4.3 Déclinaison du mode réserve

4.3.1 Contexte

L'article 3.5 des propriétés supplémentaires stipule, au dernier paragraphe : « En plus de garantir que le réservoir d'énergie est suffisant pour activer de manière continue les FCR en état normal et activer complètement les FCR en état d'alerte pendant la durée mentionnée à l'article 156, paragraphe 9 du règlement SOGL, les unités fournissant des FCR disposant d'un REL (soit uniques, soit appartenant à un groupe fournissant des FCR disposant d'un REL) qui sont préqualifiées pour la première fois après l'entrée en vigueur de la méthodologie et qui sont techniquement capables (en particulier les unités raccordées via un onduleur) doivent garantir que près des limites supérieures ou inférieures du réservoir d'énergie, la capacité restante est suffisante pour maintenir une réponse appropriée aux déviations de fréquence à court terme. Par conséquent, ils doivent passer du mode normal (réaction à un écart de fréquence normal) à un mode réserve (réaction à un écart de fréquence par rapport à la moyenne). »

L'Annexe I du document des propriétés additionnelles précise les critères de fonctionnement du mode réserve et décrit la transition du mode normal vers le mode réserve et inversement. Chaque GRT peut cependant décider des critères pertinents à appliquer dans sa zone de contrôle.

4.3.2 Applicabilité

L'implémentation du mode réserve est obligatoire pour toutes les entités de réserve qui sont des réservoirs à énergie limitée et dont les unités sont raccordées via onduleur dont les dossiers de certification seront déposés après la date d'entrée en vigueur de la nouvelle version des règles SSYf (attendue pour le 1er Septembre 2022). Cela concerne en particulier les batteries et agrégats de batteries.

RTE ne souhaite pas étendre l'application du mode réserve aux entités existantes déjà certifiées pour la réserve primaire. Cependant la conformité au mode réserve sera demandée en cas de recertification d'une entité existante.

4.3.3 Principe

Le mode réserve correspond à un mode particulier de réglage de la fréquence à appliquer lors de l'épuisement ou de la saturation du stock d'un LER afin de maximiser son apport au système malgré son épuisement/saturation. Cela consiste à passer d'un mode de réglage primaire nominal correspondant à des variations de puissance active en fonction du gain de l'EDR et de l'écart de fréquence par rapport à la fréquence nominale de 50 Hz à un mode de réglage limité à la réaction aux variations de fréquence par rapport à la moyenne court terme de la fréquence. Ainsi l'entité de réserve continue à apporter une certaine dynamique de réglage malgré l'épuisement ou la saturation de son stock d'énergie.

Ainsi la loi de réglage passe de la loi nominale : $P(t) = Pc + K\ (50\ Hz - f(t))$

A la loi de mode réserve suivante : $P = Pc - K.\overline{\Delta f_{zero_{mean}}(t)}$

Avec : $\overline{\Delta f_{zero_{mean}}(t)} = \Delta f(t) - \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1} \Delta f\left(t - \frac{i}{N}\Delta t_{FAT}\right)$

Avec N = le nombre de mesures de fréquence réalisées sur une durée Δt_{FAT} selon la fréquence d'échantillonnage et Δt_{FAT} est le délai d'activation complet des aFRR en heure.

Suite à un fonctionnement de longue durée en mode réserve, si le SoC ne permet plus d'assurer ce fonctionnement (saturation ou épuisement total), RTE propose de demander la mise en œuvre d'un mode réserve dissymétrique, uniquement dans le sens favorable au SoC, le temps de reconstituer un stock permettant le retour en mode réserve nominal (symétrique).

4.3.4 Critères de passage en mode réserve et impact sur le dimensionnement des LER

Le passage du mode normal au mode réserve a lieu lorsque les limites de l'état de charge supérieure ($SoC_{reserve\ sup}$) ou inférieure ($SoC_{reserve\ inf}$) sont dépassées. Ces limites sont définies par la quantité d'énergie nécessaire pour fournir la FCR pendant un intervalle de temps égal au temps d'activation complet des aFRR :

$$\mathrm{SoC}_{reserve\ inf} = \frac{RP \cdot \Delta t_{FAT}}{E_{utile}}$$

$$\mathrm{SoC}_{reserve\ sup} = 1 - \mathrm{SoC}_{reserve\ inf}$$

RTE propose de considérer dès à présent $\Delta t_{FAT} = 5\ min.$

Dans le cas d'agrégats de batterie le critère de stock à considérer est celui de l'agrégat et non des batteries individuelles. Le fonctionnement du mode réserve attendu sera défini en concertation avec RTE lors de la certification.

Comme présenté en GT, RTE considère que le stock nécessaire à la réalisation du mode réserve est bien inclus dans le stock global du LER par rapport au respect du critère Tmin LER 15 minutes. Il n'existe pas, à ce jour, de position officielle d'ENTSOE sur la question. Le cas échéant, RTE se conformera à la décision commune des GRTs européens.

Ainsi l'implémentation du mode réserve n'ajoute pas d'exigence supplémentaire sur le dimensionnement en énergie mais constitue une manière différente d'utiliser une partie de ce stock avec l'objectif d'optimiser son utilisation.

Les exigences se traduisent par :

- La nécessité pour les entités de réserve LER de disposer d'un stock d'énergie suffisant pour être en capacité, en état normal du réseau, de fournir de la FCR en permanence et à partir du passage en état d'alerte, d'activer complètement la FCR pendant au moins 15 minutes (art 156 de SOGL, exigence déjà applicable)
- Lorsque le niveau de stock d'une entité de réserve soumis au mode réserve dépasse le $SoC_{reserve\ sup}$ ou passe en dessous du $SoC_{reserve\ inf}$, l'entité passe en mode réserve (nouvelle exigence liée aux propriétés supplémentaires de la FCR)

Pendant la période de transition du mode normal au mode réserve et inversement, l'entité doit réagir à la combinaison $\Delta freaction(t)$ de l'écart de fréquence normal et de l'écart de fréquence à court terme comme décrit par l'équation suivante :

$$\Delta f_{reaction}(t) = \overline{\Delta f_{zero_{mean}}(t)} \cdot T + (1 - T) \cdot \Delta f(t)$$

où T est la fonction de pondération définie comme suit.

Pour la transition du mode normal vers le mode réserve :

$$T = \begin{cases} 0 & t < t_{start} \\ \dfrac{t - t_{start}}{\Delta t_{FAT}} & for\ t_{start} \le t < t_{start} + \Delta t_{FAT} \\ 1 & t \ge t_{start} + \Delta t_{FAT} \end{cases}$$

où t_{start} est le moment où les limites supérieures ou inférieures de l'état de charge sont dépassées.

4.3.5 Critères de sortie du mode réserve

L'annexe I du texte des propriétés supplémentaires de la FCR stipule que l'entité doit revenir en réglage en mode normal lorsque la charge est rétablie avec passage par une phase de transition telle que :

$$\Delta f_{reaction}(t) = \overline{\Delta f_{zero_{mean}}(t)} \cdot T + (1 - T) \cdot \Delta f(t)$$

où T est la fonction de pondération définie comme suit.

Pour la transition du mode réserve vers le mode normal :

$$T = \begin{cases} 1 & t < t_{restore} \\ \dfrac{t_{restore} - t}{\Delta t_{FAT}} + 1 & for\ t_{restore} \le t < t_{restore} + \Delta t_{FAT} \\ 0 & t \ge t_{restore} + \Delta t_{FAT} \end{cases}$$

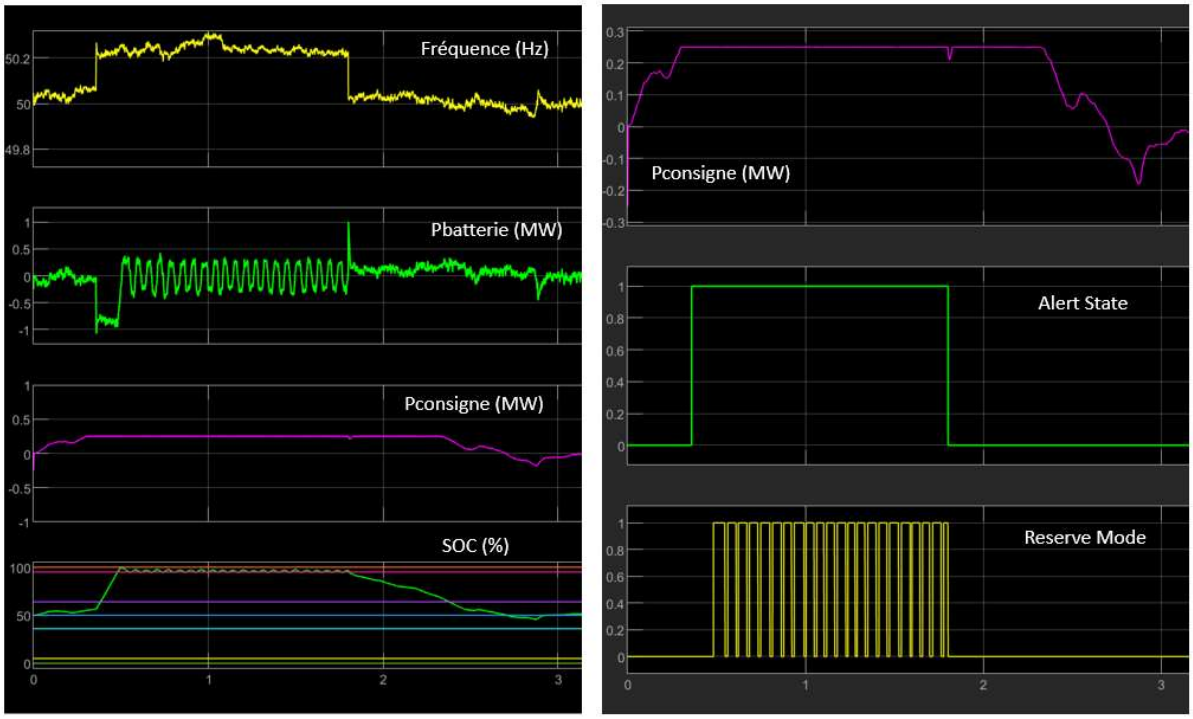
où $t_{restore}$ est le moment où les limites supérieures ou inférieures de l'état de charge sont dépassées.

Il n'est pas explicité dans le texte ce qui est considéré comme un rétablissement de la charge. De plus il est précisé à l'article 5 des propriétés supplémentaires que l'annexe I fournit les critères standards régissant le fonctionnement en mode réserve et la transition du mode normal vers le mode réserve et inversement mais que chaque GRT peut décider des critères pertinents à appliquer dans sa zone de contrôle.

RTE a étudié deux options comme critère de sortie du mode réserve :

- Option 1 : sortie du mode réserve quand le niveau de stock repasse en dessous du $SoC_{reserve\ sup}$ ou passe au-dessus du $SoC_{reserve\ inf}$, cela consisterait à avoir un seuil commun pour l'entrée et la sortie du mode Réserve
- Option 2 : sortie du mode réserve quand le niveau de stock repasse dans l'intervalle [SoC_{inf} ; SoC_{sup}

L'option 1 n'a pas été retenue car l'utilisation de ces seuils provoque un phénomène de bagottement d'entrée/sortie du mode réserve comme illustré dans la simulation suivante :



RTE propose donc d'utiliser les seuils SoC_{inf} et SoC_{sup} comme critère de sortie du mode réserve.

Il est possible que lorsque les seuils de SoC de sortie du mode réserve sont atteints, le réseau subisse une nouvelle variation de fréquence qui fait passer le SoC en dessous du SoC_{Inf} (ou au-dessus du SoC_{Sup}) car la batterie a retrouvé un état de charge suffisant pour assurer les 15 minutes de réserve primaire. Cette limite est tolérée par RTE.

4.3.6 Impact sur la stratégie de gestion de la charge

RTE propose d'adapter les exigences liées au figeage de la puissance de consigne dans le cas d'une mise en application du mode réserve :

- Si le système est en état d'alerte ou d'urgence et que la puissance de consigne est favorable à l'acteur, c'est-à-dire dans le bon sens par rapport au niveau du stock, alors la puissance de consigne doit être figée ;
- Si le système est en état d'alerte ou d'urgence et que la puissance de consigne est défavorable à l'acteur, c'est-à-dire dans le mauvais sens par rapport au niveau du stock, la Pcons doit être ramenée à 0. RTE ne demande pas, dans ce cas, de figer la puissance de consigne car cela pourrait amener à l'épuisement de la batterie avant d'avoir pu entrer en mode réserve.

Comme déjà exigé aujourd'hui lorsque le stock est épuisé ou 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 état normal. Si ce délai ne peut être tenu, RTE pourra accepter une puissance de consigne de la batterie supérieure à la valeur maximum prévue pour la gestion de la charge tant que cela ne dépasse pas 25% de sa réserve primaire.

La séquence de gestion de la charge attendue est la suivante :

- Fin d'état d'alerte ou d'état d'urgence: la fréquence est redevenue normale, fin de figeage de la puissance de consigne ou de mise à 0

- Quand le niveau de stock redevient supérieur au SoC_{inf} ou inférieur au SoC_{sup} : sortie du mode réserve en passant par la phase transitoire
- Une fois la phase transitoire terminée, poursuite du réglage en mode nominal

4.3.7 Impacts sur le processus de certification

RTE propose d'amender l'annexe 15 Trame type de certification de l'aptitude au réglage primaire de fréquence « Agrégats » ou « Stockage Seul » afin d'y intégrer les exigences spécifiques à la mise en place du mode réserve. L'objectif est de tester en simulation et en situation réelle le fonctionnement du mode réserve avec l'évolution de l'état du SoC jusqu'à $SoC_{reserve\ sup}$ et $SoC_{reserve\ inf}$, la phase de transition, le fonctionnement en mode réserve puis le retour en situation normale.

La description du fonctionnement attendu du mode réserve a été ajoutée au paragraphe 5.3 Gestion de l'épuisement et de la saturation du stock.

Les notations actuelles liées à l'état de stock ont été conservées pour plus de clarté et diffèrent donc de celles utilisées dans les propriétés supplémentaires de la FCR.

En termes d'exigences de certification, il a été ajouté, pour les EDR devant implémenter le mode réserve :

Etape 1 : simulation du fonctionnement du mode réserve

En étape 1 de certification, sur la fiche de simulation 1, il est proposé de rajouter quatre simulations pour démontrer le fonctionnement en mode réserve (phases de transition + phase de mode réserve) :

- Test 3a : Simulation du comportement de l'EDR en réserve mode en cas de fréquence basse :
  - 3.a.1 : Epuisement : ajout d'un offset de -300 mHz de 8h40 à 9h40 sur la journée du 10/01/2017
  - 3.a.2 : Saturation : ajout d'un offset de +300 mHz de 8h40 à 9h40 sur la journée du 10/01/2017
- Test 3b : Simulation du comportement de l'EDR en réserve mode en cas de fréquence haute :
  - 3.a.1 : Epuisement : ajout d'un offset de -300 mHz de 03h15 à 4h15 sur la journée du 07/04/2018
  - 3.a.2 : Saturation : ajout d'un offset de +300 mHz de 03h15 à 4h15 sur la journée du 07/04/2018

Quatre simulations sont demandées car en entrée de mode réserve deux scénarios sont possibles :

- Entrée en mode réserve avec une puissance de consigne favorable à l'acteur (on fige la puissance de consigne)
- Entrée en mode réserve avec une puissance de consigne défavorable à l'acteur (on ramène puissance de consigne à 0)

L'objectif de ces simulations est de :

- Valider la phase de transition vers le mode réserve, le réglage de la batterie en mode réserve et la phase de transition vers le mode normal
- Avoir une vision sur l'ensemble de ces scénarios, en fréquence basse et en fréquence haute et dans les deux cas de situation de puissance de consigne

En simulation, toutes les séquences doivent être réalisées, y compris la reconstitution du SoC et l'ensemble des transitions. L'algorithme utilisé en simulation doit être celui utilisé en exploitation. Si l'acteur le modifie ensuite ou des écarts sont détectés lors des essais réel, les simulations devront être refaites.

Etape 2 : Essais réels du fonctionnement du mode réserve

En étape 2 de certification, il est proposé de rajouter un essai en réel pour démontrer le fonctionnement du mode réserve, avec un état initial proche des $SoC_{reserve\ sup/inf}$ pour limiter le temps d'essai.

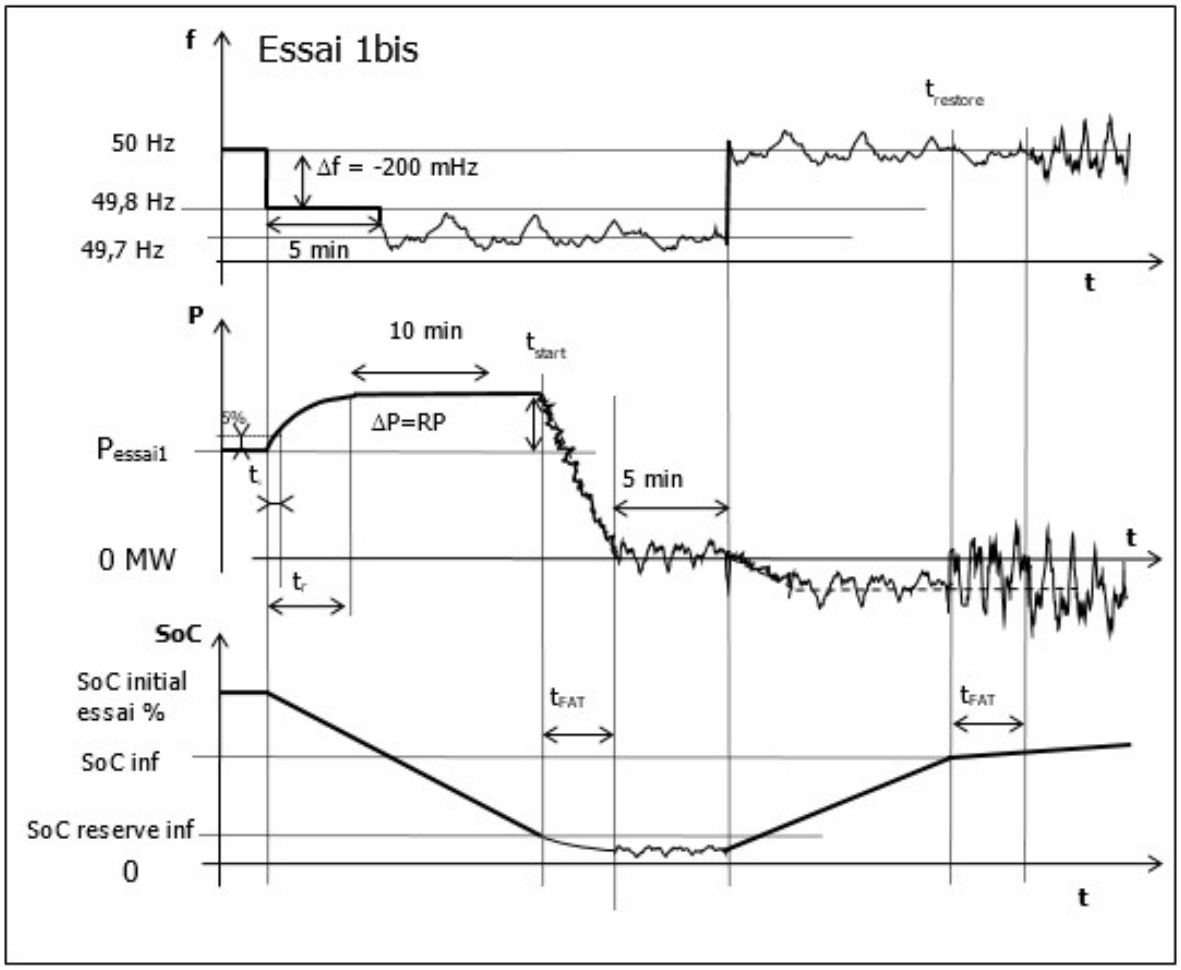
De plus, afin de limiter la durée d'essai supplémentaire à effectuer et ne pas trop alourdir le processus de certification, RTE propose d'associer l'essai réel de mode réserve à l'essai existant actuel n°1.

L'essai 2 (échelon - 200mHz) est conservé comme aujourd'hui. Le mode réserve est vérifié en réel sur un seul sens dans le cas d'une baisse de fréquence. Toutefois, le même essai devrait être réussi en théorie dans le cas d'une fréquence haute avec saturation du stock, situation qui est tout autant impactante pour RTE.

Le déroule de l'essai demandé est le suivant :

- Echelon de fréquence 50 Hz avec Δf = 200 mHz pendant 5 minutes (essais n°1 actuel raccourci qui permet de valider la dynamique et l'amplitude de la réserve dégagée)
- Chronique de fréquence basée sur l'historique (10/10/21) décalée d'un offset de - 300 mHz et indiquée en annexe (chronique au pas 10s). Cet offset de -300 mHz est maintenu tant que l'Entité de réserve n'a pas fonctionné a minima pendant 5 min en mode réserve (permet de validation la transition du mode normal au mode réserve et le fonctionnement en mode réserve)
- Retrait de l'offset et poursuite de la chronique de fréquence. Maintien de la chronique de fréquence sans offset jusqu'à rebasculer en réglage normal pendant 5 min (permet de valider la reconstitution du stock en mode réserve et la transition du mode réserve au mode normal)

Afin de limiter encore le temps d'essai l'Entité de Réserve est à la puissance Pessai1 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).



Description de l'essai 1 adapté avec ajout de vérification du mode réserve

En essai réel, toutes les séquences doivent également être réalisées, y compris l'ensemble des transitions et le retour en réglage normal pendant 5 minutes. L'algorithme utilisé lors des tests doit être celui utilisé en exploitation et lors de la simulation.

L'ajout de cet essai vise à vérifier le bon fonctionnement du mode réserve en conditions réelles avec la vérification de toutes les phases (transitions, mode réserve, reconstitution du stock).

4.3.8 Impacts opérationnels

Lorsque l'état de charge atteint le seuil d'entrée en mode réserve, la télésignalisation PART.FSM doit alors être positionnée à l'état hors service « PART.FSM HS » dès le t_{start} de démarrage de la période transition vers le mode réserve afin d'informer RTE de l'épuisement de la batterie.

La télésignalisation doit être remise à l'état en service « PART.FSM ES » quand le stock de 15 minutes est reconstitué.

Lors du réglage en mode réserve :

- Les capacités programmées sont rémunérées comme en mode nominal
- La rémunération en énergie reste inchangée, l'énergie fournie reste calculée selon la formule nominale même en mode réserve

Si le comportement attendu en mode réserve n'est pas respecté le certificat d'aptitude pourra être

retiré et sous un mois un essai devra démontrer le bon fonctionnement du mode réserve.

4.3.9 Cas particulier des entités soumises aux exigences de LFSM

Si l'entité de réserve est concernée par la présence d'un dispositif de type LFSM, le comportement attendu et les essais à réaliser seront adaptés en concertation avec RTE.