
**Hypothèses et méthodologie pour un dimensionnement
probabiliste des FCR dans la zone synchrone Europe continentale
conformément à l'article 153, paragraphe 2, du règlement (UE)
2017/1485 de la Commission du 2 août 2017 établissant une ligne
directrice sur l'exploitation du réseau de transport d'électricité**

Date : 15 janvier 2025

Contenu

Considérants	3
Article 1 Objet et champ d'application	4
Article 2 Définitions et interprétation.....	4
Article 3 Résultat du dimensionnement probabiliste des FCR.....	5
Article 4 Critères de dimensionnement des FCR et processus	5
Article 5 Modèle de simulation probabiliste	5
Article 6 Sources des déséquilibres de puissance.....	6
Article 7 Critères d'acceptation de la fréquence	7
Article 8 Scénarios de simulation.....	7
Article 9 Rapports	8
Article 10 Publication et mise en œuvre du dimensionnement probabiliste des FCR.....	8
Article 11 Langue.....	8

Considérants

- (1) L'article 153, paragraphe 2, du règlement (UE) 2017/1485 de la Commission du 2 août 2017 établissant une ligne directrice sur l'exploitation du réseau de transport d'électricité (ci-après dénommée « orientation sur l'exploitation du réseau » ou « SO GL ») contient des critères que les gestionnaires de réseau de transport (ci-après dénommés « GRT ») de chaque zone synchrone doivent suivre lorsqu'ils précisent les règles de dimensionnement de la réserve de stabilisation de fréquence (ci-après dénommée « FCR »).
- (2) Conformément à l'article 6, paragraphe 3, point d) ii), de SO GL, les règles de dimensionnement des FCR sont soumises à l'approbation de toutes les autorités de régulation de la région concernée. Une fois approuvées, ces règles sont incluses dans l'accord d'exploitation de zone synchrone. Pour la zone synchrone de l'Europe continentale, cet accord s'inscrit dans le cadre de l'accord-cadre plus large sur la zone synchrone (ci-après dénommé « SAFA ») stipulé par les GRT.
- (3) Les GRT de la zone synchrone de l'Europe continentale ont historiquement adopté un critère déterministe pour le dimensionnement des FCR. Ce critère considère que les FCR doit être en mesure de contenir un écart de fréquence dû à la combinaison de pannes les plus graves prévues dans le système, reflété par le fait que l'«incident de référence » est égal à 3000 MW dans les deux sens positif et négatif, conformément à l'article 153, paragraphe 2, point b), de la ligne directrice sur l'exploitation du réseau.
- (4) Pour la zone synchrone de l'Europe continentale, l'article 153, paragraphe 2, point c), de SO GL prévoit que les GRT de la zone synchrone de l'Europe continentale ont le droit de définir une approche probabiliste de dimensionnement de la FCR, compte tenu du profil de charge, de la production et de l'inertie, y compris l'inertie synthétique, ainsi que des moyens disponibles pour fournir une inertie minimale en temps réel conformément à la méthodologie visée à l'article 39, dans le but de réduire à un niveau inférieur ou égal à une fois tous les vingt ans la probabilité d'une insuffisance des FCR.
- (5) Le dimensionnement probabiliste des FCR contribue dans l'ensemble à la réalisation des objectifs de l'article 4, paragraphe 1, de SO GL. Plus précisément, le dimensionnement probabiliste des FCR fournit aux GRT de la zone synchrone de l'Europe continentale une méthodologie permettant d'évaluer les besoins de FCR en tenant compte de tous les facteurs contributifs pertinents. Cette méthodologie contribue à la détermination d'exigences et de principes de sécurité opérationnelle communs tels qu'énoncés à l'article 4, paragraphe 1, point a), de SO GL. Il contribue en outre à garantir les conditions nécessaires au maintien de la sécurité opérationnelle dans l'ensemble de l'Union, conformément à l'article 4, paragraphe 1, point d), de SO GL. Enfin, elle contribue à garantir les conditions permettant de maintenir un niveau de qualité de fréquence pour toutes les zones synchrones dans l'ensemble de l'Union, tel que défini à l'article 4, paragraphe 1, point e), de SO GL. Le dimensionnement probabiliste des FCR n'a pas d'incidence sur les autres objectifs énumérés à l'article 4, paragraphe 1, de SO GL.
- (6) La méthodologie probabiliste pour le dimensionnement des FCR contribue à la poursuite des objectifs généraux du SO GL de préservation de la sécurité opérationnelle en définissant les besoins appropriés en matière de dimensionnement des FCR.

Article 1

Objet et champ d'application

1. Les hypothèses et la méthodologie pour le dimensionnement probabiliste des FCR représentent les règles de dimensionnement des FCR pour la zone synchrone de l'Europe continentale conformément à l'article 153, paragraphe 2, de SO GL.

Article 2

Définitions et interprétation

2. Aux fins du dimensionnement probabiliste des FCR, les termes utilisés dans le présent document ont le sens des définitions figurant à l'article 3 de SO GL.
3. En outre, dans le dimensionnement probabiliste des FCR, à moins que le contexte ne s'y oppose, les définitions suivantes s'appliquent :
 - a) La condition critique est une série de minutes répondant à un ou plusieurs des critères pour les minutes inacceptables et non espacées les unes des autres par plus d'un nombre paramétrique de minutes.
 - b) « Déviation déterministe de fréquence » ou « DFD » désigne des déviations régulières de la fréquence du réseau qui se produisent autour des intervalles horaires ou infra-horaires.
 - c) « capacité énergétique équivalente du réservoir » : les besoins en énergie pour le LER associés à la période et s'élèvent au double de l'énergie fournie par l'activation complète du LER pour la période de temps.
 - d) « FAT » signifie « temps d'activation complet FRR automatique » tel que défini à l'article 3 (101) de SO GL.
 - e) Le « nadir de fréquence » est la fréquence instantanée minimale atteinte lors d'un transitoire de sous-fréquence.
 - f) Le « zénith de fréquence » est la fréquence instantanée maximale atteinte lors d'un transitoire de surfréquence.
 - g) Le « RoCoF initial » est le RoCoF calculé au moment où une perturbation se produit.
 - h) « LER » : « unités ou groupes fournissant des FCR avec des réservoirs d'énergie limités » : les unités fournissant des FCR ou les groupes fournissant des FCR sont considérés comme ayant des réservoirs d'énergie limités dans le cas où une activation continue complète pendant une période de 2 heures dans une direction positive ou négative pourrait, sans considération de l'effet d'une gestion active des réservoirs d'énergie, entraîner une limitation de sa capacité à fournir l'activation complète de la FCR.
 - i) « part de LER » : le montant de LER en MW.
 - j) On entend par « déviation de fréquence de longue durée » ou « LLFD » un « événement dont l'écart de fréquence moyen en régime permanent est supérieur au seuil de fréquence de longue durée sur une période plus longue que le temps de rétablissement de la fréquence.
 - k) Par « seuil de fréquence de longue durée », on entend un paramètre utilisé pour identifier l'écart de fréquence de longue durée.
 - l) On entend par « déséquilibres induits par le marché » le « déséquilibre de la charge de production causé par la modification des points de consigne de production en fonction des résultats de la programmation du marché ».
 - m) L'écart de fréquence transitoire maximal est la différence de valeur absolue entre la fréquence au moment où la perturbation se produit et le nadir de fréquence pour les phénomènes de sous-fréquence ou le zénith de fréquence pour les phénomènes de surfréquence. Il représente l'excursion de fréquence maximale avant que la fréquence ne commence à se rétablir.
 - n) Le « RoCoF initial maximum » est le RoCoF maximal acceptable pendant un transitoire.

- o) 'RoCoF' ("Rate of Change of Frequency"), est la dérivée de la fréquence.
 - p) « Statisme du système » signifie « le rapport entre l'écart de fréquence et la réponse de puissance en régime permanent fourni par le FCP ».
 - q) « Durée » : « la durée pendant laquelle chaque fournisseur de FCR veille à ce que ses unités ou groupes fournissant des FCR disposant de réservoirs d'énergie limités soient en mesure d'activer pleinement et en continu les FCR, au moment du déclenchement de l'état d'alerte et pendant l'état d'alerte », tel que déterminé conformément à l'article 156, paragraphe 9, de la ligne directrice sur le fonctionnement du système.
4. Dans le présent document, à moins que le contexte ne s'y oppose :
- a) le singulier indique le pluriel et vice versa ;
 - b) les références à un « Article » sont, sauf indication contraire, les références à un Article du présent document ;
 - c) la table des matières et les rubriques sont insérées uniquement pour des raisons de commodité et n'affectent pas l'interprétation du dimensionnement probabiliste des FCR ; et
 - d) Toute référence à une loi, un règlement, une directive, un décret, un instrument, un code ou tout autre texte législatif comprend toute modification, extension ou réadoption de ceux-ci alors en vigueur.

Article 3

Résultat du dimensionnement probabiliste des FCR

1. Les résultats du dimensionnement probabiliste des FCR sont une valeur symétrique en MW pour les FCR pour l'ensemble de la zone synchrone de l'Europe continentale conformément à l'article 153 de SO GL, calculée selon le processus décrit à l'article 4.

Article 4

Critères de dimensionnement des FCR et processus

1. La valeur symétrique des FCR pour l'ensemble de la zone synchrone de l'Europe continentale représente la quantité minimale de FCR nécessaire conformément à l'article 153 de SO GL, compte tenu du profil de charge, de la production et de l'inertie, y compris l'inertie synthétique, ainsi que des moyens disponibles pour fournir une inertie minimale en temps réel conformément à la méthodologie visée à l'article 39, dans le but de réduire à un niveau inférieur ou égal à une fois tous les vingt ans la probabilité d'une insuffisance des FCR.
2. La valeur symétrique de FCR pour l'ensemble de la zone synchrone de l'Europe continentale est calculée au moyen d'une procédure itérative comme suit :
 - a) le processus commence par la définition d'une valeur de FCR égale à l'incident de référence ;
 - b) la valeur de FCR est testée au moyen du modèle de simulation probabiliste visé à l'article 5 ;
 - c) si le volume de FCR est jugé suffisant selon les critères de l'article 7, la procédure s'arrête, sinon la valeur de FCR est augmentée de 100 MW et une nouvelle itération est exécutée ;
 - d) le processus se poursuit jusqu'à ce qu'une valeur de FCR suffisante soit détectée.

Article 5

Modèle de simulation probabiliste

1. Le modèle de simulation probabiliste simule le comportement de l'ensemble de la zone synchrone Europe continentale en matière de tendances de fréquence, en testant l'efficacité du volume de FCR pour garantir

- une qualité de fréquence appropriée conformément aux critères d'acceptation de la fréquence de l'article 6.
2. Le modèle de simulation probabiliste doit mettre en œuvre une fonction permettant de calculer la réponse en fréquence dynamique à la suite d'une perturbation. Cette fonction doit tenir compte de la variation du déséquilibre de puissance entre deux étapes de calcul successives et calculer les paramètres clés du transitoire de fréquence (nadir de fréquence, zénith de fréquence et RoCoF), ainsi que l'écart de fréquence en régime permanent compte tenu du statisme du système. Les paramètres du modèle sont réglés pour fournir le meilleur comportement équivalent du système électrique.
 3. Le modèle de simulation probabiliste utilise un processus de simulation probabiliste afin de simuler les conditions de plusieurs années de fonctionnement de la zone synchrone au moyen de tirages aléatoires de déséquilibres de puissance associés aux DFD, aux LLFD et aux pannes des éléments de réseau pertinents. Pour chaque année simulée, une tendance au déséquilibre de puissance est déterminée et l'écart de fréquence correspondant et les paramètres pertinents sont calculés conformément à la fonction décrite au paragraphe 2.
La période d'exploitation à simuler doit être estimée de manière à générer des résultats statistiquement significatifs et à fournir le meilleur compromis entre le niveau de précision souhaité et les efforts de temps de calcul ; dans tous les cas, au moins 200 ans doivent être simulés.
La discrétisation temporelle adoptée par le processus de simulation probabiliste doit être de 1 minute. Chaque variable est donc calculée sur un pas de temps d'une minute.
 4. Les déséquilibres de puissance d'entrée dérivant des DFD et des LLFD sont calculés au moyen d'une relation algébrique simulant le comportement en régime stationnaire du système.
 5. Les déséquilibres de puissance associés aux pannes des éléments de réseau pertinents sont déterminés en simulant le FRP avec un seul contrôleur FRP sans limitation des FRR. Le contrôleur FRP unique doit utiliser une FAT calculée comme une moyenne de la FAT de toutes les zones RFP appartenant à la zone synchrone pondérée par les facteurs K des FRR, jusqu'à ce que la FAT soit harmonisée.
 6. L'examen annuel des facteurs K des FRR peut être négligé tant qu'il n'affecte pas de manière significative le FAT moyen tel que défini au paragraphe 5.
 7. Le processus de simulation probabiliste peut négliger l'ensemble du processus transfrontalier de contrôle de réglage fréquence-puissance.
 8. Le processus de simulation probabiliste doit être capable de simuler l'épuisement des LER et ses effets sur l'écart de fréquence, en tenant compte de la part de LER et de la Durée. Si un état d'alerte est détecté, au moment du déclenchement de l'état d'alerte et pendant l'état d'alerte, l'épuisement des LER est simulé en considérant que le contenu énergétique dans le réservoir au moment du déclenchement de l'état d'alerte permet au LER d'activer complètement les FCR en continu pendant une période égale à la Durée.
 9. De plus amples détails sur le modèle de simulation probabiliste sont présentés en annexe.

Article 6

Sources des déséquilibres de puissance

1. Comme détaillé à l'annexe et mentionné à l'article 5, paragraphe 3, le modèle de simulation probabiliste tient compte :
 - a) Des pannes d'éléments de réseau pertinents,
 - b) Des déviations de fréquence déterministes (DFD),
 - c) Des déviations de fréquence de longue durée (LLFD).
2. Pour les DFD et les LLFD, les GRT examinent les déséquilibres induits par le marché et analysent les tendances historiques des fréquences de la zone synchrone sur un nombre d'années, tel que défini par les GRT d'Europe continentale conformément à l'article 9.
3. Pour les pannes d'éléments de réseau pertinents, les GRT définissent une liste de tous les éléments de réseau dont les pannes entraînent des déséquilibres de puissance importants et, de fait une activation importante des FCR.

Article 7 **Critères d'acceptation de la fréquence**

1. À chaque itération, toutes les conditions critiques survenant au cours de chaque année simulée sont identifiées en vérifiant si une série de minutes, espacées d'au plus un nombre paramétrique de minutes, répond à un ou plusieurs des critères suivants :
 - a) L'écart de fréquence en régime permanent dépasse l'écart de fréquence maximal en régime permanent.
 - b) Le nadir de fréquence ou le zénith de fréquence au cours d'un transitoire de fréquence dépasse les seuils admissibles, tels que définis par les GRT d'Europe continentale conformément à l'article 9.
 - c) La valeur absolue du RoCoF dépasse le RoCoF initial maximal, tel que défini par les GRT d'Europe continentale conformément à l'article 9.
2. Le volume de FCR considéré est jugé suffisant lorsque le nombre de conditions critiques identifiées est inférieur ou égal à 1/20 du nombre d'années simulées. Cette condition doit être remplie par le dimensionnement final des FCR.

Article 8 **Scénarios de simulation**

1. La valeur symétrique du volume de FCR pour l'ensemble de la zone synchrone de l'Europe continentale est déterminée tous les deux ans en tenant compte des meilleures estimations des données d'entrée concernant l'évolution des sources de perturbations de la fréquence (en tenant compte des procédures de gestion de la fréquence mises en œuvre entre-temps par les GRT d'Europe continentale), des parts de LER attendues, de leur Durée respective et de tout autre facteur impactant le calcul et le dimensionnement des FCR.
2. En cas de modifications significatives dans les jeux de données d'entrée, les GRT peuvent, de leur propre initiative, redéterminer la valeur symétrique des FCR pour l'ensemble de la zone synchrone Europe continentale, même avant la période de deux ans prévue au paragraphe 1.
3. Les autorités de régulation nationales de la zone synchrone de l'Europe continentale ont le droit d'adresser aux GRT une demande coordonnée pour la redétermination de la valeur symétrique du volume de FCR pour l'ensemble de la zone synchrone Europe continentale.

Article 9

Rapports

1. Avant chaque exécution du processus de dimensionnement des FCR conformément à l'article 4, les GRT fournissent aux autorités de régulation nationales de la zone synchrone Europe continentale les valeurs, et les justifications de chaque valeur, de tous les seuils pertinents adoptés pour évaluer les critères d'acceptation de fréquence de l'article 7, ainsi que de tous les paramètres décrits dans l'annexe.
2. Les GRT adressent aux autorités de régulation nationales de la zone synchrone Europe continentale, à la fin de chaque exécution du processus de dimensionnement des FCR conformément à l'article 4, un rapport indiquant :
 - i. les mesures d'atténuation prises en compte dans l'ensemble de données des LLFD et la façon dont elles ont été prises en compte
 - ii. les principaux paramètres adoptés pour évaluer les critères d'acceptation de la fréquence et les raisons de leur choix ;
 - iii. la valeur symétrique du volume de FCR ;
 - iv. les raisons qui sous-tendent le choix de redéterminer la valeur symétrique du volume de FCR dans le cas où une telle redétermination se produit à l'initiative des GRT conformément à l'article 8, paragraphe 2.

Article 10

Publication et mise en œuvre du dimensionnement probabiliste des FCR

1. Chaque GRT d'Europe continentale publie le dimensionnement probabiliste des FCR sans retard injustifié après que toutes les autorités de régulation nationales de la zone synchrone Europe continentale aient approuvé le document, conformément à l'article 8 de SO GL.
2. Les GRT d'Europe continentale doivent avoir mis en œuvre le dimensionnement probabiliste des FCR dans un délai de 12 mois à compter de l'approbation du document par les autorités de régulation nationales de la zone synchrone Europe continentale.
3. Dans un délai d'un mois à compter de l'approbation du dimensionnement des FCR par les autorités de régulation nationales de la zone synchrone Europe continentale, les GRT d'Europe continentale doivent organiser une série de réunions avec les autorités de régulation susmentionnées afin de poursuivre les discussions sur la manière dont l'obligation de FCR peut être déterminée afin d'attribuer davantage de responsabilités aux blocs RFP à l'origine des LLFD les plus importantes.

Article 11

Langue

1. La langue de référence pour cette méthodologie est l'anglais. Afin d'éviter toute ambiguïté, lorsque les GRT doivent traduire cette méthodologie dans leur(s) langue(s) nationale(s), en cas d'incohérences entre la version anglaise publiée par les GRT conformément à l'article 8, paragraphe 1, de SO GL et toute version dans une autre langue, les GRT concernés fournissent, conformément à la législation nationale, aux autorités réglementaires nationales compétentes une traduction actualisée de la méthodologie.