Le réseau de transport d'électricité

# Trame type de certification de l'aptitude au réglage primaire de fréquence « Agrégats »

- PROJET -

PROJET

# SOMMAIRE

SOMMAIRE ..... 2
1. Objet du document ..... 4
2. Définitions ..... 4
2.1 Caractéristiques électrique ..... 4
2.2 Etats du réseau ..... 4
2.3 Caractéristiques du réglage de fréquence ..... 4
2.4 Réservoir à énergie limitée ..... 6
3. Mesure de frequence ..... 6
3.1 Fréquence pour le Réglage Primaire de Fréquence ..... 6
3.2 Détection de réseaux séparés de grande ampleur (système split) ..... 7
3.3 Résumé ..... 7
4. Réglage primaire de fréquence (mode FSM) ..... 8
5. Dimensionnement et Gestion du stock ..... 10
5.1 Disponibilité du service et dimensionnement du stock ..... 11
5.2 Gestion active du stock ..... 12
5.3 Gestion de l'épuisement et de la saturation du stock ..... 13
5.4 Renouvellement du stock après épuisement ou saturation ..... 13
5.5 Optionnel : Cas des unités avec implémentation des modes LFSM-O et LFSM-U ..... 13
6. Nature des informations échangées ..... 14
7. Exigences complémentaires dans le cas d'un raccordement au Réseau Public de Distribution ..... 17
8. Fiches de contrôle Certification ..... 18
9. Références ..... 19
10. Liste des annexes ..... 20
ANNEXE 1 : Informations et simulations à fournir par le Client (Etape 1) ..... 21
Fiche INFORMATION n°1 : Liste des données ..... 22
Fiche INFORMATION n°2 : Conformité des systèmes dédiés aux échanges d'information ..... 26
Fiche SIMULATION n°1 : Comportement dynamique de la régulation de fréquence et disponibilité de la réserve ..... 27
Le comportement de l'Entité de Réserve doit être conforme aux exigences décrites dans le paragraphe « 4 Mesure de fréquence ..... 28
Fréquence pour le Réglage Primaire de Fréquence ..... 28
Détection de réseaux séparés de grande ampleur (système split) ..... 28
ANNEXE 2 : Essais à réaliser par le Client (Etape 2) ..... 30
Fiche ESSAI n°1 : Test des systèmes dédiés aux échanges d'information ..... 31
Fiche ESSAI n°2 : Réglage primaire de fréquence –mode FSM ..... 32
Fiche ESSAI n°3 : Réglage de fréquence –mode FSM ..... 37
ANNEXE 3 : TRAME type pour restituer les données numériques ..... 39

Figure 1 : Insensibilité ..... 5
Figure 2 : Bande morte ..... 5
Figure 4 : Loi de réglage FSM (Frequency Sensitive Mode) ..... 9
Figure 5 : délai d'activation et temps de réponse à un échelon ..... 10
Figure 3 : Seuils d'état de charge ..... 12

PROJET

PROJET

# 1. OBJET DU DOCUMENT

Ce document a pour objet de définir les performances attendues pour la participation au réglage primaire de fréquence de l'Entité de Réserve (EDR) [nom EDR] du fournisseur de réserve [nom Client], d'une puissance active maximale à l'injection $P_{max}$ de [valeur $P_{max}$] MW pour un volume de Réserve Primaire maximum $RP_{max}$ de [valeur $RP_{max}$]. L'Entité de Réserve est constituée de [liste des sites de soutirage ou groupes de production par type en indiquant le lieu de raccordement la commune pour RPD et le poste HTB pour RPT. Pour chaque unité préciser selon le type :

- unité de stockage (Pmax_unité, capacité totale de stockage (E))
- sites de soutirage
- sites de soutirage diffus (préciser le nombre et répartition géographique),
- groupe de production (Pmax_unité, type d'énergie primaire)

Les performances demandées par RTE sont en cohérence avec les Règles Services Système [1] et le cadre expérimental prévues dans celles-ci, la Documentation technique de référence [2], le code System Operation Guideline (SOGL) [3] et le code Demand Connection Code (DCC) [4].

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

# 2. DEFINITIONS

## 2.1 Caractéristiques électrique

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

La puissance maximale au soutirage l'Entité de Réserve (**Pmax_sout**) est la somme des puissances maximales au soutirage des unités (**Pmax_sout_unité**) mesurées.

## 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 :
- 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

Les écarts de fréquence sont calculés par rapport à la fréquence nominale $f_n$ = 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;

## 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 :**

PROJET

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

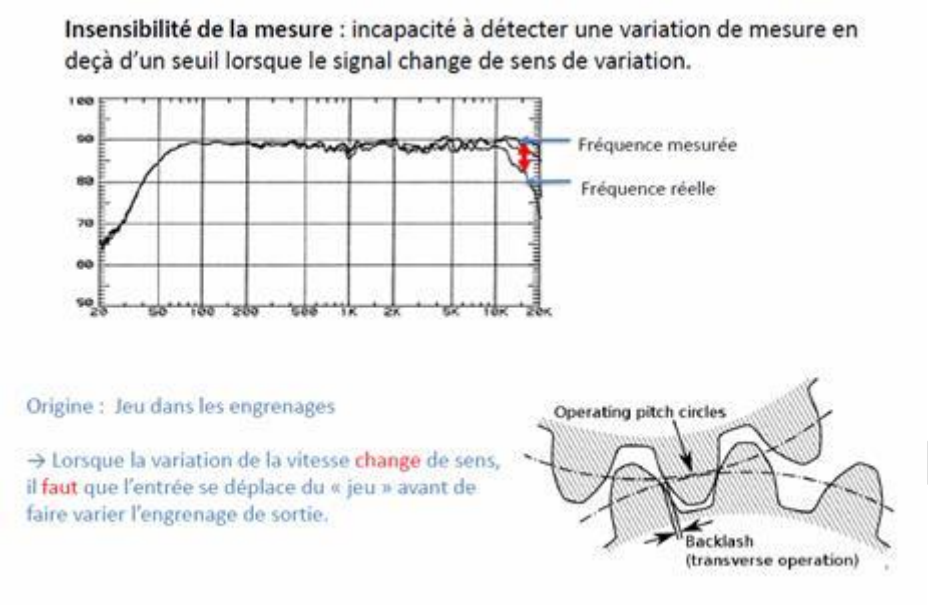



**Figure 1 : Insensibilité**

**Bande morte** :

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

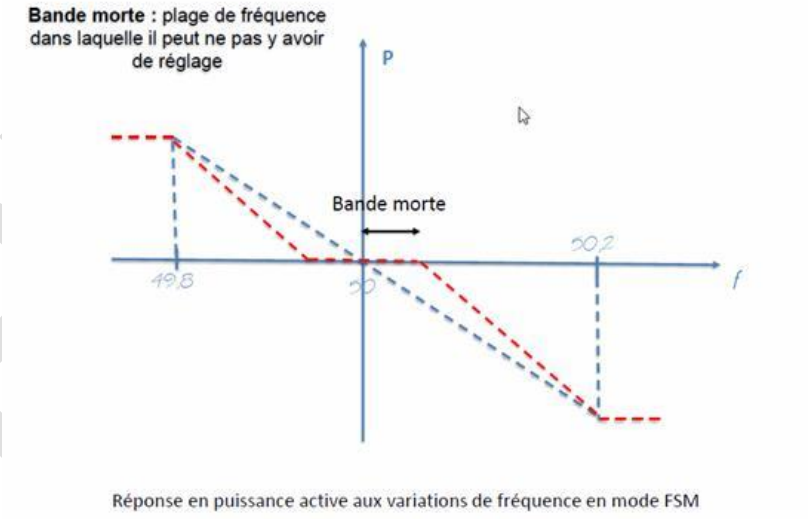



**Figure 2 : Bande morte**

## 2.4 Réservoir à énergie limitée

**LER (Limited Energy Reservoir) :**

Une EDR est définie comme réservoir à énergie limitée, si elle ne peut fournir de la Réserve Primaire sur la période contractualisée avec RTE (durée respectant le pas de programmation et le délai de neutralisation), à moins d'être rechargée ou déchargée (sur le réseau ou via des apports naturels) de façon récurrente.

**Durée de caractérisation LER ($T_{LER}$)** :

C'est la durée correspondant à la période contractualisée avec RTE ci-dessus. Cette durée est fixée à 2h.

**Capacité utile ($E_{utile}$)**

La capacité utile est la quantité d'énergie, exprimée en MWh, mise à disposition pour effectuer le Réglage Primaire de Fréquence.

Pour les unités de stockage, par convention dans ce document, la capacité utile est la capacité pour assurer le service de réglage et non la capacité totale de l'unité.

Cette notion est généralisable à toute unité disposant d'une quantité limitée d'énergie pour participer au réglage, la capacité utile est la somme de l'énergie disponible à la hausse et l'énergie disponible à la baisse.

**Etat de charge (SoC ou State of Charge) :**

L'État de charge correspond à la valeur instantanée de la quantité d'énergie disponible pour le réglage exprimé en % de la capacité utile.

Cette notion est généralisable à toute unité disposant d'une quantité limitée d'énergie pour participer au réglage selon le rapport entre l'énergie disponible à la baisse et la capacité utile de l'unité.

$$SoC_{unité}(t) = \frac{E_{baisse}(t)}{E_{utile}}$$

Pour une EDR de type LER constituée d'une agrégation d'unité, le stock de l'agrégat est défini comme la somme pondérée des stocks en fonction de leur capacité utile :

$$SoC_{LER} = \frac{\sum_{i \in LER} SoC_i \times E_{utile_i}}{\sum_{i \in LER} E_{utile_i}}$$

# 3. MESURE DE FREQUENCE

## 3.1 Fréquence pour le Réglage Primaire de Fréquence

Applicable aux EDR de type diffus

La régulation de fréquence est dite centralisée dès lors que l'activation du réglage d'au moins une unité ou un site n'est pas réalisée à partir d'une mesure de fréquence locale.

PROJET

Dans le cas d'une régulation centralisée, la fréquence utilisée pour assurer le réglage de fréquence doit être issue de 3 mesures de fréquence sur des zones électriques distinctes en France. Le temps d'acquisition de chaque mesure de fréquence est inférieur ou égal à 0,2s.

La mesure de fréquence est considérée comme consolidée dès lors que 2 ou plus mesures sont égales, à la résolution près. Le traitement des différentes mesures de fréquence sera décrit dans la Fiche Information N°1.

Applicable à tous

Chaque unité de Pmax_unité supérieure ou égale à 1MW doit disposer d'une mesure de fréquence locale. Le temps d'acquisition de chaque mesure de fréquence est inférieur ou égal à 0,2s conformément à l'article 29 F de [4] .

## 3.2 Détection de réseaux séparés de grande ampleur (système split)

La gestion centralisée doit permettre de détecter des réseaux séparés de grande ampleur.

Dans le cas de sites raccordés au RPD, dès lors qu'un volume supérieur à 1.5 MW est atteint dans une région administrative, 3 mesures de fréquence sont requises dans cette région.

Deux réseaux sont considérés comme étant séparés si l'écart entre les mesures de fréquence est supérieur à 100mHz pendant 1 seconde. La mesure de fréquence devra être consolidée dans le cas d'une gestion centralisée.

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, les autres sites arrêtent de régler sauf si ils peuvent réagir selon la fréquence de leur région administrative.

## 3.3 Résumé

| | Pilotage de l'EDR centralisé | Pilotage de l'EDR décentralisé |
|---|---|---|
| EDR de type Diffus | Cas 1 | Cas 2 |
| EDR de type non Diffus | Cas 3 | Cas 4 |

Cas 1 :

3 fréquencemètres en France dans des zones administratives distinctes

Si le volume de l'EDR dans une zone administrative est sup à 1.5 MW : 3 fréquencemètres par zone

Cas 2 :

Chaque unité de l'EDR a une mesure locale et règle par rapport à cette mesure

Cas 3 :

Chaque unité réglante (en kdelta f ) a une mesure locale sur la HTB / HTA
Chaque unité a une mesure locale sur la HTB (quelque-soit sa participation en kdelta f ou en suivi de consigne) et sur HTA si Sup à 1 MW
l'acteur doit indiquer comment sont prises en compte les mesures de fréquence locales pour la consolidation de la fréquence servant au pilotage centralisé

Cas 4 :

PROJET

Chaque unité de l'EDR  a une mesure locale et règle par rapport à cette mesure.

# 4. REGLAGE PRIMAIRE DE FREQUENCE (MODE FSM)

Applicable à tous

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 délai 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 consigne.

Volume de réserve primaire (RP)

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

PROJET

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 :

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

avec :

P [MW] : puissance réelle fournie par l'Entité de Réserve en mode quasi stationnaire

$P_c$ [MW] : puissance de consigne 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 doit 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 consigne,
- 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 consigne
    - 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.

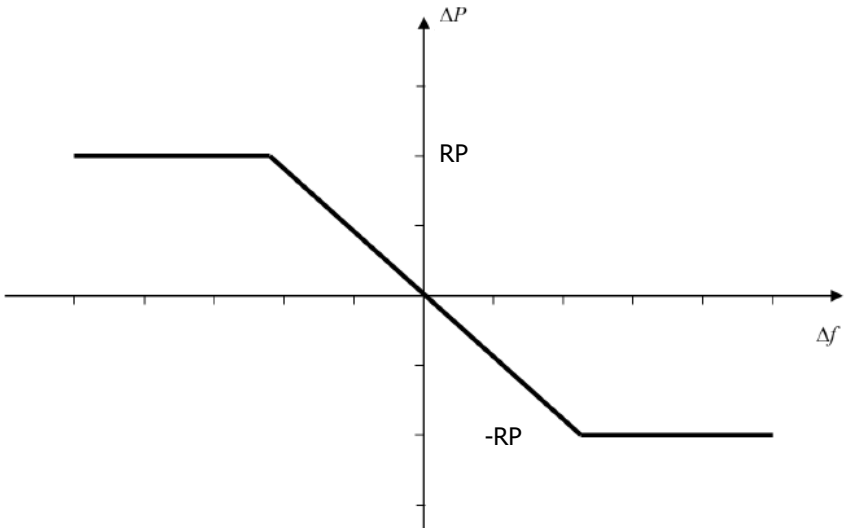



**Figure 3 : Loi de réglage FSM (Frequency Sensitive Mode)**

Δf : variation de fréquence mesurée sur le réseau
ΔP : variation de puissance active et, en fonction des conditions de fonctionnement,

[1] 15 min :cette valeur correspond à la durée du futur pas de temps des règlements des écarts prévu à ce jour début 2025, et est cohérente avec la durée minimale de maintien de la réserve.

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

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 ne doit pas être indûment 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).

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 ($\Delta$P1) 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.$\Delta$f.

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

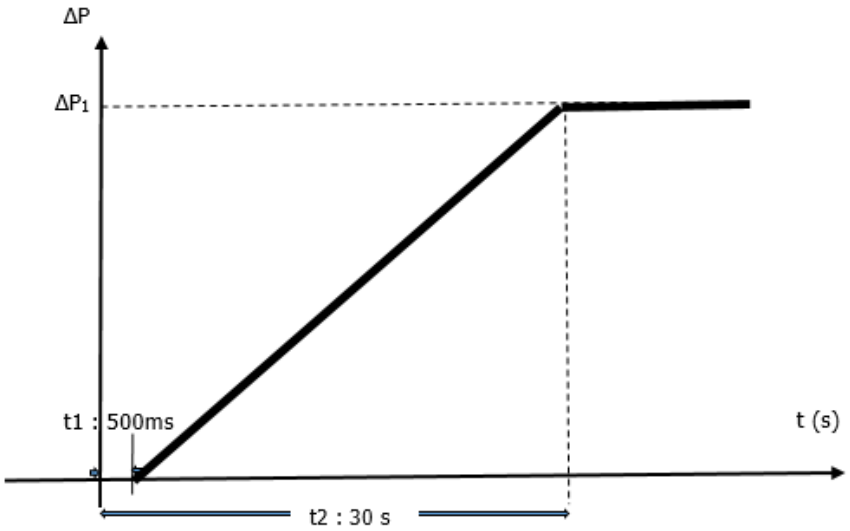



**Figure 4 : délai d'activation et temps de réponse à un échelon**

La résolution de la mesure de fréquence doit être inférieure à 1 mHz.
La précision de mesure de la fréquence doit être la meilleure possible et dans tous les cas inférieure à 10 mHz.
L'insensibilité de la régulation primaire de la fréquence doit être inférieure 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 en mode quasi stationnaire
- Puissance de consigne de l'Entité de Réserve à la fréquence de référence $f_n$
- Fréquence mesurée sur le réseau
- Gain K à la hausse de l'Entité de Réserve
- Gain K à la baisse de l'Entité de Réserve

# 5. DIMENSIONNEMENT ET GESTION DU STOCK

Applicable au LER

## 5.1 Disponibilité du service et dimensionnement du stock

Applicable au LER

L'Entité de Réserve doit fournir le service de réglage primaire de fréquence de manière continue et permanente en Etat Normal.

En Etat d'Alerte ou en Etat d'Urgence, l'Entité de Réserve doit fournir le service de réglage primaire de fréquence et être en mesure de maintenir une activation complète de la réserve primaire correspondant à un écart supérieur ou égal à +200mHz (respectivement inférieur ou égal à -200mHz), pendant une durée de t3 (15 minutes) ou l'équivalent en énergie en cas d'écart de fréquence inférieur à 200mHz (respectivement supérieur à -200mHz).

Afin de garantir une réserve en énergie pour un maintien t3 (15 minutes) de l'activation complète du réglage primaire de fréquence à la hausse et à la baisse, l'Entité de Réserve doit présenter un ratio énergie utile ($E_{utile}$) sur $RP_{max}$ supérieur à 0,5.

Le tableau ci-dessous récapitule les différentes notions de niveaux de stock:

| Sigle | Définition |
|---|---|
| SoC | Etat de charge, niveau de stock à un instant |
| $SoC_{sup}$ | Seuil supérieur d'état de charge en exploitation normale, garantissant la disponibilité du maintien 15 min (t3) de la réserve primaire $R_P$ à la baisse |
| $SoC_{inf}$ | Seuil inférieur d'état de charge en exploitation normale, garantissant la disponibilité du maintien 15 min (t3) de la réserve primaire $R_P$ à la hausse |
| $SoC_{max}$ | Seuil limite supérieur d'état de charge en exploitation, correspondant à une contrainte de sécurité pour l'EDR |
| $SoC_{min}$ | Seuil limite inférieur d'état de charge en exploitation, correspondant à une contrainte de sécurité pour l'EDR |
| $SoC_{reserve\ sup}$ | Seuil au-dessus duquel le Mode Réserve est activé pour gérer la saturation du stock |
| $SoC_{reserve\ inf}$ | Seuil au-dessous duquel le Mode Réserve est activé pour gérer l'épuisement du stock |
| $E_{utile}$ | La capacité utile du stock |

La capacité utile du stock est exprimée en MWh.

Les niveaux de stock sont exprimés en % de la capacité utile. Par convention dans ce document, la capacité utile est la capacité pour assurer le service de réglage *[cas des unités de stockage « stand alone »]* et non la capacité totale de la batterie.

Applicable batterie

La capacité utile peut être définie côté DC ou AC, ce choix sera précisé dans la fiche 1.

PROJET

Applicable LER

Le schéma ci-dessous propose une représentation graphique de ces seuils et des intervalles de stock correspondant à des modes de fonctionnement de l'Entité de Réserve.

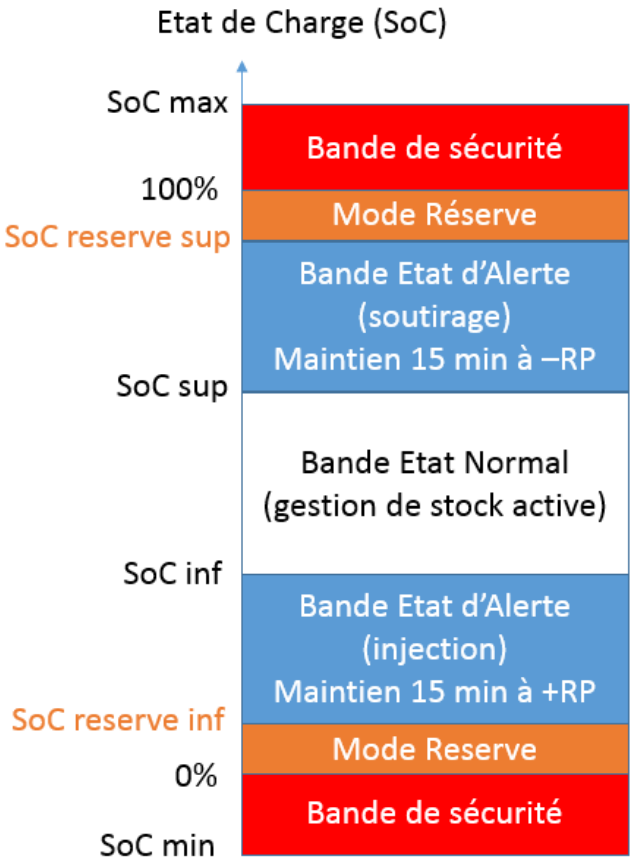



**Figure 5 : Seuils d'état de charge**

L'Entité de Réglage doit continuer à fournir le service de réglage primaire de fréquence tant que le stock d'énergie n'est pas épuisé ou saturé (cf § 5.3).

## 5.2 Gestion active du stock

Applicable au LER

Un processus de gestion active du stock doit être implémenté au niveau de l'Entité de Réserve pour garantir la continuité du service et la disponibilité des réserves en énergie.

*[Cas des unités stockage stand alone]* Afin de permettre la gestion active du stock et la fourniture de réserve primaire simultanément, la puissance maximale $P_{max}$ doit être supérieure à 110% de la réserve primaire $RP_{max}$.

La puissance de consigne ne doit pas limiter la participation à la réserve primaire. La puissance de consigne maximale $P_{cmax}$ devra être inférieure ou égale à $P_{max}$-RP.

*[Hors Cas des unités stockage stand alone]* La puissance de consigne ne doit pas limiter la participation à la réserve primaire

Le processus de gestion actif du stock pourra modifier la puissance de consigne Pc de façon à maintenir l'état de charge (SoC) en Etat Normal entre $SoC_{inf}$ et $SoC_{sup}$ ou avoir un état de charge permettant de dégager à la hausse ou à la baisse RP pendant t3 (15 minutes).

Le processus de gestion active du stock ne doit pas avoir d'impact sur le service fourni au titre du réglage primaire (par exemple, le volume de réserve fourni ne doit pas être réduit du fait d'une modification de puissance de consigne).

Dans le cas d'une variation de puissance de consigne en palier, les durées de palier doivent être paramétrables avec une durée minimum de 15 min[2]. Les rampes (MW/min) pour les changements de palier doivent être paramétrables.

Dans le cas d'une variation continue de puissance de consigne, les rampes (MW/min) doivent être paramétrables et ne pas conduire à un passage de 0 à la puissance de consigne minimale (ou à la puissance de consigne maximale) en moins de 15 min.

En Etat d'Alerte ou en Etat d'Urgence, la modification de la puissance de consigne doit être figée si cette modification va à l'encontre des besoins du système électrique (par exemple, il est interdit de modifier la puissance de consigne à la baisse vers le soutirage si la fréquence est en dessous 50 Hz)

Le principe du processus de gestion active du stock et la méthode d'estimation de l'état de charge seront décrits de manière détaillée dans la fiche d'Information 1. Toute modification du processus de la gestion active du stock doit faire l'objet d'une information à RTE qui pourra demander éventuellement des compléments.

## 5.3 Gestion de l'épuisement et de la saturation du stock

Applicable au LER

L'épuisement ou la saturation du stock sont gérés par l'activation du Mode Réserve [5], lorsque l'état de charge est respectivement inférieur à $SoC_{reserve\ inf}$ ou supérieur à $SoC_{reserve\ sup}$. Le fonctionnement en Mode Réserve sera défini ultérieurement par RTE.

En l'absence de Mode Réserve les seuils d'état de stock respectent les égalités suivantes :

- $SoC_{reserve\ sup}$ = 100%
- $SoC_{reserve\ inf}$ = 0%

Lorsque l'état de charge atteint les seuils du Mode Réserve, la télésignalisation PART.FSM doit alors être positionnée à l'état hors service « PART.FSM HS ».

Lorsqu'un Mode Réserve est implémenté, il doit être décrit de manière détaillée dans la fiche d'Information 1.

## 5.4 Renouvellement du stock après épuisement ou saturation

Applicable au LER

Lorsque le stock est épuisé, saturé ou que le Mode Réserve a été activé, l'Entité de Réserve doit renouveler son stock au plus tard 2 heures après le retour en Etat Normal. En Etat d'Urgence ou d'Alerte, le renouvellement du stock ne doit pas être mis en œuvre.

Lorsque le stock est renouvelé, l'Entité de Réserve doit à nouveau participer au réglage primaire de fréquence et la télésignalisation PART.FSM doit alors être positionnée à l'état en service « PART.FSM ES ».

Le principe de renouvellement du stock sera décrit dans la fiche d'Information 1.

## 5.5 Optionnel : Cas des unités avec implémentation des modes LFSM[3]-O et LFSM-U

Applicable aux unités avec LFSM

Pour les unités constituant l'Entité de Réserve qui ont implémenté le mode LFSM-O et LFSM-U (cf. §7), quel que soit le mode de fonctionnement (gestion active du stock, mode réserve ou renouvellement du stock) le LFSM doit rester activé.

[2] 15 min :cette valeur correspond à la durée du futur pas de temps des règlements des écarts prévu à ce jour début 2025, et est cohérente avec la durée minimale de maintien de la réserve

[3] LFSM : Limited Frequency Sensitive Mode ou Mode de réglage restreint à la sur-fréquence (mode LFSM-O) ou à la sous-fréquence (LFSM-U)



PROJET

# 6. NATURE DES INFORMATIONS ECHANGEES

**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 | La valeur de P peut –être négative (soutirage) | MW | [-110% Pmax_sout; 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<br><br>(commutateur positionné par le client signalant l'état de participation de l'unité au FSM) | | |
| **F.PROD** | TM | Fréquence F du réseau utilisé par le dispositif assurant le réglage continu l'Entité de Réserve | Précision requise : 1/100ème de Hertz | Hz | [47 ; 52 Hz] |
| **PC** | TM | Puissance de consigne de l'Entité de Réserve | Puissance de consigne de l'Entité de Réserve à la fréquence de référence fn. La valeur de Pc peut –être négative (soutirage) | MW | [-110% Pmax_sout; 110% Pmax_inj] |
| **K.FSM.H** | TM | Gain de l'Entité de Réserve à la hausse | Indique le gain de l'Entité de Réserve lorsqu'elle participe au réglage primaire de fréquence | MW/Hz | [0 ; 25 x RPmax] |
| **K.FSM.B** | TM | Gain de l'Entité de Réserve à la baisse | Indique le gain de l'Entité de Réserve lorsqu'elle participe au réglage primaire de fréquence | MW/Hz | [0 ; 25 x RPmax] |

PROJET

Applicable LER

| Libellé court | Info | Description Sous fonction | Usage | Unité Physique | Plage |
|---|---|---|---|---|---|
| **SOC.EDR** | TM | Etat de charge de l'Entité de Réserve | Indique l'état de charge de l'Entité de Réserve | % | [0 ; 100%] |

Applicable pour toutes les unités de stockage

**Informations relatives à l'unité de stockage:**

| Libellé court | Info | Description Sous fonction | Usage | Unité Physique | Plage |
|---|---|---|---|---|---|
| **P** | TM | Puissance active P de l'unité de stockage | La valeur de P peut –être négative (soutirage) | MW | [-110% Pmax_unité; 110% Pmax_unité] |
| **PC** | TM | Puissance de consigne de l'unité de stockage | Puissance de consigne de l'unité à la fréquence de référence fn. La valeur de Pc peut –être négative (soutirage) | MW | [-Pmax_unité; Pmax_unité] |
| **SOC.BESS** | TM | Etat de charge de l'unité de stockage | Indique l'état de charge de l'unité de stockage | % | [0 ; 100%] |

PROJET

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

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.

**Références :**

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

PROJET

# 7. EXIGENCES COMPLEMENTAIRES DANS LE CAS D'UN RACCORDEMENT AU RESEAU PUBLIC DE DISTRIBUTION

Pour les unités de l'Entité de Réserve raccordées sur le Réseau Public de Distribution (RPD), le fournisseur 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 de fréquence tel que défini dans les paragraphes précédents.

PROJET

# 8. FICHES DE CONTROLE 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 | Comportement dynamique de la régulation de fréquence et disponibilité de la réserve | Simulations | EdR LER |

La validation par RTE de l'étape 1 avec les modalités définies au paragraphe 5.3 de [1] est un prérequis à la réalisation des essais de l'étape 2.

Etape 2 (annexe 2) : Essais

| 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

# 9. REFERENCES

[1] Règles 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] 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.

[5] 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.

PROJET

# 10. 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 : Trame type pour restituer les données numériques

PROJET

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

PROJET

## 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

| | ***Unité*** | ***Valeur*** | ***Précision*** |
|---|---|---|---|
| **Pour chaque mode de fonctionnement de l'Entité de Réserve Régulation de fréquence:** | | | |
| Réserve primaire maximum de l'EDR : $RP_{max}$ | MW | | |
| Délai d'activation FSM : t1 | ms | | |
| Insensibilité de la régulation de fréquence | mHz | | |

PROJET

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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 primaire en fonction de RP (justifications si durée supérieure 15 min) | Tableau / Texte | | |
| Le cas Echéant : Si la réserve maximale programmée dépend des conditions extérieures : Conditions pour atteindre la $RP_{max}$ 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. | Tableau / Texte | | |
| Description précise de la stratégie de gestion de réglage et du Stock de l'Entité de Réserve : du recalage de la puissance de consigne (plage de fréquence, dynamique (rampe (MW/Min), modification en continu ou palier, plage de SOC …), du comportement de l'Entité de Réserve en cas d'épuisement/saturation du Stock , et de la stratégie pour le renouveler, du comportement en état d'Alerte ou d'Urgence, du mode réserve, …… | 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 de de la modification de la stratégie de gestion de la charge en cas de réserve primaire de fréquence programmée inférieure à $RP_{max}$ | 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 | | |
| 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 de grande ampleur. | Texte | | |
| Description de la méthode d'estimation ou de mesure de l'état de charge de l'EDR transmise à RTE | Schéma / Texte | | |
| Etudes réalisées (simulation, essais …) pour garantir la stratégie de gestion de l'état de charge | 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)<br>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 | | |
| **Le cas Echéant : Pour chaque unité de stockage: Données Générales**<br>Indiquer dans la colonne valeur si la valeur est coté AC ou DC | | | |
| Puissance maximale en injection et soutirage (Pmax_unité) | MW | | |
| Puissance apparente nominale (Sn_unité) | MVA | | |
| Type de technologie, fabricant, intégrateur de la partie stockage et électronique de puissance DC/AC de l'unité de stockage | Texte | | |
| Capacité totale du stock (E) | MWh | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Capacité utile du stock ($E_{utile}$) | MWh | | |
| Seuil supérieur d'état de charge en exploitation normale, garantissant la disponibilité du maintien 15 min à –RP ($SoC_{sup}$) | MWh | | |
| Description de la dégradation dans le temps des performances de l'unité de stockage et la gestion de cette baisse de performance (requalification, baisse de la performance contractuelle, changement des éléments …) | texte | | |
| Courbe d'évolution de la charge de l'unité de stockage en fonction des conditions externes (température …). | MWh | | |
| Seuil supérieur d'état de charge en exploitation, contrainte technique ($SoC_{max}$) | MWh | | |
| Seuil inférieur d'état de charge en exploitation, contrainte technique ($SoC_{min}$) | MWh | | |
| Seuil au-dessus duquel le Mode Réserve est activé pour gérer la saturation du stock ($SoC_{reserve\ sup}$) | MWh | | |
| Seuil au-dessous duquel le Mode Réserve est activé pour gérer l'épuisement du stock ($SoC_{reserve\ inf}$) | MWh | | |
| Rendement en charge et en décharge de l'unité de stockage (charge/décharge) | % | | |
| Unifilaire de raccordement de l'unité de Stockage | Schéma | | |
| Description des auxiliaires de l'unité de Stockage (localisation, puissance …) | Texte | | |
| Description de la méthode d'estimation ou de mesure de l'état de charge de la batterie transmise à RTE | Schéma / Texte | | |
| **Le cas Echéant : Pour chaque unité de soutirage participant à l'EDR** | | | |
| Coordonnée GPS, commune de l'entité | Texte | | |
| Description du process piloté. | Schéma / Texte | | |
| Description du comportement sur les régimes exceptionnels de fréquence du site : comportement du process ; description des éventuels protections / automates. | Tableau / texte | | |
| 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 | Texte | | |
| Le cas échéant si utilisation d'une sous mesure : Analyses, études, et essais pour démontrer l'absence de contre réglage sur l'ensemble du site | Texte | | |
| **Le cas Echéant : Pour chaque unité de l'EDR raccordée sur le Réseau de Distribution : Données Générales Raccordement** | | | |
| Le cas échéant : type de protection sur le départ HTA installé par l'entreprise locale de Distribution | Texte | | |
| Le cas échéant : Contraintes et éventuelles dérogations imposées sur l'unité de Stockage par l'entreprise locale de distribution | Texte | | |
| 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 | Texte | | |
| **Le cas Echéant : Pour chaque entité de l'EDR raccordée sur le Réseau de Transport : Données Générales Raccordement** | | | |
| Poste de raccordement HTB | texte | | |
| **Le cas Echéant : Cas du diffus** | | | |
| Description des process pilotés. | | | |
| Description et Localisation de la mesure de puissance active utilisée pour la télémesure transmise à RTE | | | |
| Le cas échéant si utilisation d'une sous mesure : Analyses, études, et essais pour démontrer l'absence de contre réglage sur l'ensemble du site | | | |
| Nombre de sites total pour chaque process pilotés en France | | | |
| Répartition géographique par département (nombre de site par process) | | | |

PROJET

| **FICHE INFORMATION N°2 : CONFORMITE DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION** |
|---|
| ***Informations*** <br> ***Dossier intermédiaire*** |
| **Objectifs** <br> 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** <br> 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 : <br> ▫ le système de téléconduite, (TS, TM, signaux de téléréglages) <br><br> Chaque équipement sera testé en liaison avec RTE et dans le respect des protocoles d'échanges. <br> 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)** <br><br> Le client doit fournir à RTE le procès-verbal des essais jusqu'au centre de conduite à partir d'injection de signaux fictifs. <br><br> 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** <br> La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats » |

PROJET

Applicable aux EDR LER

**FICHE SIMULATION N°1 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE LA REGULATION DE FREQUENCE ET DISPONIBILITE DE LA RESERVE**

- CAS D'UNE ENTITE DE RESERVE LER–

***Simulation***

**Objectifs**

L'objectif est de vérifier le comportement de l'installation en réglage primaire de fréquence et la capacité à assurer la gestion active d'un stock équivalent au maintien de la fourniture de réserve primaire maximum pendant t3 (15 minutes).

**Description**

**Test 1 : Simulation du comportement de l'EDR en réglage primaire de fréquence et de la gestion active de la charge** sur l'historique de la fréquence de la période du 01/05/2015 au 30/04/2018

- **Test 1.a :** Simulation numérique sur la période de test
- **Test 1.b :** Analyse et recensement des périodes hors plage [$SoC_{inf}$ ; $SoC_{sup}$]
- **Test 1.c :** Analyse détaillée des journées du 09 et 10/01/2017 (profil de fréquence basse)
- **Test 1.d :** Analyse détaillée des journées du 6 et 7/04/2018 (profil de fréquence haute)

**Test 2 : Simulation de la reconstitution du stock suite à utilisation du réservoir**

- **Test 2.a :** En fréquence basse

Simulation à partir du profil de fréquence théorique suivant :

| Début | Fin | Fréquence (Hz) |
|---|---|---|
| T0 | T0 + 40 min | 49.8 |
| T0 + 40 min | T0 + 50 min | 49.9 |
| T0 + 50 min | T0 + 200 min | 50.0 |

- **Test 2.b :** En fréquence haute

Simulation à partir du profil de fréquence théorique suivant :

| Début | Fin | Fréquence (Hz) |
|---|---|---|
| T0 | T0 + 40 min | 50.2 |
| T0 + 40 min | T0 + 50 min | 50.1 |
| T0 + 50 min | T0 + 200 min | 50.0 |

**Conditions particulières**

- L'Entité de Réserve doit être modélisée conformément aux informations fournies dans la fiche d'information (énergie utile, processus de gestion active de la charge, seuils de stock, rendement des différentes unités…).
- Les conditions initiales des simulations sont fixées aux valeurs moyennes de l'état de charge (SoC) et de puissance de consigne.
- La simulation doit être représentative du comportement en réglage primaire l'Entité de Réserve en exploitation.
- La bande morte sera fixée à 0.
- Le pas de temps des simulations est de 10 secondes au maximum.

**Données d'entrée (RTE → Client)**

- Chronique de fréquence au pas 10 s (disponible : https://clients.rte-france.com/lang/fr/visiteurs/vie/vie_frequence.jsp)

PROJET

- Annexe 3 : Trame type pour restituer les données numériques (fichier en format csv transmis par RTE)

**Résultats (Client → RTE)**
Les hypothèses et le modèle adopté seront précisés et justifiés.
Pour chaque simulation, la valeur de $RP_{max}$ sera transmise.

Pour chaque simulation, restitutions des signaux temporels suivants simulés :
- Puissance de consigne (puissance à 50,00 Hz)
- Puissance active
- Etat de charge SoC (%)
- Gain K (différencié si différent hausse et baisse)
- Fréquence
- Réponse théorique attendue (K.Δf)
- Etat D'alerte
- Autres facteurs externes rentrant dans la stratégie de gestion de la charge (Prix de marché …..)

Pour les tests 1 et 2, les résultats doivent se présenter sous la forme suivante :
Données numériques des enregistrements (suivant trame transmise par RTE en annexe 3).

Pour les tests 1.c, 1.d et 2, les résultats doivent être présentés sous la forme suivante :
- Graphes avec légende (grandeurs simulées et unités, seuils d'état de charge).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

Pour les tests 1.b, c et d, les instants d'entrée et sortie dans la plage [$SoC_{inf}$ ; $SoC_{sup}$] seront indiqués (format jj/mm/aa hh :mm:ss).

Critères de conformité pour tous les tests :

Le comportement de l'Entité de Réserve doit être conforme aux exigences décrites dans le paragraphe « 4 Mesure de frequence

Fréquence pour le Réglage Primaire de Fréquence

Applicable aux EDR de type diffus

La régulation de fréquence est dite centralisée dès lors que l'activation du réglage d'au moins une unité ou un site n'est pas réalisée à partir d'une mesure de fréquence locale.

Dans le cas d'une régulation centralisée, la fréquence utilisée pour assurer le réglage de fréquence doit être issue de 3 mesures de fréquence sur des zones électriques distinctes en France. Le temps d'acquisition de chaque mesure de fréquence est inférieur ou égal à 0,2s.

La mesure de fréquence est considérée comme consolidée dès lors que 2 ou plus mesures sont égales, à la résolution près. Le traitement des différentes mesures de fréquence sera décrit dans la Fiche Information N°1.

Applicable à tous

Chaque unité de Pmax_unité supérieure ou égale à 1MW doit disposer d'une mesure de fréquence locale. Le temps d'acquisition de chaque mesure de fréquence est inférieur ou égal à 0,2s conformément à l'article 29 F de .

**Détection de réseaux séparés de grande ampleur (système split)**

La gestion centralisée doit permettre de détecter des réseaux séparés de grande ampleur.

Dans le cas de sites raccordés au RPD, dès lors qu'un volume supérieur à 1.5 MW est atteint dans une région administrative, 3 mesures de fréquence sont requises dans cette région.

Deux réseaux sont considérés comme étant séparés si l'écart entre les mesures de fréquence est supérieur à 100mHz pendant 1 seconde. La mesure de fréquence devra être consolidée dans le cas d'une gestion centralisée.

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

PROJET

de participer au réglage primaire de fréquence, les autres sites arrêtent de régler sauf si ils peuvent réagir selon la fréquence de leur région administrative.

Résumé

| | Pilotage de l'EDR centralisé | Pilotage de l'EDR décentralisé |
|---|---|---|
| EDR de type Diffus | Cas 1 | Cas 2 |
| EDR de type non Diffus | Cas 3 | Cas 4 |

Cas 1 :

3 fréquencemètres en France dans des zones administratives distinctes

Si le volume de l'EDR dans une zone administrative est sup à 1.5 MW : 3 fréquencemètres par zone

Cas 2 :

Chaque unité de l'EDR a une mesure locale et règle par rapport à cette mesure

Cas 3 :

Chaque unité réglante (en kdelta f ) a une mesure locale sur la HTB / HTA
Chaque unité a une mesure locale sur la HTB (quelque-soit sa participation en kdelta f ou en suivi de consigne) et sur HTA si Sup à 1 MW
l'acteur doit indiquer comment sont prises en compte les mesures de fréquence locales pour la consolidation de la fréquence servant au pilotage centralisé

Cas 4 :

Chaque unité de l'EDR a une mesure locale et règle par rapport à cette mesure.

- Réglage primaire de fréquence (mode FSM) »
- L'état de charge en Etat Normal doit rester dans la plage [SoCinf ; SoCsup]. Les sorties de cette plage sont autorisées si l'état de charge permet de dégager à la hausse ou à la baisse RPmax pendant t3 (15 minutes)
- Les résultats de la simulation doivent être conformes à la stratégie de gestion de la charge décrite dans la fiche d'information 1.
- Les dates et heures d'entrée et sortie de l'état de charge de la plage [SoCinf ; SoCsup] doivent correspondre aux situations Etat d'Alerte.
- Le passage en Réserve Mode ou en épuisement ou saturation de stock doit intervenir après libération d'une énergie équivalente à 15 minutes d'activation complète de RPmax.
- Le comportement en Mode Réserve correspond à la description fournie en fiche d'Information 1.
- Le renouvellement du stock est conforme aux exigences du paragraphe « 5.3 Gestion de l'épuisement et de la saturation du stock »

PROJET

PROJET

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

PROJET

| **FICHE ESSAI N°1 : TEST DES SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION** |
|---|
| ***Essais réels***<br>***Dossier intermédiaire*** |
| **Objectifs**<br>L'essai vise à vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements associés aux systèmes dédiés aux échanges d'information. |
| **Description**<br>Chaque équipement sera testé en liaison avec RTE et dans le respect des protocoles d'échanges.<br>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**<br>Tous les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE. |
| **Données d'entrée (RTE → Client)** |
| **Résultats (Client → RTE)**<br>Procès-verbal des tests des équipements. |
| **Critères de conformité**<br>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.

  L'Entité de Réserve est à la puissance $P_{essai1}$ la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex puissance de consigne à Pc maximum et état de charge le plus défavorable dans cette configuration en état normal de fréquence)

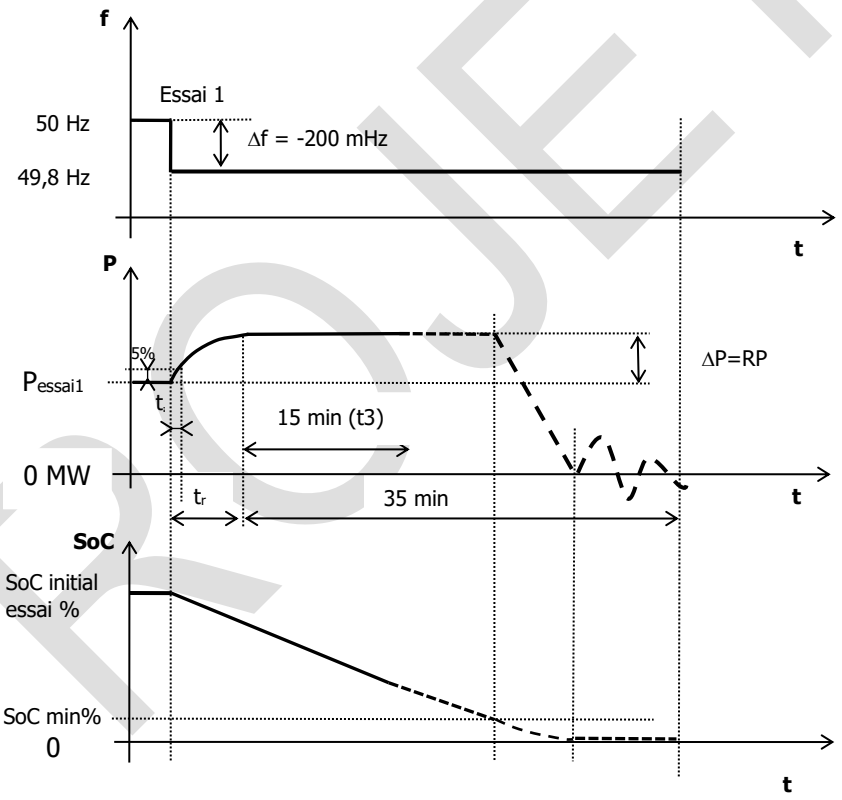



*Figure 1*

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

$t_r$ : 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 min au niveau du régulateur primaire de fréquence.

  L'Entité de Réserve est à la puissance $P_{essai2}$ la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité (ex puissance de consigne à Pc minimum et état de charge le plus défavorable dans cette configuration en état normal de fréquence).

PROJET

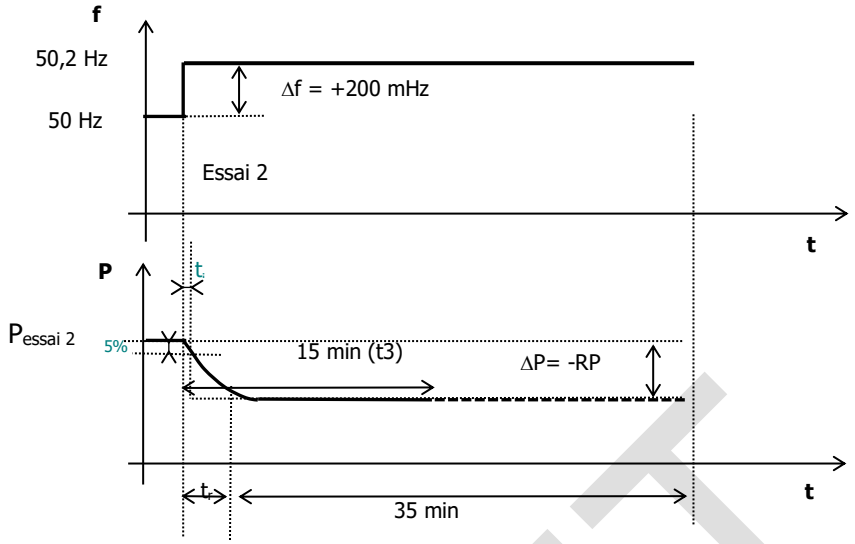



*Figure 2*

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

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

- **Essai 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 pendant 5 minutes.

  L'Entité de Réserve est à la puissance $P_{essai3}$ la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité à laquelle on soustrait la réserve primaire RP.

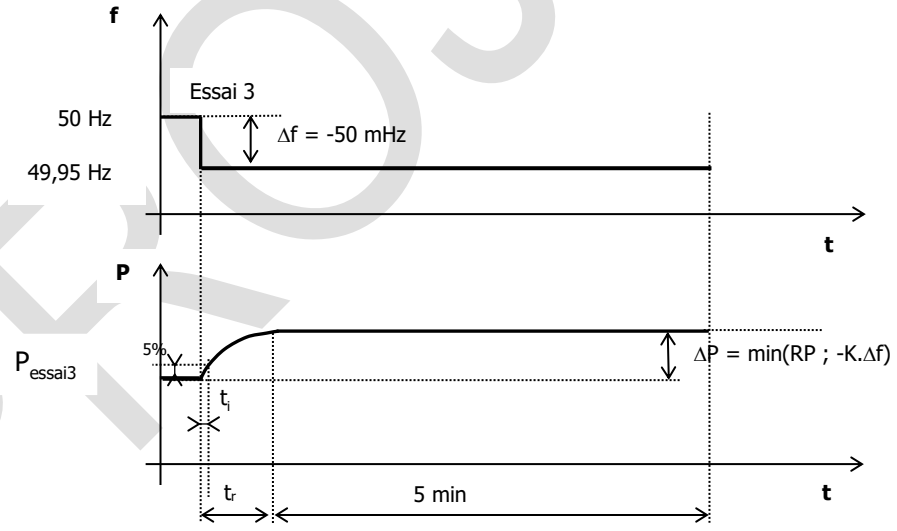



*Figure 3*

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

$t_r$ : 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 pendant 5 minutes

  L'Entité de Réserve est à la puissance $P_{essai4}$ la plus défavorable vis-à-vis des critères de conformité.

PROJET

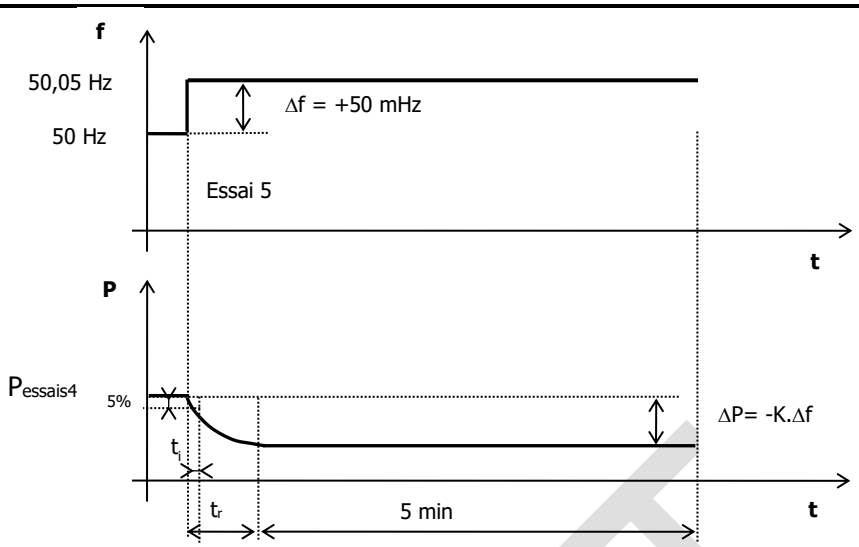
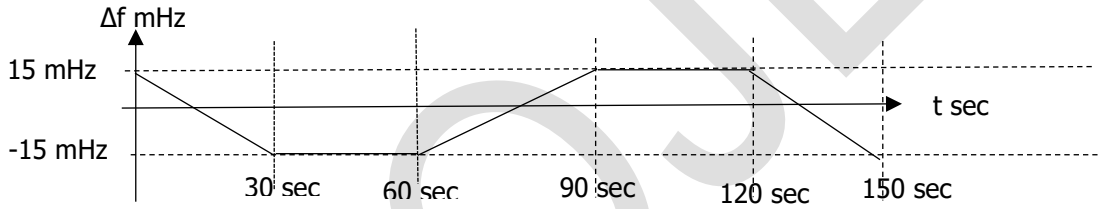



*Figure 4*

$t_i$ : temps au bout duquel la réponse en 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 de référence $P_{essai5}$ à laquelle on soustrait la réserve primaire RP.




**Conditions particulières**

- Les tests doivent être programmés et réalisés en liaison avec RTE.
- La variation de la puissance de consigne devra être conforme à la stratégie de gestion de la charge décrite.
- Si une gestion de l'épuisement du stock (Mode Réserve) est présente, celle-ci doit être activée sur les essais 1 et 2. La Reconstitution du stock après épuisement ne sera pas mise en œuvre.
- Les tests doivent être réalisés dans la situation initiale la plus défavorable, dans un état normal de fréquence, tels que précisés dans la description de la stratégie de gestion de la charge. Le cas échéant, un profil de fréquence fictif sera injecté afin d'amener l'Entité de Réserve dans cet état défavorable (ce profil sera décrit et expliqué).
- L'Entité de Réserve ne participe pas au réglage primaire 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 la charge 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 réduit 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 au différents temps demandés pour le critère de conformité.
- Si la réserve primaire pouvant être réalisée pendant les essais dépend de conditions extérieures (températures, débit, côtes..) celle-ci sera programmé sa valeur maximale possible (> 70 % $RP_{max}$) dans le cas contraire elle sera égale à $RP_{max}$.

PROJET

**Données d'entrée (RTE → Client)**
t3 : 15 minutes

**Données d'entrée (Client -> RTE)**
Description de la stratégie de gestion de la charge
Justification des paramètres choisis lors des essais : condition la plus défavorables pour les conditions initiales, 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 $t_i$

**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 primaire de fréquence
5. Puissance active fournie par l'Entité de Réserve
6. Puissance de consigne (puissance hors réglage ou puissance à 50,00 Hz)
7. Etat de charge SOC (%) de l'Entité de Réserve
8. Les cas échéant :
   - Puissance des différentes entités participant à l'EDR
   - Dans le cas de l'utilisation d'une sous mesure, autre mesure (télémesure / comptage) permettant de démontrer l'absence de contre Réglage
   - Analyse du comportement des différentes entités et informations échangées (ordres, consigne …)
   - Si l'Entité de Réglage comporte une unité de Stockage, les enregistrements de puissance active, puissance de consigne et SOC seront aussi restitués au niveau de l'unité de stockage

et indication sur les enregistrements de l'Entité de Réglage, des valeurs suivantes :
- $t_i$,
- $t_r$
- $\Delta P$
- $P_{essai}$
- $SOC_{sup}$ et $SOC_{inf}$
- $SOC_{min}$ et $SOC_{max}$
- $SOC_{reserve\ sup}$ et $SoC_{reserve\ inf}$

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 (grandeurs mesurées et unités).
- Echelles des courbes adaptées aux amplitudes mesurées.

De plus on calculera pour chacun des essais le gain K du régulateur à partir de la valeur de $\Delta P$ mesurée dans les essais 1, 2, 3, 4 et de la formule suivante :

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

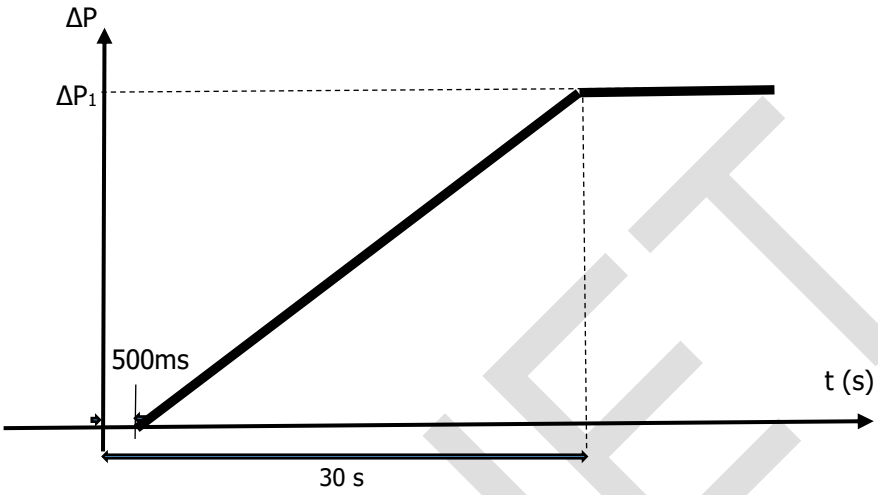
Le choix de l'état initial le plus défavorable sera explicité.

PROJET

**Critères de conformité**

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

- Le comportement doit être conforme à la description de la stratégie de gestion de la charge fournie par le Client
- $K_{min}$ <K (MW/Hz) <$K_{max}$
- Forme d'onde non oscillante,
- Temps $t_i$ inférieur à 0,5 sec
- La réponse en puissance active sera supérieure au gabarit ci-dessous pendant 95 % du temps, hors période délai d'activation.
- RP maximale fonction des conditions extérieures supérieure à 70 % $RP_{max}$




**Pour l'essai 1 :**

- Variation ΔP ≥ RP maintenue 15 min (t3) après $t_r$.
- Temps $t_r$ inférieur à 30 s, prouvé visuellement par les enregistrements

**Pour l'essai 2 :**

- Variation ΔP ≤ -RP maintenue 15 min (t3) après $t_r$.
- Temps $t_r$ inférieur à 30 s, prouvé visuellement par les enregistrements

Pour les essais 1 et 2, dans le cas où la puissance ne serait pas maintenue après t3, les phénomènes mis en jeu devront être explicités et mis en lien avec l'état de charge initial choisi.

**Pour les essais 3, 4 :**

- Variation ΔP ≥ min (RP ; -K.Δf) maintenue 5 min après $t_r$.
- Temps $t_r$ inférieur à 30 s, prouvé visuellement par les enregistrements

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 :**

- 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 DE FREQUENCE –MODE FSM

***Essais réels***
***Dossier final***

**Objectifs**

Observation du réglage de fréquence lorsque l'Entité de Réserve est en réglage primaire 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 est couplée pendant 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'Entité de Réserve de hors FSM à en FSM (et réciproquement).
**Essai 2 :** Test de fiabilité pendant 8 heures

**Conditions particulières**

- L'essai doit être programmé et réalisé en liaison avec RTE.
- L'Entité de Réserve participe au réglage primaire de fréquence.
- Le programme de fonctionnement doit être représentatif du fonctionnement en exploitation définitive de l'Entité de Réserve (ex l'essai doit être réalisé avec la puissance de consigne initiale et l'état de charge initial à leur valeur moyenne)
- Les conditions de participation au réglage primaire doivent être conformes à celles choisies dans la fiche essai n°2.
- L'essai 1 doit comporter plusieurs passages de l'état hors FSM à en FSM (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 pouvant être réalisée pendant les essais dépend de conditions extérieures (températures, débit, côtes..) celle-ci sera programmé sa valeur maximale possible (> 70 % RPmax) dans le cas contraire elle sera égale à Rpmax.

**Données d'entrée (RTE → Client)**

- Justification des paramètres choisis lors des essais : condition pour les conditions initiales, RP maximale en lien avec les conditions extérieures,

**Résultats (Client → RTE)**

- K (MW/Hz) différencié si différence hausse et baisse
- RP (MW)
- Insensibilité de la régulation primaire de fréquence (mHz)
- Puissance active fournie par l'Entité de Réserve au point de connexion
- Puissance de consigne (puissance hors réglage ou puissance à 50,00 Hz)
- Etat de charge SOC (%) de l'Entité de Réserve
- Les cas échéant :
  - Puissance des différentes entités participant à l'EDR
  - Dans le cas de l'utilisation d'une sous mesure, autre mesure (télémesure / comptage) permettant de démontrer l'absence de contre Réglage
  - Analyse du comportement des différentes entités et informations échangées (ordres, consigne …)
  - Si l'Entité de Réserve comporte une unité de Stockage, les enregistrements de puissance active, puissance de consigne et SOC seront aussi restitués au niveau de l'unité de stockage

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.

**Critères de conformité**

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

- Le comportement de l'Entité de Réserve doit être conforme aux exigences décrites dans le §4 Réglage primaire de fréquence (mode FSM)
- Les résultats de l'essai doivent être conformes à la stratégie de gestion de la charge décrite par le Client (évolution Pc, respect des seuils de SOC…)
- TS/TM conformes à l'état l'Entité de Réserve et le cas échéant sur l'unité de stockage

PROJET

- $K_{min}$ <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 % $RP_{max}$

PROJET

# ANNEXE 3 : 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 | SoC en % |
| 01/07/2015 00:00 | 50.0245 | | 25.32 | 25.121 | 24.32 | 0 | 1 | 1 | 25 | 5 | 50.05 |
| 01/07/2015 00:00 | 50.023 | | 25.17 | 25 | 24.17 | 0 | 1 | 1 | 25 | 5 | 50.06 |
| 01/07/2015 00:00 | 50.022 | | 24.8224 | 25 | 23.8224 | 0 | 1 | 1 | 25 | 5 | 50.07 |
| 01/07/2015 00:00 | 50.022 | | 24.755 | 25 | 23.755 | 0 | 1 | 1 | 25 | 5 | 50.08 |
| 01/07/2015 00:00 | 50.023 | | 24.91 | 25 | 23.91 | 0 | 1 | 1 | 25 | 5 | 50.09 |
| 01/07/2015 00:00 | 50.025 | | 25.6231599 | 25 | 24.62315987 | 0 | 1 | 1 | 25 | 5 | 50.1 |
| 01/07/2015 00:01 | 50.031 | | 25.80015 | 25.0145 | 24.80015 | 0 | 1 | 1 | 25 | 5 | 50.11 |

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= Pc + KdeltaF (valeur positive si injection),

Colonne E : Puissance sans réglage en MW (optionnelle) ; Puissance de consigne 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 ;

Les colonnes suivantes sont spécifiques aux EdR LER (les données fixes SoC max en %, SoC reserve sup en %, SoC sup en %, SoC inf en %, SoC reserve inf en %, SoC min en %, …, E en MWh, sont à fournir en accompagnement du fichier)

Colonne L : SoC en %, état de charge à un instant ;

PROJET

PROJET