Documentation Technique de Référence

Chapitre 4 – Contribution des utilisateurs aux performances du RPT

Article 4.4 – Réseau séparé

Document valide pour la période du XXX à ce jour 8 pages

Utilisateur concerné : producteur, consommateur, distributeur**.**

1. Rappel des exigences rèeglementaires

- Arrêté du 6 juillet 2010 précisant les modalités du contrôle des performances des installations de production raccordées aux réseaux publics d'électricité en moyenne tension (HTA) et en haute tension (HTB)
- Règlement n°2016/631 de la Commission du 14 avril 2016 établissant un code de réseau sur les exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité.
- Règlement n°2016/1388 de la Commission du 17 août 2016 établissant un code de réseau sur le raccordement des réseaux de distribution et des installations de consommation.
- Règlement n° 2016/1447 de la Commission du 26 août 2016 établissant un code de réseau relatif aux exigences applicables au raccordement au réseau des systèmes en courant continu à haute tension et des parcs non synchrones de générateurs raccordés en courant continu.
- Règlement n°2017/2196 de la Commission du 24 novembre 2017 établissant un code de réseau sur l'état d'urgence et la reconstitution du réseau électrique
- DÉLIBÉRATION N°2019-164 - Délibération de la Commission de régulation de l'énergie du 26 juin 2019 portant approbation des propositions de RTE pour la mise en œuvre du règlement (UE) 2017/2196 en France
- Arrêté du 09 juin 2020 relatif aux exigences techniques applicables aux raccordements aux réseaux publics de transport et de distribution d'électricité

- ~~Article 11 du décret 2003-588 du 27 juin 2003 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement auxquelles doivent satisfaire les installations en vue de leur raccordement au réseau public de transport de l'électricité [1].~~
- ~~Articles 13, 20 et 28 de l'arrêté du 4 juillet 2003 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement direct au réseau public de transport d'une installation de production d'énergie électrique [2].~~
- ~~Articles 11, 12 et 14 de l'arrêté du 4 juillet 2003 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement direct au réseau public de transport d'une installation de consommation d'énergie [3].~~
- ~~Arrêté du 5 juillet 1990 fixant les consignes générales de délestage sur les réseaux électriques, modifié par l'Arrêté du 4 janvier 2005 [4]~~

2. Enjeux pour le systeème eélectrique et les utilisateurs

2.1. Les réseaux séparés : principes généraux

En régime normal de fonctionnement, le réseau de transport français constitue une seule composante connexe intégrée dans le système électrique européen interconnecté : il n'y a pas de « poches » du RPT fonctionnant de manière

isolée~~s~~. Cependant, divers événements peuvent entraîner, dans des conditions exceptionnelles, la création temporaire de zones fonctionnant sans lien électrique avec le reste du réseau, grâce à la présence de moyens de production capables d'établir puis de maintenir l'équilibre avec tout ou partie des consommations situées dans la zone. On parle alors de « réseaux séparés ».

Cas général
L'apparition d'un réseau séparé résulte, le plus souvent, de déclenchements multiples d'ouvrages par actions d'automates ou de protections, suite à des amorçages avec l'environnement, des coups de foudre, des avaries de matériels. L'ampleur de ces réseaux séparés « fortuits » est très variable quant au nombre et aux puissances des ~~groupes~~ unités de production qu'ils incluent, aux volumes et types de consommation (industriels et/ou distributeurs). Par exemple, on a déjà constaté la création de réseaux séparés ~~intéressant~~ :

- un ou deux unités~~groupes~~ de faible puissance alimentant une consommation de quelques mégawatts à travers des ouvrages 63 ou 90 kV,
- une agglomération ou une partie significative d'une région (consommateurs industriels et distributeurs) alimentée par plusieurs unités~~groupes~~ de production de plusieurs centaines de MW à travers des ouvrages à 400 ou 225 kV.

Les régimes transitoires et les sollicitations induites sur les ~~groupes~~ unités de production sont en général d'autant plus fortes que les réseaux séparés sont initialement très déséquilibrés (en particulier s'ils étaient initialement « importateurs » depuis le reste du réseau à travers les ouvrages déclenchés). Une grande étendue de réseau séparé et surtout, en corollaire, un nombre et une puissance élevés des ~~groupes~~ unités de production participant au réglage de fréquence inclus dans ce réseau séparé sont généralement, sans que cela soit cependant une règle générale, des facteur conduisant à une moindre sollicitation des installations et à une plus grande chance de voir le réseau séparé « tenir ».

Cas particuliers
De façon très exceptionnelle, un réseau séparé peut résulter d'actions volontaires telles que :

- la séparation volontaire (en général manuelle[1], voire par action pré-déterminée d'automates) d'une installation de production alimentant au travers d'ouvrages du RPT une installation de consommation pour anticiper/éviter une séparation fortuite non maîtrisée ou des perturbations inacceptables issues du RPT dans certaines conditions d'exploitation[2]. Ce cas de réseau séparé volontaire et de « petite taille » n'est possible que si RTE a donné son accord et que les responsabilités des différents acteurs sont connues et formalisées. L'acceptation de la possibilité de création volontaire d'un tel réseau est ainsi subordonnée à l'acceptation par les parties concernées de la responsabilité des incidents qui peuvent avoir lieu durant ces périodes et des répercussions possibles sur la qualité de l'alimentation~~.~~ (Article~~s~~ 115 et 144~~14~~ de l'arrêté du 09 juin 2020~~[XX3]~~).
- la remise sous tension d'une partie de réseau à partir d'unités de production ~~e groupes~~ qui y sont disponibles, sans qu'il soit possible de la reconnecter au reste du RPT, suite à des avaries d'ouvrages. La reprise de charge associée se

[1] Typiquement par ouverture d'un organe de coupure après équilibrage des niveaux de production et consommation
[2] par exemple des creux de tension lors d'épisodes orageux

fait de façon progressive, en l'adaptant aux capacités dynamiques des ~~groupes~~ unités de production concernée~~s~~.

Le fonctionnement en réseau séparé permet d'assurer, temporairement au moins, la continuité d'alimentation de tout ou partie des consommations situées dans la zone concernée. Quelles que soient la taille et les circonstances de création d'un réseau séparé, son fonctionnement ne doit en aucun cas mettre en cause ni la sécurité des personnes et des biens, ni la sûreté de fonctionnement du reste du Système Electrique.

2.2. Gestion en temps réel d'un réseau séparé

Le maintien sous tension d'un réseau séparé utilisant des ouvrages du RPT relève, sauf cas particulier formalisé (cf. § 3.3.1) de la responsabilité de RTE.

Dans le cas de la création fortuite « réussie[3] » d'un réseau séparé, par essence fragile, l'objectif général de RTE est de le reconnecter dans les meilleurs délais au RPT (« recoupler » le réseau séparé au réseau général) et d'ici là de le garder opérationnel par instructions données aux producteurs et/ou consommateurs, en alimentant autant qu'il est possible les consommations sans mettre en péril son équilibre et en conservant la fréquence et la tension dans des plages acceptables. En particulier, RTE désigne une ~~groupe~~ unité de production comme « pilote » de la fréquence[4]. Tant qu'elle dispose de la réserve de puissance active suffisante, cette unité suit les instructions données par RTE, et permet, par modifications successives de sa consigne de puissance active d'assurer le maintien de la fréquence du réseau séparé au voisinage de la valeur objectif fixée par RTE.

Si ~~'il s'avère cependant que~~ la tenue du réseau séparé s'avère à terme impossible ou risque de conduire à des conditions de fonctionnement trop éloignées de la normale au regard, en particulier, des impacts possibles sur les installations de consommation et/ou de production, ou du risque de fonctionnements inadéquats ou non maîtrisés de systèmes de protection ou d'automates d'exploitation, RTE procède à la mise hors tension rapide et volontaire du réseau séparé par découplage des ~~groupes~~ unités de production correspondante~~s~~.

Dans le cas d'un fonctionnement résultant d'une séparation volontaire dans des conditions initiales préalablement définies (réseau séparé volontaire de petite taille), RTE vérifie que les conditions de mise en œuvre sont bien celles requises et fait suspendre le fonctionnement du réseau séparé dès que celles-ci ne sont plus réunies. Le recouplage du réseau séparé au reste du RPT ne peut se faire sans l'accord de RTE.

Le recouplage au réseau général est réalisé normalement à l'aide d'un télé-coupleur, en conservant la continuité de fonctionnement. Le passage par une courte phase de mise hors tension du réseau séparé ne peut toutefois être exclu.

---

[3] au sens que le réseau séparé a « ~~survécu~~ tenu » au transitoire du passage en réseau séparé

[4] L'unité~~e groupe~~ désignée comme pilote de la fréquence peut changer dans la durée, mais à un instant donné il n'y a qu'un pilote pour éviter des actions non coordonnées.

3. Mise en œuvre des exigences par les utilisateurs

3.1. Appréciation par RTE des risques de création de réseau séparé

~~L'article 20 de l'arrêté [2] traite de la possibilité de fonctionnement en réseau séparé. Il stipule en particulier que les groupes de production de puissance supérieure à 40 MW, sauf ceux relevant de l'article 28 de ce même arrêté, doivent être en mesure de participer, sur demande de RTE, à des réseaux séparés créés fortuitement, incluant plusieurs installations de production et de consommation.~~

~~Pour déterminer si une telle demande doit être faite à un/des groupe(s) de production,~~ RTE s'efforce d'apprécier la possibilité qu'un réseau séparé puisse se créer et être viable en utilisant les éléments dont il dispose, en particulier :

- la topologie du réseau et ses conditions d'exploitation (par exemple des zones connectées au reste du réseau par un nombre réduit d'ouvrages suite à des retraits pour travaux ou à travers d'ouvrages pouvant être soumis à des modes communs de type aléa climatique, avalanches, …), qui permettent d'évaluer le risque de création fortuite d'un réseau séparé et son étendue ,
- les ordres de grandeur relatifs des puissances généralement produites et consommées sur un tel réseau séparé potentiel,
- les possibilités d'adaptation de la consommation (délestages, …) pour la rendre si besoin compatibles (inférieures ou égales) avec la puissance des installations de production présentes sur le réseau séparé,
- les types de productions débitant sur ce réseau et leurs capacités à fonctionner en réseau séparé~~dynamiques~~, en particulier leurs capacités de réponses à des échelons de charge (à rapprocher du déséquilibre initial à attendre à la création du réseau séparé) et leurs capacités techniques à fonctionner à des puissances adaptées au réseau séparé (à rapprocher de la puissance appelée à attendre en général sur le réseau séparé). Dans ce but, la connaissance des valeurs des échelons, positif et négatif, de puissance appelée auxquels une ~~groupe~~ unité de production en réseau séparé peut répondre sans solliciter ses protections de sur-vitesse ou de sous-vitesse est requise,

~~Les capacités alors attendues des groupes concernés sont décrites au § 3.2.1~~

3.2. Réseaux séparés fortuits (cas général)

3.2.1. Besoins de RTE vis-à-vis des producteurs

Le maintien sous tension d'un réseau séparé et son recouplage au reste du réseau n'est possible que si les ~~installations~~ unités de production concernées présentent des caractéristiques ~~–~~permettant de maîtriser les différentes phases de la gestion temps réel d'un réseau ~~; celles-ci sont décrites ci-après avec en regard les performances attendues des groupes de production~~ :

- maîtriser le transitoire créé par le passage en réseau séparé ;
- maîtriser le transitoire créé par la reprise de « paquets » de consommation

- le groupe peut dégager une puissance d'au moins 5 à 10 % de la puissance continue nette sur une sollicitation en échelon ;

- stabiliser le réseau séparé à un niveau de puissance imposé par les charges appelées sur le réseau séparé ;
  - le groupe peut fonctionner sur une large plage de puissance, en particulier à des niveaux de puissance peu élevés et s'y maintenir ;
- conserver l'équilibre global ainsi trouvé entre la production et les consommations tout en restant dans un domaine de fréquence acceptable ;
  - le groupe est en mesure, à la demande de RTE, d'assurer le rôle de "pilote de la fréquence" (assurant par modifications successives de sa consigne de puissance le maintien de la fréquence du réseau séparé au voisinage de la valeur objectif de 50 Hz) tant que l'installation dispose de la réserve de puissance suffisante ;
- conserver un fonctionnement stable sans oscillations de fréquence (ou tension) entretenues ;
  - le groupe dispose d'un régulateur de vitesse réglé pour la tenue d'un réseau séparé (de façon à assurer un fonctionnement stable sur un réseau de caractéristiques notablement éloignées de celles du RPT, en termes d'inertie de réseau, de puissance de court-circuit, de stabilité en tension et en fréquence)

le groupe dispose d'un régulateur de tension réglant la tension statorique de la machine selon une consigne modifiable sur ordre de RTE ou en autonome. Si ce régulateur comporte des boucles stabilisatrices utilisant par exemple la puissance ou la fréquence, elles doivent pouvoir, si besoin être mises hors service;

  -
- maîtriser les transitoires liés au recouplage avec une autre réseau séparé ou au réseau général.
  - le groupe supporte sans déclenchement les transitoires éventuels générés par le recouplage du réseau séparé au réseau général (RTE minimise autant que possible la perturbation engendrée au moment du couplage des deux réseaux non connexes qui ne peut en aucun cas dépasser 200 mHz en écart de fréquence) ;
  - le groupe supporte sans dommage jusqu'à 12 inversions maximum de puissance lors des opérations de couplage entre le réseau séparé et le RPT.

Ces performances sont décrites dans la convention de raccordement performances du groupe.

Conformément à l'article 18 de l'arrêté [2] les Pour les installations de production d'une puissance supérieure ou égale à 120 MW sont munies d'un dispositif de réception d'information et d'ordres depuis RTE.. Il Lors de l'occurrence de situations de réseau séparé, RTE envoie un message "passage en réseau séparé" qui informe les groupes unités de production concernées de la situation et leur commande de prendre les dispositions décrites dans la convention d'exploitation conduite (par exeample suivant la technologie du régulateur de vitesse du groupe, sélectionner

le mode d'asservissement (s'il y en existe plusieurs) le plus stable pour le l'unité de production).

Les exigences en matière de capacités constructives sont décrites ~~dans les chapitres~~ ci-après :

- Pour une unité de production :

  Les exigences applicables aux unités de production nouvelles ~~ou modifiées de façon substantielle~~ sont précisées dans ~~dans~~ la DTR à l'article 5.1.1 « Exigences de conception et de fonctionnement pour le raccordement au RPT d'une unité de production », au paragraphe ~~3.7.2~~relatif à la ~~C~~capacité à participer à un réseau séparé.

  Concernant les unités de production modifiées de façon substantielle, des précisions sont apportées dans la DTR à l'article 5.2 – « Modification d'une installation », au paragraphe ~~4 –~~–relatif aux ~~P~~prescriptions techniques en cas de modification d'une installation comportant de la production.

3.2.2.Besoins de RTE vis-à-vis des consommateurs et des distributeurs pour la maîtrise de l'équilibre production consommation

Les dispositions prévues aux articles 113 et 142 de l'arrêté ~~[~~XX~~]~~09 juin 2020 concernant le délestage sur critères de fréquence ou de tension, ainsi que les éventuels systèmes de protections des matériels en cas de régimes exceptionnels évoqués aux articles 112 et 141 du même arrêté peuvent être sollicités lors du régime transitoire consécutif au passage en réseau séparé ou lors du fonctionnement établi en réseau séparé, par essence moins robuste et stable que le fonctionnement en réseau interconnecté.

Les consommateurs (raccordés au RPT ou au RPD) inclus dans un réseau séparé sont ainsi susceptibles, en particulier lors du transitoire de passage en réseau séparé, d'être délestés suite au fonctionnement des automates permettant un délestage sélectif de leurs charges en cas de baisse excessive de la fréquence.

Au cours du fonctionnement en réseau séparé, RTE peut également être amené à demander aux consommateurs raccordés au RPT ou aux distributeurs des délestages complémentaires s'il constate que l'équilibre entre production possible et consommation risque d'être rompu.

Les consommations sur les réseaux de distribution sont réparties selon des échelons correspondant chacun à une proportion définie de la consommation globale du poste de raccordement au RPT, et calés chacun sur une des fréquences 49 Hz, 48,8 Hz, 48,6 Hz, 48,4 Hz, 48,2 Hz et 48 Hz, les consommations répertoriées comme prioritaires étant regroupées sur les échelons délestés en derniers.

Au cours du fonctionnement en réseau séparé, aucun relestage de consommation ne peut être entrepris sans un accord explicite de RTE.

Les exigences applicables aux installations de consommation et aux postes sources nouveaux ou modifiés de façon substantielle (définition à l'article DTR 5.2) sont précisées dans ~~dans~~ la DTR à l'article 5.1.2.

~~Les dispositions prévues à l'article 12 XX de l'arrêté [3] concernant le délestage sur critères de fréquence ou de tension, ainsi que les éventuels systèmes de protections des matériels en cas de régimes exceptionnels évoqués à l'article 11~~

~~XX du même arrêté peuvent être sollicités lors du régime transitoire consécutif au passage en réseau séparé ou lors du fonctionnement établi en réseau séparé, par essence moins robuste et stable que le fonctionnement en réseau interconnecté.~~

~~Les consommateurs (raccordés au RPT ou au RPD) inclus dans un réseau séparé sont ainsi susceptibles, en particulier lors du transitoire de passage en réseau séparé, d'être délestés suite au fonctionnement des automates permettant un délestage sélectif de leurs charges en cas de baisse excessive de la fréquence.~~

~~Au cours du fonctionnement en réseau séparé, RTE peut également être amené à demander aux consommateurs raccordés au RPT ou aux distributeurs des délestages complémentaires s'il constate que l'équilibre entre production possible et consommation risque d'être rompu.~~

~~Les consommations sur les réseaux de distribution sont réparties selon des échelons correspondant à environ 20 17 % de la consommation globale du poste de raccordement au RPT, et calés sur les fréquences 49 Hz, 48,8 Hz, 48,6 Hz, 48,4 Hz, 48,5 2 Hz, et 48 Hz et 47,5 Hz, les consommations répertoriées comme prioritaires étant regroupées sur les échelons délestés en derniers (cf. arrêté [4])~~

~~Au cours du fonctionnement en réseau séparé, aucun relestage de consommation ne peut être entrepris sans un accord explicite de RTE.~~

3.3. Cas particuliers de réseau~~x~~ séparé~~s~~

3.3.1.Réseau~~x~~ séparé~~s~~ sur un réseau privé et constitué~~s~~ d'installations mixtes de production et de consommation

En ce qui concerne les installations mixtes englobant des moyens de production et de la consommation sur un réseau privé, RTE et le (ou les) utilisateur(s) des installations conviennent des situations potentielles qui conduisent à l'îlotage des unités~~groupes~~ de production interne sur tout ou partie de la charge des installations : cas de baisse excessive de la tension et/ou de la fréquence du RPT, fonctionnement de protection contre les courts-~~-~~circuits sur le RPT ou encore fonctionnement d'un automate.

~~Une~~ La convention d'exploitation précise les conditions selon lesquelles ce réseau séparé est susceptible de se créer et de se recoupler au RPT.

La responsabilité de la conduite du réseau séparé incombe totalement dans ces cas de figure aux propriétaires et utilisateurs des installations raccordées au réseau privé.

3.3.2.Réseau~~x~~ séparé~~s~~ créé~~s~~ volontairement

Pour ~~ces~~ cette situation~~s~~ de réseau~~x~~ séparé~~s~~, dont l'occurrence repose sur un événement prévisible ou sur une mise en œuvre volontaire prévue (par exemple, une remise sous tension faite volontairement en réseau séparé), des études électrotechniques spécifiques sont réalisées par les organismes compétents, sur demande explicite du bénéficiaire du réseau séparé (consommateur industriel ou distributeur) ou bien de RTE. Elles ont pour but de démontrer la faisabilité du réseau séparé et de déterminer les valeurs des paramètres à appliquer sur la ou les ~~installations~~ unités de production impliquées sur ce réseau. Un essai en grandeur réelle peut être réalisé, ~~à~~ aux fins de validation du scénario, selon des modalités convenues et suivant le principe que le demandeur supporte les coûts correspondants. Un tel essai ne doit pas mettre en péril la sûreté du réseau.

Un engagement par les acteurs du maintien des performances de leurs installations (par exemple, par examen régulier des paramètres sur les régulations de ~~vitesse~~ puissance active et de tension sur les ~~groupes~~ unités de production, capacité de délestage de consommation, fonctionnement des automates sur le réseau) est nécessaire pour contrôler que les conditions de réalisation du réseau séparé restent inchangées.

Les situations d'occurrence et les conditions de fonctionnement en réseau séparé, les réglages nécessaires aux régulations de ~~vitesse~~puissance active, de tension et au fonctionnement correct des protections, ainsi que les rôles et engagements respectifs des différents opérateurs concernés sont notamment décrit~~e~~s dans une convention (convention multipartite spécifique ou conventions d'exploitation bilatérales, selon le nombre des parties concernées et les modalités prévues) conclue entre RTE et les utilisateurs~~–~~ ; il doit également y être précisé le mode de recouplage au réseau général, soit au moyen d'un dispositif de type télé~~-~~coupleur, soit par mise hors tension volontaire suivie d'une reprise de l'alimentation par le réseau général.

En fonction des évolutions des besoins des consommateurs (qualité de l'alimentation, sûreté de fonctionnement) ou des évolutions du réseau ou de la production, la possibilité de mettre en œuvre volontairement le réseau séparé peut être remise en cause. Les points abordés dans la convention d'exploitation doivent évoluer en conséquence.

3.4. Relations de conduite avec les distributeurs lors d'un réseau séparé

Un réseau de distribution peut, suite à des aléas, se retrouver intégré à un réseau séparé. La contribution attendue par RTE du distributeur dans la conduite d'un réseau séparé dépend des conditions de création du réseau séparé.

Lors de la création d'un réseau séparé, RTE transmet aux centres de conduite concernés des gestionnaires de réseaux de distribution l'information de la création d'un réseau séparé, en priorité via le dispositif permettant à RTE de leur communiquer d'une manière instantanée des ordres d'alerte et de sauvegarde. La conduite à tenir (interdiction de certaines actions en autonome) est précisée dans les conventions de conduite.

3.4.1. Cas général

~~Les~~ Un réseau~~x~~ séparé~~s~~ incluant plusieurs utilisateurs et ouvrages du RPT ~~sont~~ est conduit~~s~~ par RTE. Lorsqu'un réseau de distribution fait partie d'un tel réseau, le centre de conduite du distributeur doit se mettre à la disposition du centre de conduite de RTE et exécuter les ordres de conduite et de sauvegarde qui lui sont adressés. Le distributeur ne doit pas engager sans en référer au centre de conduite de RTE, des actions sur son réseau susceptibles d'affecter l'équilibre production-consommation ou de créer, via le RPD, des liaisons entre le réseau séparé et le reste du RPT.

3.4.2. Cas particulier de réseau séparé de très petite taille incluant un jeu de barres RPT

Il s'agit typiquement ~~de~~ d'un réseau~~x~~ séparé~~s~~ qui ~~peuvent~~ peut se créer au niveau d'un jeu de barres RPT, dans un poste source où est également présente une production HTB. Le maintien d'un tel réseau en fonctionnement nécessite

une collaboration entre le producteur et le centre de conduite du distributeur. Il n'est accepté par RTE que si :

- les dispositifs de réenclenchement automatique ne sont pas mis en œuvre pour l'alimentation du poste de distribution,
- les équipements nécessaires pour la conduite des installations ont été installés par le producteur et le distributeur,
- les dispositions ont été prises par le distributeur pour la fixation du potentiel du neutre lors du fonctionnement en réseau séparé.
- les conventions d'exploitation des contributeurs au réseau prévoient ce mode de fonctionnement.

3.4.3. Cas particulier de réseau séparé de petite taille sur un jeu de barres HTA

Ce mode de fonctionnement[5], n'est pas du ressort de RTE qui n'est concerné que par la reprise de la connexion de ce sous-réseau au RPT, pouvant engendrer des risques importants pour les installations HTA. Les exigences de RTE concernent :

- les équipements nécessaires pour garantir la séparation totale du réseau de distribution du RPT à installer par le distributeur,
- la convention d'exploitation du distributeur qui doit prévoir ce mode de fonctionnement.

Dans les cas décrit dans les paragraphes 3.4.2 et 3.4.3, RTE pourra demander la mise hors tension du réseau séparé avant de procéder à son recouplage au RPT.

[5] Très peu probable aujourd'hui a priori