} et supérieure ou égale à 1/FATs^{-1}, la dynamique doit autant que possible se rapprocher de la dynamique décrite ci-dessus. Celle-ci ne doit pas être volontairement bridée.

La réserve de RSFP (pr) doit être introduite au niveau de la régulation de puissance avec une résolution inférieure ou égale à 1 MW. La résolution sera précisée dans la fiche d'information n°1.

Cette réserve de puissance doit pouvoir être délivrée pendant une durée supérieure ou égale à 60 minutes (t4).

PROJET

La réserve de puissance doit pouvoir être délivrée sur toute la plage de variation de l'état de charge dans l'énergie utile du stock (E_{utile})

La participation de L'Entité de Réserve et sa réserve de puissance devra être garantie sur toutes les périodes où elle est programmée.

4.A12.4.2. Anomalie de fonctionnement et disponibilité de la fonction RSFP

En cas de perte du signal de niveau NRSFP, l'Entité de Réserve doit rester en fonctionnement RSFP avec recopie du niveau figé à sa dernière valeur valide. Le blocage de l'application du niveau NRSFP 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 Entité de Réserve n'est pas en état de contribuer au réglage secondaire fréquence (unité non couplée, unité îlotée, téléréglage RSFP hors service, défaut de transmission du niveau NRSFP, défaut affectant la turbine ou le régulateur de puissance, défaut affectant l'équipement RSFP, fonctionnement en mode manuel), l'application du niveau NRSFP est bloquée et l'Entité de Réserve 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'Entité de Réserve et est accompagnée de l'émission de la télésignalisation « RSFP ES ».

4.A12.5. Mesure de fréquence

4.A12.5.1. Fréquence pour le Réglage Primaire de Fréquence

Chaque unité ou site dont la capacité de réglage primaire est supérieure ou égale à 1MW doit disposer d'une mesure de fréquence locale en HTA ou HTB.

Le temps d'acquisition de la mesure de fréquence servant au réglage (mesure locale dans le cas d'un pilotage local) est inférieur ou égal à 0,2s conformément à l'article 29 F de (Demand Connection Code (DCC) : Règlement (UE) 2016/1388 de la Commission du 17 août 2016 établissant une ligne directrice sur la gestion du réseau de transport de l'électricité).

Pour les unités ou sites de l'Entité de Réserve assurant un réglage proportionnel à l'écart de fréquence, la fréquence utilisée devra être mesurée localement.

4.A12.5.2. Détection de réseaux séparés de grande ampleur (système split)

Deux réseaux sont considérés comme étant séparés si l'écart entre les mesures de fréquence d'au moins deux capteurs sur trois est supérieur à 100mHz pendant 1 seconde.

En cas de détection de réseau séparé de grande ampleur, seuls les unités ou sites disposant de mesure de fréquence locale et réalisant une variation de puissance proportionnelle à un écart de fréquence continuent de participer au réglage primaire de fréquence. Chaque unité ou site de l'EDR qui a une mesure locale, règle par rapport à cette mesure.

4.A12.6. Exigences complémentaires dans le cas d'une participation à partir d'une puissance de base variable

PROJET

Le responsable de réserve doit analyser sa méthode d'estimation en temps réel de la puissance maximale disponible et évaluer la qualité de cette estimation sur un historique de données d'au moins 6 mois consécutifs et à un pas ≤ 10 secondes. La période choisie doit être représentative de la production normale du parc et englober tous les régimes auxquels le parc est soumis naturellement. Durant cette période, le parc ne doit pas être écrêté et produire à son maximum.

L'évaluation de la qualité de l'estimation repose sur la comparaison, à chaque instant, entre la puissance mesurée du parc et la puissance maximale disponible estimée en temps réel par l'estimateur. La comparaison de la mesure du parc avec l'estimation de la puissance maximale disponible, devra se faire sur l'historique de données de 6 mois cité plus haut, sur tous les instants où la puissance mesurée du parc sera au-delà de sa puissance minimale P_{min}. La puissance minimale P_{min} devra être communiquée et justifiée à RTE. Il s'agit de la puissance minimale en-deçà de laquelle le parc n'est plus capable de fournir sa FCR et/ou aFRR dans les temps de réponse impartis.

Deux indicateurs de mesure devront alors être établis par le responsable de réserve et vérifiés par RTE, sur l'historique d'au moins 6 mois, sur tous les pas de temps t où la puissance mesurée est supérieure à P_{min} :

- Le RMSE, calculé de la sorte sur l'historique d'au moins 6 mois, sur tous les pas de temps t où la puissance mesurée est supérieure à P_{min} :

$$RMSE = \sqrt{\sum \left(P_{MaxDisponible}(t) - P_{mesurée}(t)\right)^2}$$

- Le quantile 99%, c'est-à-dire la valeur en MW supérieure à 99% des erreurs d'estimation $\left(P_{MaxDisponible}(t) - P_{mesurée}(t)\right)$.

Où :

- $P_{MaxDisponible}(t)$: la puissance estimée en temps réel du parc à l'instant t
- $P_{mesurée}(t)$: la puissance réelle du parc à l'instant t

Pour pouvoir participer aux réserves, un critère de qualité est exigé sur le RMSE. Celui-ci devra être inférieur ou égal à 5% de la puissance moyenne P_{moy} sur tous les pas de temps où la puissance mesurée est supérieure à P_{min}.

$$P_{moy} = \frac{\sum P_{mesurée}(t)}{n}$$

Où

- n : le nombre de pas de temps où $P_{mesurée}(t) > P_{min}$

Pour participer aux réserves, le responsable de réserve devra également intégrer, dans le calcul de sa puissance de base $P_0(t)$, une marge pour couvrir son erreur d'estimation, Δe, Cette marge sera au moins égale au quantile 99% calculé ci-dessus. Le parc devra alors respecter la condition suivante :

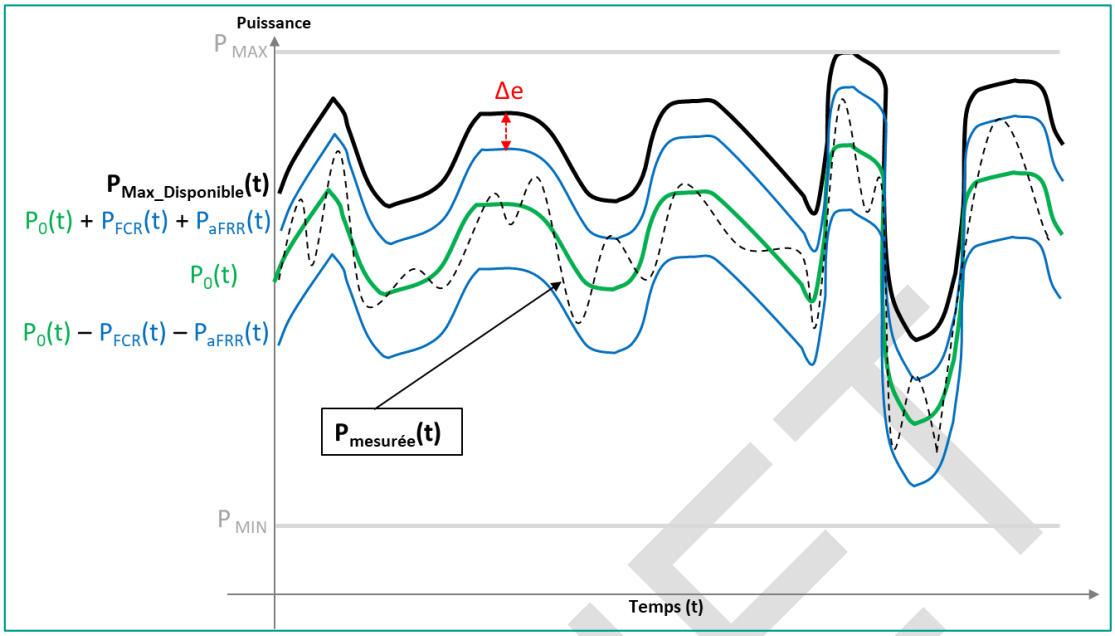
$$P_{min} + FCR_b(t) + aFRR_b(t) \leq P_0(t) \leq P_{Max}(t) - FCR_h(t) - aFRR_h(t) - \Delta e$$

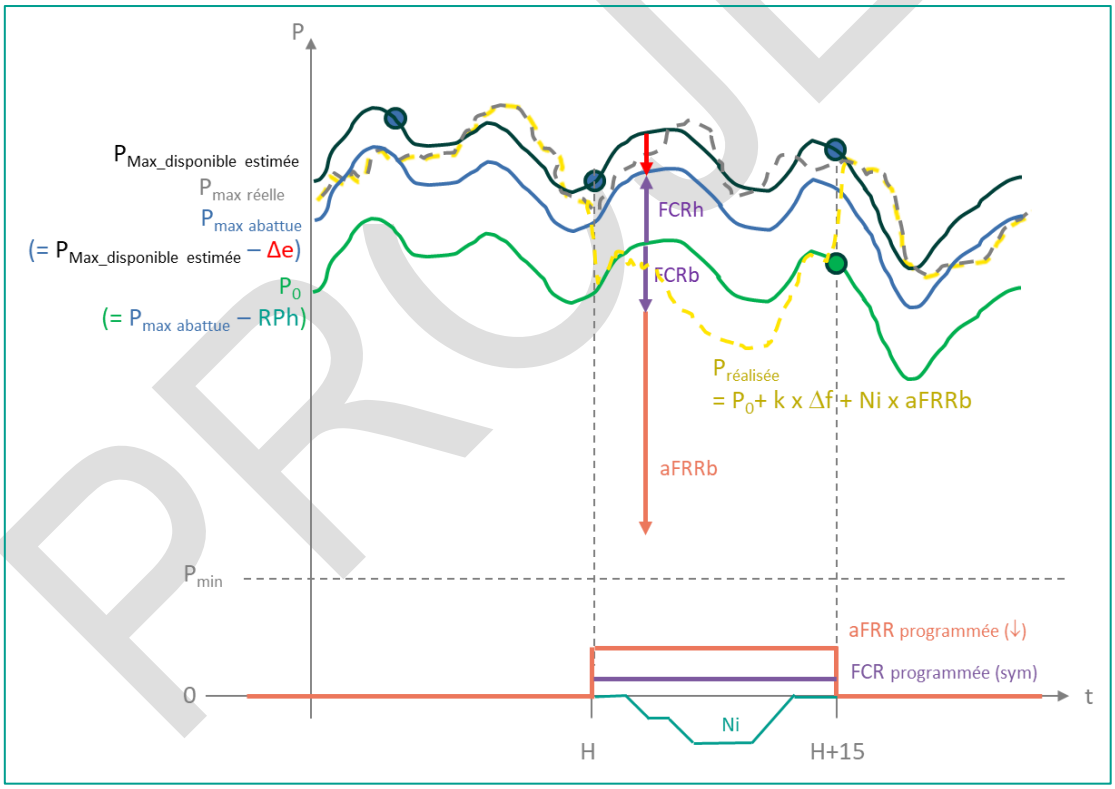
Où :

- $FCR_b(t)$ et $FCR_h(t)$ sont les volumes de FCR programmés au pas de temps t, respectivement à la baisse et à la hausse.

PROJET

- $aFRR_b(t)$ et $aFRR_h(t)$ sont les volumes d'aFRR programmés au pas de temps t, respectivement à la baisse et à la hausse.





Illustrations de l'évolution de la puissance d'un parc EnR en participation « P_0 variable »

PROJET

4.A12.7. Nature des informations échangées

Informations relatives au réglage primaire de fréquence au niveau de l'Entité de Réserve :

Libellé court	Info	Description Sous fonction	Usage	Unité Physique	Plage de configuration de la TM
P	TM	Puissance active P de l'Entité de Réserve		MW	[0; 110% Pmax_inj]
PART.FSM	TS	Entité de Réserve asservie au réglage primaire de fréquence (En ou Hors FSM)	Indique la participation au réglage primaire de fréquence (commutateur positionné par le client signalant l'état de participation de l'unité au FSM)		
F.PROD	TM	Fréquence F du réseau utilisée par le dispositif assurant le réglage continu de l'Entité de Réserve	Précision requise : 1/100ème de Hertz	Hz	[47 ; 52 Hz]
PC	TM	Puissance de base de l'Entité de Réserve	Puissance de base de l'Entité de Réserve à la fréquence de référence fn.	MW	[0; 110% Pmax_inj]
P.ESTIM	TM	Puissance maximale disponible estimée de l'Entité de Réserve	Indique l'estimation du maximum disponible en temps réel	MW	[0; 110% Pmax_inj]

RTE se réserve la possibilité de spécifier des téléinformations complémentaires ultérieurement.

PROJET

Applicable pour toutes les unités raccordées en HTB

Pour rappel, tous les sites raccordés en HTB doivent être observables. La liste des informations à échanger est définie dans un Cahier des Charges Téléconduite en fonction du raccordement.

Applicable pour toutes les unités hors EDR diffuses

La précision des capteurs de mesure de puissance, 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.

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

4.A12.8. Exigences complémentaires dans le cas d'un raccordement au RPD

Pour les sites de l'Entité de Réserve raccordés sur le Réseau Public de Distribution (RPD), le Responsable de Réserve doit se rapprocher du Gestionnaire de Réseau de Distribution afin de s'assurer qu'aucune contrainte technique ou système de protection n'empêche la fourniture du service de réglage primaire et/ou secondaire de fréquence tel que défini dans les paragraphes précédents. En particulier, les rampes maximales de variation de puissance active imposées par Gestionnaire de Réseau de Distribution, ne doivent pas impacter les variations de puissance exigées pour le réglage primaire et/ou secondaire de fréquence (par exemple une rampe maximale de 8 MW/min impose une réserve primaire maximale de 4 MW).

4.A12.9. Fiches de contrôle Certification

Les contrôles avant certification sont réalisés à l'aide des fiches d'Information, de Simulations et d'Essais présentes en annexe 1 et 2.

Liste des fiches de contrôle certification

Etape 1 (annexe 1) : Informations et Simulations à réaliser avant les essais

Fiches	Contrôle	Nature du contrôle	Installation concernée :
Information 1	Liste des données	Informations	Oui
Information 2	Conformité des systèmes dédiés aux échanges d'information	Informations	Oui
Simulation 1	Test sur la fiabilité de l'estimation de la puissance maximale disponible et sur la compensation de l'erreur d'estimation lors du calcul de la consigne	Simulations	Oui

La validation par RTE de l'étape 1 avec les modalités définies au paragraphe 5.3 du Chapitre 4 des Règles vigueur) est un prérequis à la réalisation des essais de l'étape 2.

Etape 2 (annexe 2) : Essais

PROJET

Fiches	Contrôle	Nature du contrôle	Installation concernée
Essai 1	Test des systèmes dédiés aux échanges d'information	Essai réel	Oui
Essai 2	Réglage primaire de fréquence	Essai réel	Oui
Essai 3	Réglage de fréquence	Essai réel	Oui

PROJET

4.A12.10. Références

[1] Dispositions Particulières Services Système fréquence en vigueur.

[2] Documentation Technique de Référence en vigueur.

[3] System Operation guideline (SOGL) : Règlement (UE) 2017/1485 de la Commission du 2 août 2017 établissant une ligne directrice sur la gestion du réseau de transport de l'électricité.

[4] All CE TSOs' proposal for additional properties of FCR in accordance with Article 154(2) of the Commission Regulation (EU) 2017/1485 of 2 August 2017 establishing a guideline on electricity transmission system operation.

4.A12.11. Liste des annexes

ANNEXE 1 : Informations et Simulations à fournir par le Client (Etape 1)

ANNEXE 2 : Essais à réaliser par le Client (Etape 2)

ANNEXE 3 : Attestation de respect en exploitation des conditions mise en œuvre lors des essais à compléter par le Client

ANNEXE 4 : Trame type pour restituer les données numériques

PROJET

ANNEXE 1 : INFORMATIONS ET SIMULATIONS A FOURNIR PAR LE CLIENT (ETAPE 1)

FICHE INFORMATION N°1 : LISTE DES DONNEES
Informations ***Dossier intermédiaire***
Objectifs Le Client doit fournir des données techniques afin de permettre à RTE d'évaluer l'impact de l'Entité de Réserve sur le RPT.
Description
Conditions particulières Le Client garantit, avec la précision appropriée, l'exactitude des données fournies à RTE. En cas de modification d'une ou plusieurs des données, pouvant survenir au cours de la durée de vie de l'Entité de Réserve, il appartient au Client de transmettre à RTE les nouvelles valeurs des données et de démontrer à RTE que les caractéristiques de son Entité de Réserve restent conformes aux prescriptions réglementaires et contractuelles.
Données d'entrée (RTE ® Client) La liste des données définie dans la présente fiche
Résultats (Client ® RTE) La liste des données complétée intégralement (valeurs et précisions), si l'Entité de Réserve n'est pas concernée, faire figurer la mention « sans Objet ». Le Client doit renseigner : ▫ Avant la première mise sous tension de chaque élément : les données de ces éléments avec un statut « révisable », ▫ Avant la Certification finale : l'ensemble des données avec un statut « ferme ». Le statut « révisable » d'une donnée indique que la donnée peut être modifiée par le Client. Le statut « ferme » d'une donnée indique que la donnée a valeur d'engagement du Client et ne peut être modifiée, sans remettre en cause la demande de raccordement correspondante.
Critères de conformité ▫ Exhaustivité des données fournies par le Client ▫ Valeur des données conforme à l'unité ou au format demandé ▫ Précision renseignée pour chaque donnée numérique

PROJET

	Unité	*Valeur*	*Précision*
Pour chaque mode de fonctionnement de l'Entité de Réserve Régulation de fréquence :			
Réserve primaire maximum de l'EDR : RP_{max} (le cas échéant hausse/baisse)	MW		
Délai d'activation FSM : t1	ms		
Insensibilité de la régulation de fréquence	mHz		
Réserve secondaire maximum de l'EDR : RSmax (le cas échéant hausse/baisse)	MW		
FAT certifiée	s		
Le cas échéant, réserve primaire maximum en réglage RP/RS simultanée. Si plusieurs combinaisons sont possibles, elles devront être indiquées.	Texte/ tableau		
Délai d'activation de la RS : t1			
Résolution de la participation possible à la RS			

PROJ

Description de la loi de la régulation et des conditions prévues en exploitation (gain K dynamique, sur-réglage, adaptation de la dynamique de réponse …)	Texte		
Plage du gain K à RP_{max}	MW/Hz		
Durée de maintien de la réserve en fonction de RP programmée (justifications si durée supérieure à TminLER) et en fonction de RS programmée	Tableau / Texte		
Le cas Echéant : Si la réserve maximale programmée dépend des conditions extérieures : Conditions pour atteindre la RP_{max} et/ou la RS_{max} en fonction des conditions extérieures et justification.	Texte		
Le cas Echéant : Si la réserve maximale programmée dépend des conditions extérieures : Table ou abaque théorique des différents paramètres de réglage de fréquence en exploitation en fonction des conditions extérieures et justification. Le cas échéant : prise en compte de la variabilité journalière / saisonnières	Tableau / Texte		
Description précise de la stratégie de gestion de réglage de l'Entité de Réserve : estimation de la $P_{MaxDisponible,}$ abattement de la marge pour couvrir l'erreur d'estimation, calcul de la puissance de base $P_{0,}$ calcul de la consigne incluant le(s) réglage(s) de fréquence.	Schéma / Texte		
Description de la localisation des différents dispositifs de contrôle commande utilisés pour effectuer le réglage, voies de transmission, données échangées entre les différents sites, délai de transmission…	Schéma / Texte		
Description des mesures de fréquence utilisées pour le réglage de fréquence (lieu de mesure, traitement, délai éventuel, type, performances (précision, résolution, temps d'acquisition) …) et de leur traitement pour garantir la consolidation de la fréquence utilisée	Texte		
Description du traitement de la perte du niveau Ni	Texte		
Diagramme détaillé, sous la forme de schémas blocs usuellement utilisés en automatique, de la boucle de réglage, des boucles de limitation associées, comprenant uniquement les constantes de temps de plus de 10 ms et les valeurs des différents paramètres de ce schéma.	Diagrammes et valeurs numériques		
Description du traitement des fréquences pour détecter les réseaux séparés de grande ampleur	Texte		
Gestion de l'EDR en cas de détection ou information d'un réseau séparé de grande ampleur.	Texte		
Description de la méthode d'estimation de la puissance P0 de l'EDR transmise à RTE	Schéma / Texte		

Etudes réalisées (simulation, essais …) pour garantir l'estimation de la puissance P0 de l'EDR	Texte		
Description des dispositifs mis en œuvre pour surveiller la participation de l'EDR au réglage de fréquence, en particulier si des aléas surviennent (y compris des voies de transmissions) Description de l'organisation mise en place pour transmettre les informations à RTE (Surveillance 24/24h ou jours/heures ouvrables, opérateurs de permanence ou d'astreinte ; processus de déclaration à RTE d'une contrainte technique en cas de détection d'une mauvaise ou absence de participation au réglage de fréquence, d'un réseau séparé de grande ampleur)	Texte		
Description du comportement sur les régimes exceptionnels de fréquence du site : comportement du process ; description des éventuels protections / automates ; durée de tenue de réglage sur la plage 47,5 Hz – 51,5 Hz.	Tableau / texte		
Description de la gestion entre la participation aux SSYf et au Mécanisme d'Ajustement	Tableau / texte		
Le cas Echéant : Pour chaque unité de production : Données Générales			
Puissance maximale en injection (Pmax_unité)	MW		
Puissance apparente nominale (Sn_unité)	MVA		
Type d'énergie primaire ou de combustible	Texte		
Puissances active consommées (valeurs maximales, nominales et minimales agrégées) par les auxiliaires de l'unité de production d'électricité	kW/MW		
Description des auxiliaires de l'unité de production (localisation, puissance …)	Texte		
Courbe d'évolution de la puissance active maximale produite par l'unité de production d'électricité en fonction des conditions externes.	MW / Courbe		
Capacités constructives réglage primaire de fréquence	MW		
Capacités constructives réglage secondaire de fréquence	MW		
Unifilaire de raccordement de l'unité de production	schéma		
Description des mesures de fréquence (localisation, qualité) sur le site	Texte		

Description et Localisation de la mesure de puissance active utilisée pour la télémesure transmise à RTE et Justification d'utilisation d'une sous-télémesure.	Texte		
Le cas Echéant : Pour chaque unité de l'EDR raccordée sur le Réseau de Distribution : Données Générales Raccordement			
Coordonnée GPS, commune de l'entité	Texte		
Code Décompte et GRD concerné, (fournir un fichier Excel avec code décompte et GRD concerné)	Tableau / texte		
Le cas échéant : type de protection sur le départ HTA installé par l'entreprise locale de Distribution	Texte		
Description du comportement de l'unité après son déclenchement avec ou sans manque tension (coupure ou délestage) : redémarrage manuel ou automatique, durée de redémarrage, durée de remise en service du réglage, transitoire pour rejoindre le réglage, surveillance …	Texte		
Le cas échéant : Contraintes et éventuelles dérogations imposées sur l'unité de Production par l'entreprise locale de distribution (restriction dynamique, pente maximale MW/min …)	Texte		
Le cas échéant : Limitation en actif (injection) imposée par le gestionnaire de réseau distribution. Si OUI, préciser le type de limitation et sa gestion.	Texte	OUI/NON	
Le cas échéant : la plage de réactif imposée par l'entreprise locale de distribution	MVAR		
Le cas échéant : la loi de régulation de tension imposée par l'entreprise locale de distribution	Texte		
Nom du départ HTA et poste Source	Texte		
Le cas Echéant : Pour chaque site de l'EDR raccordée sur le Réseau de Transport : Données Générales Raccordement	**Texte**		
Poste de raccordement HTB	Texte		
Limitation imposée en actif, présence d'un automate, …	Texte		

FICHE INFORMATION N°2 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION

Informations

Dossier intermédiaire

Objectifs

Les échanges d'informations sont nécessaires pour une bonne intégration de l'Entité de Réserve dans le système électrique, et ceci aux différentes échéances de temps. Les informations échangées, qui dépendent de l'importance de l'Entité de Réserve et de sa participation aux services auxiliaires, doivent être compatibles et cohérentes avec les systèmes de téléconduite et de communication qu'utilise RTE avec les différents acteurs.

Description

Vérification de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'information avec les performances spécifiées par RTE dans les cahiers de charges système d'information le cas échéant annexés à la convention de raccordement. Ces systèmes dédiés aux échanges d'information concernent en particulier :

- le système de téléconduite, (TS, TM, signaux de téléréglages)

Chaque équipement sera testé en liaison avec RTE et dans le respect des protocoles d'échanges.

1. Test du bornier d'interface RTE jusqu'au centre de conduite RTE à partir de signaux fictifs

Conditions particulières

Données d'entrée (RTE ® Client)

Résultats (Client ® RTE)

Le client doit fournir à RTE le procès-verbal des essais jusqu'au centre de conduite à partir d'injection de signaux fictifs.

Un test complet sera réalisé par RTE afin de tester les équipements mis en place (voir étape 1 de la fiche Essai 1).

Critères de conformité

La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats »

PROJET

FICHE SIMULATION N°1 : TEST SUR LA FIABILITE DE L'ESTIMATION DE LA PUISSANCE MAXIMALE DISPONIBLE ET SUR LA COMPENSATION DE L'ERREUR D'ESTIMATION LORS DU CALCUL DE LA CONSIGNE

Essais réels

Dossier intermédiaire

Objectifs

Les essais visent à :

1/ Comprendre et évaluer le fonctionnement du modèle d'estimation de la puissance maximale disponible, $P_{MaxDisponible}(t)$.

2/ Quantifier la qualité de l'erreur d'estimation de la puissance maximale disponible, $P_{MaxDisponible}(t)$, (erreur quadratique moyenne et dispersion).

3/ S'assurer que l'erreur d'estimation est compensée dans le calcul de la consigne de pilotage de l'entité de réserve, en intégrant une marge appelée Δe.

PROJET

Description

- **Essai 1 : Evaluation du fonctionnement du modèle d'estimation de la puissance maximale disponible.**

Le client communique à RTE la documentation relative à son modèle d'estimation de la puissance maximale disponible. Cette documentation devra décrire :

- Le fonctionnement du modèle.
- Les entrées du modèle.
- Les sorties du modèle.

Un jeu de données entrées/sorties devra être fourni à RTE par le client sur une période d'une journée au pas 10s ou inférieur.

- **Essai 2 : Quantification de l'erreur d'estimation**

Le client calcule l'indicateur RMSE et la dispersion de l'erreur d'estimation de $P_{MaxDisponible}(t)$ de son parc, sur un historique d'au moins 6 mois de données consécutives au pas 10s qui doit être représentatif de la production normale du parc et englober tous les régimes de fonctionnement auxquels le parc est soumis naturellement. Le parc ne doit pas être écrêté et produire à son maximum pendant cette période, et la donnée $P_{MaxDisponible}(t)$ doit être estimée au même endroit que le point de mesure $P_{mesurée}(t)$.

Les indicateurs seront calculés par le client et recalculés par RTE de la façon suivante :

- Identification des périodes où le parc est démarré au-dessus de sa puissance minimale P_{min}*, que le client aura préalablement justifiée.
- Sur l'ensemble de ces périodes, le client calcul l'indicateur d'erreur quadratique moyenne RMSE :

$$RMSE = \sqrt{\sum \left(P_{MaxDisponible}(t) - P_{mesurée}(t)\right)^2}$$

Où :

- $P_{MaxDisponible}(t)$: la puissance estimée du parc à l'instant t
- $P_{mesurée}(t)$: la puissance réelle du parc à l'instant t

- Sur l'ensemble de ces périodes, les erreurs d'estimation ($P_{MaxDisponible}(t) - P_{mesurée}(t)$) sont triées de la plus petite erreur (sous-estimation) à la plus grande erreur (surestimation) pour en déduire la valeur Δe, en MW, qui correspond au quantile 99% de cette distribution.

*La puissance minimale (P_{min}) devra être communiquée et justifiée à RTE. Il s'agit de la puissance minimale en-deçà de laquelle le parc n'est plus capable de fournir sa FCR et/ou aFRR dans les temps de réponse impartis.

Conditions particulières

Tous les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.

PROJET

Données d'entrée (RTE ® Client)

- Annexe 4 : Trame type pour restituer les données numériques (fichier en format csv transmis par RTE)

Résultats (Client ® RTE)

Pour l'Essai 1 :

- Documentation technique du modèle d'estimation.
- Jeu de données entrées/sorties sur une journée.

Pour l'Essai 2 :

- Chroniques sur 6 mois des puissances mesurées et estimées.
- RMSE calculé.
- Quantile 99% ou Δe calculé.

Critères de conformité

Pour l'essai 1, il est attendu que les explications/preuves fournies soient suffisamment explicites pour appréhender le fonctionnement du modèle d'estimation.

Pour l'essai 2, un RMSE inférieur ou égal à 5% de la puissance moyenne P_{moy} sur tous les pas de temps où la puissance mesurée est supérieure à P_{min} est attendu.

$$P_{moy} = \frac{\sum P_{mesurée}(t)}{n}$$

Où

- n : le nombre de pas de temps où $P_{mesurée}(t) > P_{min}$.

Pour l'essai 2, la valeur Δe du quantile 99% des erreurs d'estimation, c'est-à-dire la valeur en MW supérieure à 99% des erreurs d'estimation $\left(P_{MaxDisponible}(t) - P_{mesurée}(t)\right)$, est également attendue.

PROJET

ANNEXE 2 : ESSAIS A REALISER PAR LE CLIENT (ETAPE 2)

FICHE ESSAI N°1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION
Essais réels ***Dossier intermédiaire***
Objectifs L'essai vise à vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements associés aux systèmes dédiés aux échanges d'information.
Description Chaque équipement sera testé en liaison avec RTE et dans le respect des protocoles d'échanges. 1. Test de l'ensemble des équipements dédiés aux échanges d'information entre l'Entité de Réserve et le centre de conduite RTE en réalisant la première injection.
Conditions particulières Tous les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
Données d'entrée (RTE ® Client)
Résultats (Client ® RTE) Procès-verbal des tests des équipements.
Critères de conformité Chaque équipement doit fonctionner correctement dans le respect des protocoles d'échanges.

PROJET

FICHE ESSAI N°2 : REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE –MODE FSM

Essais réels

Dossier final

Objectifs

En cas de déséquilibre entre puissance injectée et soutirée sur le réseau (aléas, montée de charge, …), toute Entité de Réserve participant au réglage fréquence-puissance doit adapter la puissance produite par dans un laps de temps suffisamment court, dans les proportions voulues et une durée suffisante.

Description

Les essais suivants seront réalisés :

- **Essai 1 : Cas d'une baisse de fréquence : vérification volume et maintien RP maximale (dépendant des conditions extérieures) et dynamique temporelle**

  Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = - 200 mHz pendant 35 minutes au niveau du dispositif assurant le réglage de fréquence (régulateur de vitesse, …) .

  L'Entité de réserve est à la puissance P_{essai1} correspondant à la puissance maximale disponible $P_{MaxDisponible}$ (en fonction des conditions extérieures) à laquelle on soustrait au moins la réserve primaire RP et la marge pour couvrir l'erreur d'estimation Δe.

  - **Essai 1a :** le parc est dans un régime de vent dit faible, $P_{MaxDisponible} < 40\% P_{Max}$
  - **Essai 1b :** le parc est dans un régime de vent dit fort, $P_{MaxDisponible} > 70\% P_{Max}$

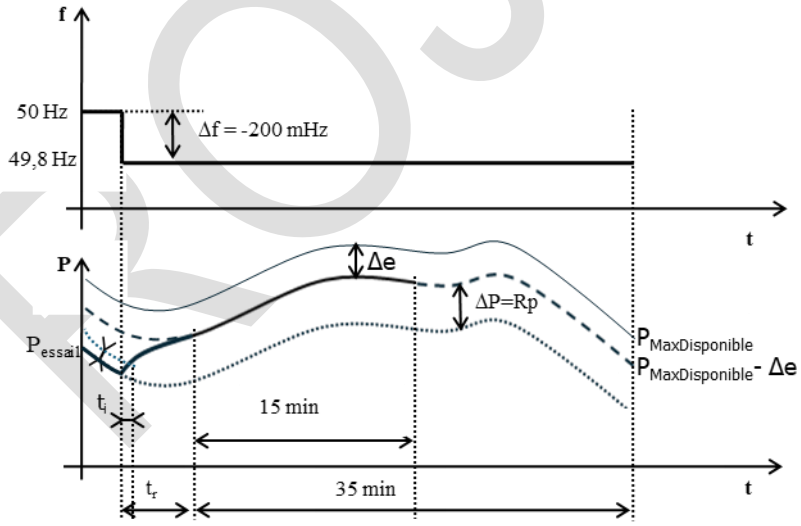


Figure 1

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci.

tr : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de la réserve primaire RP.

- **Essai 2 : Cas d'une hausse de fréquence : vérification volume et maintien RP maximale (dépendant des conditions extérieures) et dynamique temporelle**

  Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = + 200 mHz pendant 35 minutes au niveau du régulateur primaire de fréquence (régulateur de vitesse).

  L'Entité de Réserve est à la puissance P_{essai2} correspondant à la puissance maximale $P_{MaxDisponible}$ (en fonction des conditions extérieures) à laquelle on soustrait la marge pour couvrir l'erreur d'estimation

PROJET

Δe.

- **Essai 2a :** le parc est dans un régime de vent dit faible, $P_{MaxDisponible} < 40\% P_{Max}$
- **Essai 2b :** le parc est dans un régime de vent dit fort, $P_{MaxDisponible} > 70\% P_{Max}$

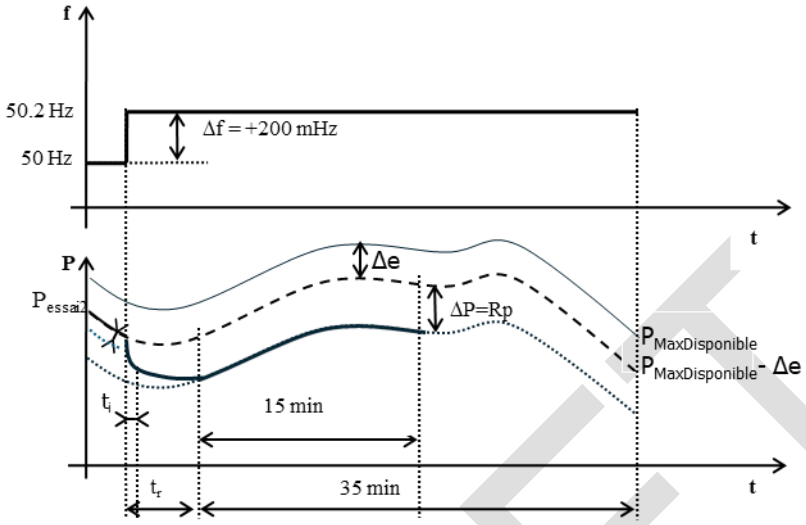


Figure 2

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci.

tr : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % -RP.

- **Essais 3 : Cas d'une baisse de fréquence ; dynamique temporelle sur petit échelon**

  Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = - 50 mHz au niveau du régulateur primaire de fréquence (régulateur de vitesse) pendant 5 minutes.

  L'Entité de Réserve est à la puissance P_{essai3} correspondant à P_0 soit la puissance maximale $P_{MaxDisponible}$ (en fonction des conditions extérieures) à laquelle on soustrait au moins la réserve primaire RP et la marge pour couvrir l'erreur d'estimation Δe.

  - **Essai 3a :** le parc est dans un régime de vent dit faible, $P_{MaxDisponible} < 40\% P_{Max}$
  - **Essai 3b :** le parc est dans un régime de vent dit fort, $P_{MaxDisponible} > 70\% P_{Max}$

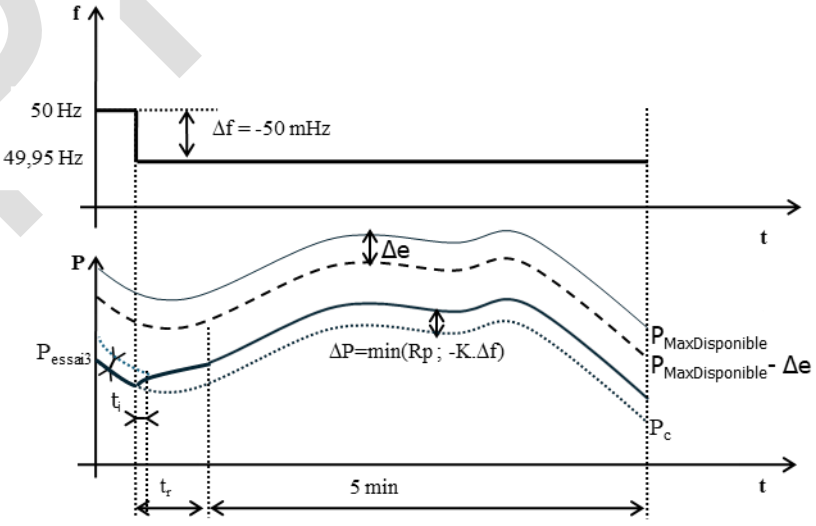


Figure 3

PROJET

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci.

tr : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de min (Rp ; -K.Δf).

- **Essai 4 : Cas d'une hausse de fréquence : dynamique temporelle sur petit échelon**

  Injection artificielle d'un échelon de fréquence Δf = + 50 mHz au niveau du régulateur primaire de fréquence (régulateur de vitesse) pendant 5 minutes

  L'Entité de Réserve est à la puissance P_{essai4} correspondant à la puissance maximale $P_{MaxDisponible}$ (en fonction des conditions extérieures) à laquelle on soustrait au moins la marge pour couvrir l'erreur d'estimation Δe.

  - **Essai 4a :** le parc est dans un régime de vent dit faible, $P_{MaxDisponible} < 40\% P_{Max}$
  - **Essai 4b :** le parc est dans un régime de vent dit fort, $P_{MaxDisponible} > 70\% P_{Max}$

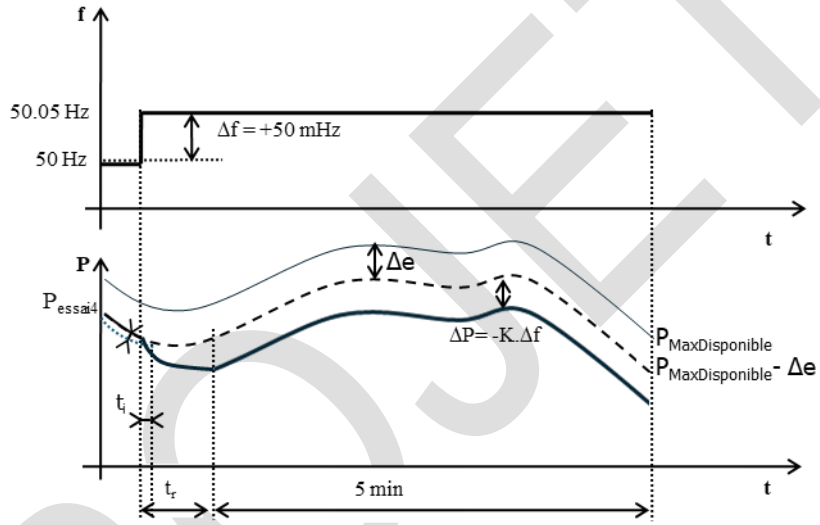
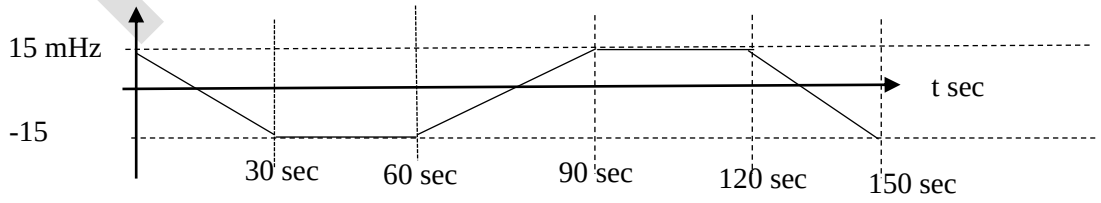


Figure 4

t_i : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci.

t_r : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de - K.Δf.

- **Essai 5 : Vérification de l'absence de bande morte et de l'insensibilité**
  Injection artificielle d'un profil de fréquence suivant le profil suivant :
  L'Entité de Réserve est à la puissance maximale $P_{MaxDisponible}$ (en fonction des conditions extérieures) à laquelle on soustrait au moins la réserve primaire RP et la marge pour couvrir l'erreur d'estimation Δe.



Sur Demande RTE dans le cas d'une Entité de Réserve contrainte à P_{min}.

- **Essai 6 : Cas d'une baisse de fréquence à P_{min} : vérification volume et maintien RP et dynamique temporelle** :
  Injection artificielle d'un échelon de fréquence de Δf = - 200mHz pendant 15 minutes au niveau du régulateur primaire de fréquence (régulateur de vitesse).

PROJET

L'entité de réserve est à sa puissance minimale P_{min}.

Conditions particulières

- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- L'Entité de Réserve ne participe pas aux réglages primaire et secondaire de fréquence en exploitation au moment des essais.
- S'il existe une bande morte volontaire dans la régulation de fréquence, elle doit être inactive (fixée à 0) pendant les essais.
- Si un gain variable est implémenté dans le processus de gestion de l'Entité de Réserve, les essais seront réalisés avec le gain le plus faible prévu. En complément, les essais 1 à 4 seront réalisés une deuxième fois avec le gain le plus élevé (essai 1 et 2 réduits à une durée de 5 min).
- Le profil de fréquence sera injecté au plus proche de la mesure réelle de la fréquence d'exploitation. En cas de traitement entre la mesure réelle de fréquence et l'endroit où est injectée la fréquence fictive lors de l'essai, celui-ci sera explicité. En particulier si ce traitement introduit un délai supplémentaire significatif, celui-ci sera rajouté aux différents temps demandés pour le critère de conformité.
- Si l'Entreprise Locale de Distribution impose un retard dans le délai de réaction de l'Entité de Réserve lorsqu'elle participe au réglage primaire, ce retard ne devra pas être mis en œuvre lors de ces essais.
- Si la réserve primaire pouvant être réalisée pendant les essais dépend de conditions extérieures (températures, débit, côtes ...) celle-ci sera programmée à sa valeur maximale possible (> 70 % RPmax) dans le cas contraire elle sera égale à RPmax.
- Le cas échéant, les paliers de fréquence de l'essai 5 pourront être rallongés au-delà de 30 sec afin de prendre en compte la dynamique de l'Entité de Réserve et le fait qu'elle soit en régime stabilisé avant la réalisation des différentes rampes.

PROJET

Données d'entrée (RTE -> Client)

$RP \geq RP_{min}$ (cf. CdC capacités constructives)

Données d'entrée (Client -> RTE)

Marge Δe pour couvrir l'erreur d'estimation.

Justification des paramètres choisis lors des essais : estimation de $P_{MaxDisponible}$, RP maximale en lien avec les conditions extérieures.

Conditions pour atteindre la RP_{max} en fonction des conditions extérieures et justification.

Table ou abaque théorique des différents paramètres en exploitation en fonction des conditions extérieures : RP.

Description de la méthode caractérisant l'incertitude de mesure pour définir t_i

PROJET

Résultats (Client ® RTE)

1. K (MW/Hz)
2. RP maximale (MW)
3. Insensibilité de la régulation primaire de fréquence (mHz)

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

4. Consigne injectée artificiellement dans le régulateur de vitesse
5. Puissance active fournie par l'Entité de Réserve
6. Puissance maximale disponible estimée en temps réel
7. Puissance maximale abattue de la marge Δe pour couvrir l'erreur d'estimation
8. Puissance de base P_O de l'installation (puissance avec constitution des réserves mais sans activation des réglages)
9. TS PART.FSM conforme à l'état de l'EDR
10. Le cas échéant :
    - Puissance des différentes entités participant à l'EDR
    - Dans le cas de l'utilisation d'une sous télémesure, autre mesure (télémesure / comptage) permettant de démontrer l'absence de contre Réglage
    - Analyse du comportement des différentes entités et informations échangées (ordres, consigne …)

et indication sur les enregistrements de l'Entité de Réglage, des valeurs suivantes :

- t_i,
- t_r
- ΔP
- P_{essai}
- $P_{maximum}$

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz pour l'Entité de Réserve.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

De plus on calculera pour chacun des essais le gain K à partir de la valeur de ΔP mesurée dans les essais 1, 2, 3, 4 et 6 à partir de la formule suivante :

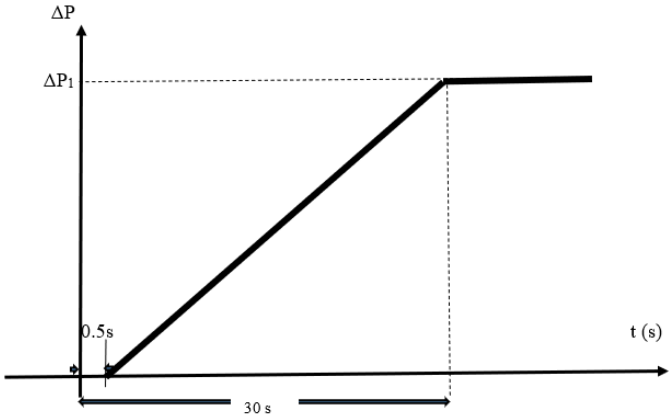
$$K = \frac{P - P_{essai}}{f_n - f}$$

PROJET

Critères de conformité

Pour tous les essais 1, 2, 3, 4 et 6, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- Compensation de l'erreur d'estimation calculée précédemment en prenant une marge de puissance Δe par rapport à la $P_{MaxDisponible}(t)$.
- TS PART.FSM conforme à l'état
- K_{min} <K (MW/Hz) <K_{max}
- Forme d'onde non oscillante.
- Temps t_r inférieur à 30 s, prouvé visuellement par les enregistrements
- Temps t_i inférieur à 0,5 s (Si t_i est supérieur à 0.5s, des justifications techniques devront être fournies, dans tous les cas t1 doit être inférieur ou égal à 2s).
- La réponse en puissance active sera supérieure au gabarit ci-dessous pendant 95 % du temps, hors période de temps d'activation.
- RP maximale fonction des conditions extérieures supérieure à 70 % RP_{max}



ΔP_1 correspond à la variation de puissance de l'essai 1

Pour l'essai 1 :

- Variation ΔP ≥ RP maintenue 15 min (après t_r).

Pour l'essai 2 :

- Variation ΔP ≤ -RP maintenue 15 min (après t_r).

Pour les essais 1 et 2 dans le cas où la puissance n'était pas maintenue après 15 min, les phénomènes mis en jeu devront être explicités

Pour l'essai 3 :

- Variation ΔP ≥ min(RP ; -K.Δf) maintenue 5 min (après t_r).

Pour l'essai 4 :

- Variation ΔP ≤ -K.Δf maintenue 5 min (après t_r).

Pour l'essai 6 :

- Variation ΔP ≥ -K.Δf maintenue 15 min (après t_r).

Pour les essais permettant de calculer le gain K, les enregistrements doivent montrer que :

- K mesuré = K préréglé à ±5 % près.

Pour l'essai 5 :

PROJET

- L’essai doit démontrer l’absence de bande morte.
- L’essai doit démontrer une insensibilité de la régulation primaire de fréquence < 10 mHz

PROJET

FICHE ESSAI N°3 : REGLAGE SECONDAIRE DE FREQUENCE

Essais réels

Dossier final

Objectifs

La réponse en puissance de l'entité de réserve à une modification du niveau N, doit être conforme aux engagements du responsable de réserve, en termes de quantité, de stabilité et de rapidité.

Description

L'entité de réserve étant connectée réseau, les essais suivants seront réalisés :

- **Essai 1 :** L'entité de réserve est à P_{essai1} (puissance maximale disponible $P_{MaxDisponible}$ à laquelle on soustrait au moins la marge pour couvrir l'erreur d'estimation Δe), à laquelle on soustrait la bande de réserve secondaire 2*pr : Injection artificielle d'une rampe de -1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 2*FAT secondes et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 2 :** L'entité de réserve est à P_{essai2} (puissance maximale disponible $P_{MaxDisponible}$ à laquelle on soustrait au moins la marge pour couvrir l'erreur d'estimation Δe) : Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 2*FAT secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.

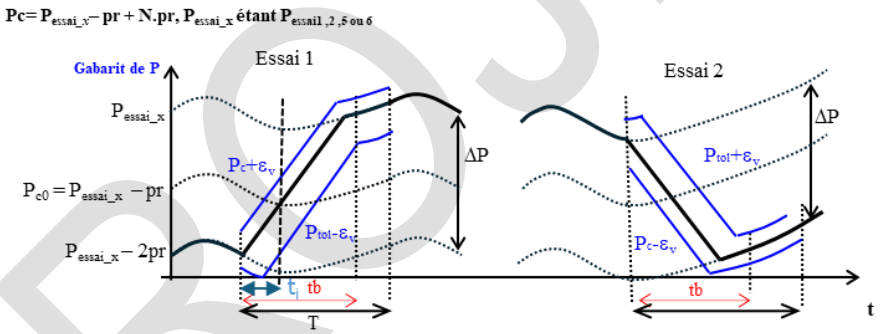


Figure 1

- **Essai 3 :** L'entité de réserve est à P_{min}* : Injection artificielle d'une rampe de -1 à +1 du niveau N (voir figure 1) en 2*FAT secondes et maintien à +1 pendant 30 minutes.
- **Essai 4 :** L'entité de réserve est à P_{min} à laquelle on ajoute la bande de réserve secondaire 2*pr : Injection artificielle d'une rampe de +1 à -1 du niveau N (voir figure 1) en 2*FAT secondes et maintien à -1 pendant 30 minutes.

*La puissance minimale a été définie dans la fiche « FICHE SIMULATION N°1 : TEST SUR LA FIABILITE DE L'ESTIMATION DE LA PUISSANCE MAXIMALE DISPONIBLE ET SUR LA COMPENSATION DE L'ERREUR D'ESTIMATION LORS DU CALCUL DE LA CONSIGNE »

PROJET

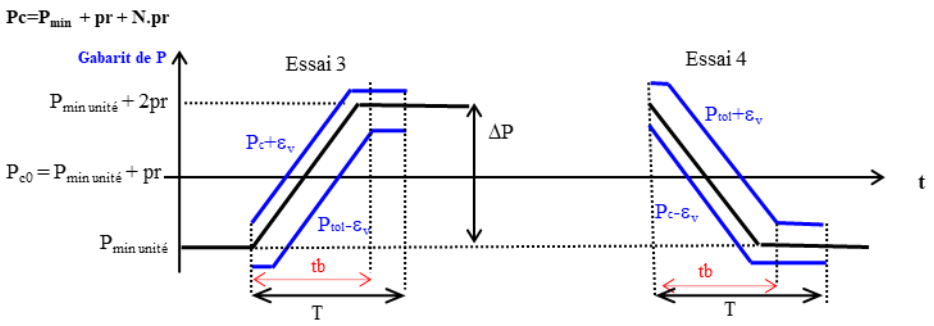


Figure 2

tb : temps de réponse au bout duquel la bande de réserve secondaire est libérée.

εV : incertitude sur la mesure de puissance active

ti : temps au bout duquel la variation de puissance est supérieure à l'incertitude de mesure de celle-ci

Ptol : Pc /(1+ Tmax .p) (fonction de transfert du premier ordre avec un filtrage de la consigne par une constante de temps Tmax et p représentant la variable de Laplace)

T : durée de la rampe augmentée de 100s

Si l'entité souhaite programmer en exploitation de façon dissymétrique le réglage secondaire, les essais supplémentaires 5 et 6 seront aussi réalisés. Suivant la programmation choisie en exploitation (dissymétrique hausse ou baisse) la variation de niveau sera choisie en cohérence (entre +1 et 0 ou entre -1 et 0). En complément, si une programmation dissymétrique est prévue avec à la fois la présence d'une réserve à la hausse et à la baisse, les essais seront réalisés avec une variation de niveau entre -1 et +1 en prenant en compte le cas le plus contraignant de programmation de réserve prévu en exploitation par le responsable de réserve.

- **Essai 5 :** Entité à sa puissance maximale P_{essai5} (puissance maximale disponible $P_{MaxDisponible}$ à laquelle on soustrait au moins la marge pour couvrir l'erreur d'estimation Δe) - pr_{essai} : Injection artificielle d'une rampe de 0 à +1 (ou -1 à 0) du niveau N en FAT secondes et maintien à +1 (ou 0) pendant 30 minutes.
- **Essai 6 :** Entité à sa puissance maximale P_{essai6} (puissance maximale disponible $P_{MaxDisponible}$ à laquelle on soustrait au moins la marge pour couvrir l'erreur d'estimation Δe) - pr_{essai} : Injection artificielle d'une rampe de +1 à 0 (ou 0 à -1) du niveau N en FAT secondes et maintien à 0 (ou -1) pendant 30 minutes.

PROJET

Conditions particulières

- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- L'entité de réserve ne participe pas aux réglages primaire et secondaire de fréquence en exploitation au moment des essais (régulation primaire en service mais transparente pour les petits mouvements ou hors service).

Données d'entrée (RTE -> Producteur)

Rappel : demi-bande de réserve secondaire pr_{essai} en MW sera transmis par le responsable de réserve lors de la réalisation de l'essai.

- Dans le cas d'une réserve secondaire dépendant des conditions extérieures, pr_{essai} sera le maximum possible au moment des essais et devra être supérieur à 70 % de pr_{max}, pr_{max} étant la demi-bande de réserve secondaire maximum programmable dans les meilleures conditions extérieures possibles.

La constante de temps Tmax est égale à 20s.

Le temps T est égal à la durée de la rampe augmentée de 100s.

La valeur de εV est prise égale à $\varepsilon V = \max(1MW, 5\%pr_{essa})$.

PROJET

Résultats (Producteur -> RTE)

- pr (MW)
- FAT
- P_{essai}
- Si des interactions existent entre les différentes sites de l'installation celles-ci-seront décrites.

Pour chacun des essais, enregistrements des signaux temporels de la figure 1 :

- Signal de niveau N injecté artificiellement dans le régulateur de vitesse
- Puissance active au point de raccordement fournie par l'unité
- Puissance maximale disponible en temps réel
- Puissance maximale abattue de la marge Δe pour couvrir l'erreur d'estimation
- Puissance de base P_O de l'installation (puissance avec constitution des réserves mais sans activation des réglages)

et indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :

- T
- tb
- ti
- ΔP
- $Pc + \varepsilon_V$, $Ptol \pm \varepsilon_V$
- P_{max}
- P_0
- P_{min}

Ces enregistrements doivent inclure les phases de régime permanent précédant et suivant l'événement (au minimum 10 secondes avant et 60 secondes après). Il est nécessaire d'avoir un zoom sur les transitoires avec un échantillonnage minimum de 10 Hz.

Ces enregistrements doivent se présenter sous la forme suivante :

- Format pdf et numérique des enregistrements (fichier Excel par exemple).
- Graphes avec légende (grandeur mesurée et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

PROJET

Critères de conformité

Le niveau N doit être injecté au plus proche de l'endroit de réception du niveau N de RTE. Le cas échéant, les délais de transmissions du niveau N au sein du SI de l'acteur doivent être pris en compte dans l'analyse de la dynamique.

Pour chacun des essais, les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- Forme d'onde non oscillante analogue à la figure 1.
- Variation $\Delta P = 2.pr_{essai}$ pour les essais 1 et 2, et le cas échéant, variation $\Delta P = pr_{essai}$ pour les essais 5 et 6.
- Temps t_i inférieur à 2 s ;

En cas de difficulté à mesurer t_i fournir un enregistrement chrono daté montrant le mouvement des actionneurs en réponse au stimulus de fréquence.

Un délai d'activation supérieur à 2s devra être justifié par des éléments techniques

- Réserve libérée maintenue pendant la durée de l'essai.

Pour les essais 1 et 3, le cas échéant sur l'essai 5 (rampes positives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes $Pc + \varepsilon_V$ et $Ptol - \varepsilon_V$ avec $Pc = P_0 + N.Pr$ et $Ptol = Pc/(1+Tmax.p)$

Pour les essais 2 et 4, le cas échéant sur l'essai 6 (rampes négatives) :

- La puissance mesurée doit se situer pendant 95% du temps T à l'intérieur du gabarit formé par les courbes $Pc - \varepsilon_V$ et $Ptol + \varepsilon_V$ avec $Pc = P_0 + N.Pr$ et $Ptol = Pc/(1+Tmax.p)$

PROJET

FICHE ESSAI N°4 : REGLAGE DE FREQUENCE

Essais réels

Dossier final

Objectifs

Observation du réglage de fréquence lorsque l'entité de réserve est en réglage primaire et / ou secondaire de fréquence.

Selon les conditions de participation au réglage de fréquence souhaitées en exploitation (gain dissymétrique par exemple), les essais réalisés peuvent être adaptés afin de permettre de valider le fonctionnement de l'entité de réserve .

Description

L'entité de réserve fonctionne pendant au moins huit heures.

Le fonctionnement global de l'entité de réserve au réglage de fréquence est contrôlé.

Par ailleurs, pendant cette durée les essais suivants seront réalisés :

Essai 1 : Passage de l'EDR de hors FSM à en FSM (et réciproquement).

Essai 2 : Passage de l'EDR de hors RSFP à en RSFP (et réciproquement) en laissant plusieurs minutes s'écouler entre chaque changement d'état.

Essai 3 : Perte (ou invalidité) du signal N et retour du signal N simulées au niveau de l'entité de réserve.

Essai 4 : Test de fiabilité pendant une durée de 8 heures de fourniture de RS effective.

Conditions particulières

- L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- Le cas échéant, si l'EDR participe simultanément à la réserve primaire et secondaire, la répartition entre les réserves doit être représentative des futures programmations et discutée avec RTE.
- L'Entité de Réserve participe aux réglages primaire et/ou secondaire de fréquence.
- Le programme de fonctionnement doit être représentatif du fonctionnement en exploitation définitive de l'Entité de Réserve.
- La durée des essais doit être de 8h de fourniture de RP et/ou RS effective, et peut donc se dérouler sur plusieurs créneaux horaires en cas de contraintes exprimées et justifiées (par exemple 2 créneaux de 4 h), en lien avec la programmation prévisionnelle.
- Les conditions de participation au réglage primaire doivent être conformes à celles choisies dans les fiches essai n°2 et 3.
- Les essais 1 et 2 doivent comporter plusieurs passages de l'état hors FSM (respectivement RSFP) à en FSM (resp RSFP) (et réciproquement) en laissant plusieurs minutes s'écouler entre chaque changement d'état.
- S'il existe une bande morte volontaire dans la régulation primaire de fréquence, elle doit être inactive (fixée à 0) pendant les essais.
- Si la réserve primaire et/ou secondaire pouvant être réalisée pendant les essais dépend de conditions extérieures (températures, débit, côtes…) celle-ci sera programmée à sa valeur maximale possible (> 70 % RPmax ou RSmax) dans le cas contraire elle sera égale à RPmax ou RSmax.

PROJET

Données d'entrée (RTE -> Producteur)

- Justification des paramètres choisis lors des essais

Résultats (Producteur -> RTE)

- K (MW/Hz) différencié si différence hausse et baisse
- RP (MW)
- RS (MW) différenciée si différence hausse et baisse
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence (mHz)
- Puissance active fournie par l'Entité de Réserve au point de connexion
- Puissance maximale disponible en temps réel
- Puissance maximale abattue de la marge Δe pour couvrir l'erreur d'estimation
- Puissance de base P_O de l'installation (puissance avec constitution des réserves mais sans activation des réglages)
- TS PART.FSM
- TS PART.RSFP
- Les cas échéants :
    - Puissance des différentes entités participant à l'EDR
    - Dans le cas de l'utilisation d'une sous télémesure, autre mesure (télémesure / comptage) permettant de démontrer l'absence de contre Réglage
    - Analyse du comportement des différentes entités et informations échangées (ordres, consigne …)

Grâce aux téléinformations disponibles au centre de conduite régional de RTE, examen par RTE de la réponse de l'Entité de Réserve lors de l'évolution de la fréquence et/ou de l'évolution du signal N.

Critères de conformité

Les enregistrements au centre de conduite régional de RTE doivent être conformes à l'attendu.

- Le comportement de l'unité doit être conforme aux exigences décrites dans le paragraphe 4.A12.3 et/ou 4.A12.4.
- TS/TM conformes à l'état de l'entité de réserve
- $K_{min} < K\ (MW/Hz) < K_{max}$
- Bande morte fixée à 0 mHz
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence ≤10 mHz
- RP maximale fonction des conditions extérieures supérieure à 70 % RP_{max}
- RS maximale fonction des conditions extérieures supérieure à 70 % RP_{max}

PROJET

ANNEXE 3 : ATTESTATION A COMPLETER PAR LE CLIENT

Le Client garantit que l'ensemble des essais ont été réalisés dans les conditions qui seront effectivement mises en œuvre en exploitation, à l'exception des écarts suivants :

Nature de l'écart	Justification

En cas de modification par rapport aux conditions lors de la certification (modification de processus, des paramètres de pilotage ..) une déclaration sera faite à RTE et le besoin d'une recertification (totale ou partielle) de l'EDR sera étudié entre RTE et le Client.

PROJET

Le Participant :

A……..,

Le ____/____/____

Nom et fonction du représentant :

Signature :

ANNEXE 4 : TRAME TYPE POUR RESTITUER LES DONNEES NUMERIQUES

Fichier au format « .csv » :

- séparateur de colonne : « ; »
- Séparateur décimal : « . »

Colonne A	Colonne B	Colonne C	Colonne D	Colonne E	Colonne F	Colonne G	Colonne H	Colonne I	Colonne J	Colonne K	Colonne L	Colonne M
Date au format jj/mm/aaaa HH:MM:SS (période d'échantillonnage de 10 secondes au plus, à préciser lors de l'envoi si elle est inférieure)	Fréquence en Hz, au mHz près au moins (optionnel si l'EDR ne participe pas au RPFP)	NiveauRSFP entre -1 et 1 (optionnel si l'EdR ne participe pas au RSFP)	Puissance en MW	Puissance sans réglage en MW (optionnel)	Puissance totale installation en MW (optionnel)	Etat d'Alerte (à 1 lorsque un état d'alerte est déclaré, sinon à 0)	Rp hausse (en MW)	Rp baisse (en MW)	K hausse (MW/Hz) lorsque f> fn	K baisse (MW/Hz) lorsque f < fn	RS hausse (en MW)	RS baisse (en MW)
01/07/2015 00:00	50.0245		25.32	25.121	24.32	0	1	1	25	5		
01/07/2015 00:00	50.023		25.17	25	24.17	0	1	1	25	5		
01/07/2015 00:00	50.022		24.8224	25	23.8224	0	1	1	25	5		
01/07/2015 00:00	50.022		24.755	25	23.755	0	1	1	25	5		
01/07/2015 00:00	50.023		24.91	25	23.91	0	1	1	25	5		
01/07/2015 00:00	50.025		25.6231599	25	24.62315987	0	1	1	25	5		
01/07/2015 00:01	50.031		25.80015	25.0145	24.80015	0	1	1	25	5		

PROJET

Légende des colonnes :

Colonne A : Date au format jj/mm/aaaa HH:MM:SS (période d'échantillonnage de 10 secondes au plus, à préciser lors de l'envoi si elle est inférieure)

Colonne B : Fréquence en Hz, au mHz près au moins

Colonne C : le cas échéant, Niveau RSFP (entre -1 et 1), valeur optionnelle, à compléter si l'EDR participe au réglage secondaire de fréquence

Colonne D : Puissance active en MW; Puissance réelle fournie par l'EDR en mode quasi stationnaire, P= P0 + KdeltaF (valeur positive si injection),

Colonne E : Puissance sans réglage en MW (optionnelle) ; Puissance de base de l'EDR à fn =50,00Hz (valeur positive si injection)

Colonne F : le cas échéant, Pt, Puissance totale installation en MW (valeur positive si injection), valeur optionnelle ; Dans le cas d'une unité de stockage c'est la somme au point de raccordement de la puissance de l'unité de stockage et des autres process de l'installation (auxiliaires, consommation du site consommateur si raccordement sur un site consommateur)

Colonne G : Etat d'Alerte (à 1 lorsque un état d'alerte est déclaré, sinon à 0) ;

Colonne H : Volume de réserve primaire RP à la hausse programmé en MW lorsque f> fn ;

Colonne I : Volume de réserve primaire RP à la baisse programmé en MW lorsque f < fn ;

Colonne J : Gain K à la hausse en MW/Hz lorsque f> fn ;

Colonne K : Gain K à la baisse en MW/Hz lorsque f < fn ;

Colonne L : Volume de réserve secondaire RS à la hausse programmé en MW lorsque N>0;

Colonne M : Volume de réserve secondaire RS à la baisse programmé en MW lorsque N <0 ;

PROJET