Réseau de transport d'électricité

Définition du style : Titre 9: Taquets de tabulation : Pas à 0,63 cm

Documentation technique de référence

Chapitre ~~3~~XX - Performances du ~~réseau public~~RPT : Enjeux pour le système électrique et les utilisateurs, principes de ~~transport~~fonctionnement

Article ~~3~~XX.1- Plages de tension et de fréquence normales et exceptionnelles

Tableau mis en forme

1. RAPPEL DU CADRE REGLEMENTAIRE

- Cahier des charges annexé à l'avenant, en date du 30 octobre 2008, à la convention du 27 novembre 1958 et portant concession à RTE du réseau public de transport d'électricité.
- Décret du 23 avril 2008 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 d'électricité
- 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 d'électricité.

~~Arrêté du 6 octobre 2006 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement au réseau public de transport de l'électricité d'un réseau public de distribution.~~

~~Arrêté du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement au réseau public de transport d'une installation de production d'énergie électrique.~~

- ~~Arrêté~~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° 2016/1447 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°2016/1388 de la Commission du ~~**4 juillet 2003 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour**~~17 août 2016 établissant un code de réseau sur le raccordement ~~**direct au réseau public de transport d'une installation**~~des réseaux de distribution et des installations de consommation ~~**d'énergie électrique**~~.
- Arrêté du XXX relatif aux exigences techniques applicables aux raccordements aux réseaux publics de transport et de distribution d'électricité
- Règlement n°2017/1485 de la Commission du 2 août 2017 établissant une ligne directrice sur la gestion du réseau de transport de l'électricité (dit code SOGL par la suite).

2. ENJEUX POUR LE SYSTEME ELECTRIQUE ET LES UTILISATEURS

Les risques encourus par les utilisateurs du réseau et par RTE en cas de variations importantes de fréquence et de tension sont les suivants :

Mis en forme : Titre 1;Chapitre, Sans numérotation ni puces, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Retrait : Gauche : 0,63 cm, Suspendu : 0,63 cm, Avec puces + Niveau : 1 + Alignement : 0,63 cm + Retrait : 1,27 cm

Mis en forme : doc-ti1, Justifié, Interligne : Multiple 1,15 li, Avec puces + Niveau : 1 + Alignement : 0,63 cm + Retrait : 1,27 cm, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres, Motif : Transparente (Blanc)

Mis en forme : Police :Non Gras, Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Police :Non Gras, Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Police :Non Gras, Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Police :Non Gras, Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Titre 1;Chapitre, Droite : 0 cm, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

- Pour l'utilisateur final, hors des plages normalisées de fréquence et de tension pour lesquelles les appareils ont été conçus pour fonctionner, ces derniers ont un fonctionnement perturbé, voire se détériorent.
- Pour les producteurs, le bon fonctionnement des unités de production est perturbé si la tension et de la fréquence ne sont pas maintenues dans certaines plages.
- Pour les distributeurs, les variations importantes de la fréquence peuvent conduire au fonctionnement des relais de délestage fréquencemétrique.
- Pour RTE, la maîtrise de la tension et de la fréquence lui permet de contrôler les risques pour les matériels et la sûreté du système. Cette maîtrise contribue en particulier à éviter l'apparition de grands incidents (une bonne partie de ces derniers ont pour origine des écroulements de la fréquence ou de la tension).

3. ~~2.~~ PERFORMANCES DU RESEAU PUBLIC DE TRANSPORT

Les engagements de RTE en matière de plages de tension et de fréquence en régime normal sont précisés dans les contrats d'accès au RPT[1].

~~2.1~~ Plages de tension en régime normal

3.1 ~~Les plages de tension~~ (valeurs observées en ~~régime normal sont décrites dans l'article 2 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~~ exploitation)

En exploitation, au point de raccordement ~~au réseau public de transport d'électricité, et dans l'article 5 de l'arrêté du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement d'une installation de production d'énergie électrique.~~

~~Au point de livraison~~ d'une installation, les plages normales de variation de tension du réseau sont :

~~de 380~~Pour les niveaux de tension interconnectés au réseau européen et participant à son fonctionnement
de 360 à 420 kV pour le réseau 400 kV,
de ~~200~~198 à 245 kV pour le réseau 225 kV.
Pour les niveaux de tension non interconnectés au réseau européen
+ 8 % de la tension contractuelle pour le réseau 90 kV, sans dépasser 100 kV.
+ 8 % de la tension contractuelle pour le réseau 63, 45 et 42 kV.

La tension contractuelle étant fixée dans une plage de +/-6% de la tension nominale du réseau.
Pour la tension nominale 150 kV, la valeur efficace de la tension de fourniture peut varier de ± 10% autour de la tension contractuelle[2] définie pour chaque utilisateur du RPT dans sa convention

[1] http://www.rte-france.com/htm/fr/offre/offre_acces_tarif.jsp#tab

Mis en forme : Police :14 pt, Couleur de police : Bleu

Mis en forme : Titre 1;Chapitre, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

Mis en forme : Titre 1;Chapitre, Espace Après : 0 pt, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

Mis en forme : Police :Times New Roman, 11 pt, Non Gras, Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Bleu

de raccordement, cette tension contractuelle étant elle-même située dans une plage de ± 7% autour de la tension nominale, sans toutefois dépasser 170 kV (tension maximale liée au dimensionnement des matériels).

~~2.2~~ Les plages normales de variation de tension des niveaux de tension interconnectés au réseau européen sont définies en application de l'article 27 et de l'annexe II code SOGL comme étant les plages 0,90-1,05 pu pour le réseau 400 kV et 0,90-1,118 pu pour le réseau 225 kV avec comme bases de tension 1 pu = 400 kV pour le réseau 400 kV et 1 pu = 220 kV pour le réseau 225 kV.

3.2 Plages de tension en régime exceptionnel (valeurs observées en exploitation)

Mis en forme : Titre 2;Article;A.1 RTE, Espace Après : 0 pt, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

Les variations exceptionnelles de tension correspondent à des situations dégradées d'exploitation du réseau pour lesquelles les sources d'énergie réactive ne sont plus localement suffisantes pour satisfaire les besoins. De telles situations peuvent survenir à la suite, par exemple, de déclenchements d'ouvrages de transport ou ~~de groupes~~d'unités de production ou d'évolution imprévue de la consommation.

Les plages de tension exceptionnelle pouvant être rencontrées sur le RPT, ainsi que leurs durées et probabilité d'occurrence, sont présentées, pour les réseaux 400, 225, 90 et 63 kV, dans l'annexe informative de l'arrêté ~~raccordement des consommateurs du 4 juillet 2003, ainsi que dans celle de l'arrêté du 6 octobre 2006 pour le raccordement des distributeurs.~~XX. Ces annexes indiquent que, hors creux de tension et transitoires rapides, des régimes de fonctionnement du réseau, à durée limitée, peuvent se produire dans des situations particulières.

Pour le réseau 400 kV, la tension au point de ~~livraison~~raccordement peut atteindre les plages suivantes :

~~de 360 à 380 kV pendant 5 heures, 10 fois par an,~~
de 340 à 360 kV pendant 1h 30 minutes, quelques fois par an,
de 320 à 340 kV pendant 1 heure, 1 fois par an, exceptionnellement
de 420 à 424 kV pendant 20 minutes, plusieurs fois par an,
de 424 à 428 kV pendant 5 minutes, quelques fois par an
de 428 à 440 kV pendant 5 minutes, une fois tous les 10 ans.

Pour le réseau 225 kV, la tension au point de ~~livraison~~raccordement peut atteindre les plages suivantes :

de 245 à 247,5 kV pendant 20 minutes, quelques fois par an,
de 247,5 à 250 kV pendant 5 minutes, exceptionnellement,
de 190 à ~~200~~198 kV pendant 1h 30 minutes quelques fois par an, exceptionnellement,
de 180 à 190 kV pendant une heure, 1 fois par an, exceptionnellement.

En 90 kV et 63 kV, le réseau peut fonctionner dans des plages de tensions hautes qui dépassent de l'ordre de 2 % de la tension nominale au-delà du domaine normal pendant 5 minutes et de 1 % pendant 20 minutes. Des régimes de fonctionnement exceptionnels du réseau vers les valeurs

[2] Un réseau de tension nominale U_n juxtapose généralement des zones, qui de par la structure du réseau, sont caractérisées par des tensions plutôt hautes ou plutôt basses. Ces différences dépendent de la plus ou moins grande proximité des sources de production et des charges. Pour tenir compte de ces différences spatiales, les performances du RPT pour les variations de tension ne sont généralement pas repérées par rapport à la tension nominale du réseau mais par rapport à une tension contractuelle Uc (appelée également tension d'alimentation déclarée) qui intègre ces particularités locales.

Mis en forme : Normal, Ne pas ajuster l'espace entre le texte latin et asiatique, Ne pas ajuster l'espace entre le texte et les nombres asiatiques

basses pendant des durées limitées (quelques dizaines de minutes par an) peuvent avoir lieu, en particulier lors du blocage des régleurs en charge des transformateurs THT/HT, on peut observer des tensions allant jusqu'à des valeurs d'environ 50kV sur les réseaux 63kV et 72kV sur les réseaux 90kV.

De la même façon, pour le réseau 150 kV, la tension de livraison peut atteindre les plages suivantes :

- en tensions hautes, de 170 à 171,5 kV pendant 20 minutes, quelques fois par an, et de 171,5 à 173 kV pendant 5 minutes, exceptionnellement ;
- en tensions basses, jusqu'à 120 kV pendant quelques dizaines de minutes par an.

Et en 42 ou 45 kV, le réseau peut fonctionner :

- dans des plages de tensions hautes qui dépassent le domaine normal de l'ordre de 1% de la tension nominale pendant 20 minutes, quelques fois par an, et de l'ordre de 1% de la tension nominale pendant 5 minutes, exceptionnellement ;
- en tensions basses, jusqu'à 34 kV pendant quelques dizaines de minutes par an.

Les durées et probabilités d'occurrence indiquées ci-dessus sont données à titre indicatif. Elles sont issues d'une analyse statistique basée sur les incidents antérieurs constatés et peuvent être dépassées pour des raisons non maîtrisables par RTE. A ce titre, elle ne représente pas un engagement technique de RTE en un point de ~~livraison~~raccordement donné. Les utilisateurs doivent prendre les dispositions utiles afin de prémunir, si nécessaire, leurs installations vis-à-vis de telles excursions de la tension.

3.3 ~~2.3~~ Plages de fréquence en régime normal (valeurs observées en exploitation)

Mis en forme : Titre 2;Article;A.1 RTE, Espace Après : 0 pt, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

~~La~~En exploitation, la plage normale de variation de fréquence ~~du régime normal~~sur la zone synchrone continentale européenne est définie ~~dans~~par l'article ~~2 du décret 2003-588 du 27 juin 2003 relatif aux prescriptions techniques générales de conception~~127 et ~~de fonctionnement auxquelles doivent satisfaire~~l'annexe III du code SOGL comme étant la plage [49,95 Hz ; 50,05Hz].

De plus, les ~~installations en vue~~capacités de réserves requises pour la zone continentale européenne permettent de ~~leur raccordement au réseau public~~compenser un déséquilibre instantané de ~~transport d'électricité. Elle est fixée entre 49,5 Hz et 50,5Hz.~~puissance inférieur ou égal à l'incident de référence (3 000 MW d'écart positif ou négatif), qui peut conduire à une déviation de fréquence maximale en régime permanent de + /- 200 mHz, pendant 15 minutes ou moins (hors survenue d'un nouveau déséquilibre).

Mis en forme : Corps de texte, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

3.4 ~~2.4~~ Plages de fréquence en régime exceptionnel (valeurs observées en exploitation)

Mis en forme : Titre 2;Article;A.1 RTE, Espace Après : 0 pt, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

Sur les réseaux européens interconnectés par des liaisons synchrones, la fréquence est une caractéristique commune en tous les points des réseaux. Dans des circonstances exceptionnelles, le réseau alimentant l'utilisateur peut se trouver momentanément isolé par rapport au réseau européen : RTE privilégie alors le maintien de la tension, quitte à voir la fréquence varier dans une plage plus importante (52Hz/47Hz).

~~Des~~ Sur le réseau RTE en fonctionnement en régime isolé, des régimes de fonctionnement exceptionnels dans des plages de fréquence plus hautes ou plus basses que la plage normale

peuvent ainsi se produire pour des durées limitées. Ces régimes exceptionnels sont indiqués dans l'annexe informative de l'arrêté ~~raccordement des consommateurs du 4 juillet 2003.~~XX. Ils sont décomposés en fonction de la probabilité de leur occurrence selon les plages suivantes :

]47 Hz – 47,5 Hz] pendant une minute, exceptionnellement, une fois tous les 5 à 10 ans,
]47,5 Hz - 49 Hz[pendant 3 minutes, exceptionnellement, une fois tous les 5 à 10 ans,
[49 Hz - 49,5 Hz[pendant 5 heures en continu, 100 heures en durée cumulée pendant la durée de vie de l'installation,
]50,5 Hz - 51 Hz] pendant 1 heure en continu, 15 heures en durée cumulée pendant la durée de vie de l'installation,
]51 Hz - 52 Hz] pendant 15 minutes, une à cinq fois par an,
]52 Hz - 55 Hz[pendant 1 minute, exceptionnellement (régime transitoire).

Les durées et probabilités d'occurrence indiquées ci-dessus sont données à titre indicatif. Elles sont issues d'une analyse statistique basée sur les incidents antérieurs constatés et peuvent être dépassées pour des raisons non maîtrisables par RTE. A ce titre, elle ne représente pas un engagement technique de RTE en un point de livraison donné. Les utilisateurs doivent prendre les dispositions utiles afin de prémunir, si nécessaire, leurs installations vis-à-vis de telles excursions de la fréquence.

~~1. 3. ENJEUX POUR LE SYSTEME ELECTRIQUE ET LES UTILISATEURS~~

~~Les risques encourus par les utilisateurs du réseau et par RTE en cas de variations importantes de fréquence et de tension sont les suivants :~~

- ~~Pour l'utilisateur final, hors des plages normalisées de fréquence et de tension pour lesquelles les appareils ont été conçus pour fonctionner, ces derniers ont un fonctionnement perturbé, voire se détériorent.~~
- ~~Pour les producteurs, le bon fonctionnement des groupes de production est perturbé si la tension et de la fréquence ne sont pas maintenues dans certaines plages.~~
- ~~Pour les distributeurs, les variations importantes de la fréquence peuvent conduire au fonctionnement des relais de délestage fréquencemétrique.~~
- ~~Pour RTE, la maîtrise de la tension et de la fréquence lui permet de contrôler les risques pour les matériels et la sûreté du système. Cette maîtrise contribue en particulier à éviter l'apparition de grands incidents (une bonne partie de ces derniers ont pour origine des écroulements de la fréquence ou de la tension).~~

4. ~~4.~~ MOYENS MIS EN OEUVRE POUR ATTEINDRE LES PERFORMANCES

Pour maintenir la tension dans les plages contractuelles, RTE met en ~~oeuvre~~œuvre un certain nombre de mesures :

Mis en forme : Titre 1;Chapitre, Droite : 0 cm, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

Mis en forme : Police :14 pt, Couleur de police : Bleu

Mis en forme : Titre 1;Chapitre, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

- Installation de dispositifs de réglage de la tension dans les postes de transformation de RTE afin de limiter les variations de l'amplitude de la tension.
- Prescriptions pour l'installation d'un système de réglage automatique de la tension au niveau des ~~groupes~~unités de production, basé sur des automatismes locaux et régionaux.
- Respect d'un certain nombre de règles internes d'exploitation (Cf. Mémento de la sûreté du système électrique[3]) au niveau de la préparation et de la conduite en temps réel du réseau.
- Installation de batteries de condensateurs HTB dans les postes de RTE et de batteries HTA dans les postes sources des distributeurs.

Pour maintenir la fréquence dans les plages contractuelles, RTE met en ~~oeuvre~~œuvre un certain nombre de mesures, dans le ~~cadre des règles UCTE~~ respect du code SOGL et de l'accord opérationnel de la zone synchrone Europe continentale :

- Prescriptions pour l'installation d'un système de réglage automatique de la fréquence au niveau des ~~groupes~~unités de production, basé sur des automatismes locaux et nationaux.
- Constitution d'un niveau de réserve tournante adéquat au niveau des installations de production pour le bon fonctionnement du réglage automatique de la fréquence.

- Respect d'un certain nombre de règles internes d'exploitation (Cf. Mémento de la sûreté du système électrique) au niveau de la préparation et de la conduite en temps réel du réseau.
- Elaboration d'un plan de délestage, en collaboration avec les distributeurs et les consommateurs de forte puissance, permettant en dernier recours de maintenir ou rétablir l'équilibre production-consommation par des actions manuelles ou automatiques de réduction sélective de la consommation (délestage préventif, délestage rapide, télédélestage de secours, délestage ~~fréquencemétrique~~fréquencemétrique…).

~~5. CONTRIBUTION AUX PERFORMANCES~~MISE EN OEUVRE DES ~~INSTALLATIONS~~

5. ~~DES~~EXIGENCES PAR LES UTILISATEURS ~~OU DES GRD NOUVELLEMENT RACCORDES~~

~~OU FAISANT L'OBJET DE MODIFICATIONS SUBSTANTIELLES~~

Ce paragraphe s'applique aux installations des utilisateurs et gestionnaires de réseaux de distribution ~~nouvellement raccordés au RPT ou faisant l'objet de modifications suivant les conditions définies à l'article 3 de l'arrêté raccordement des consommateurs du 4 juillet 2003,~~raccordés au RPT.

[3] ~~http://www.rte-france.com/htm/fr/qui/qui_reseau_memento.jsp~~ http://clients.rte-france.com/htm/fr/mediatheque/telecharge/memento_surete_2004/memento_surete_2004_complet__.pdf

Mis en forme : Sans numérotation ni puces

Mis en forme : Police :Times New Roman, 11 pt, Non Gras, Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Titre 1;Chapitre, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et latins, Espacement automatique entre les caractères asiatiques et les chiffres

Mis en forme : Espace Après : 6 pt

~~à l'article 3 de l'arrêté raccordement des distributeurs du 6 octobre 2006 et à l'article 1 de l'arrêté raccordement des producteurs du 23 avril 2008.~~

Les installations des utilisateurs raccordés au RPT doivent pouvoir accepter, de manière constructive, les régimes exceptionnels en fréquence et en tension qui peuvent se produire sur le réseau, tels que définis par la réglementation en vigueur au moment de leur raccordement. A cet effet, les exigences en matière de capacités constructives, pour les utilisateurs du réseau de transport sont décrites dans les chapitres suivants :

- Pour une installation comportant une unité de production :

  Les exigences applicables aux unités de production nouvelles ou modifiées de façon substantielle sont précisées dans l'article « Exigences de conception et de fonctionnement pour le raccordement au RPT d'une unité de production » au paragraphe 3.1 Plages de fonctionnement en fréquence et en tension.

  Concernant les unités de production modifiées de façon substantielle, des précisions sont apportées dans l'article DTR XX – Modification d'une installation, au paragraphe 4 Prescriptions techniques en cas de modification d'une installation comportant de la production.

- Pour une installation de consommation ou un poste source:

  Les installations de consommation ou les postes sources nouvellement raccordés au RPT ou faisant l'objet de modifications dites substantielles (définies à l'article 5.2 de la DTR) doivent pouvoir accepter, de manière constructive, les régimes exceptionnels en fréquence et en tension qui peuvent se produire sur le réseau, tels que définis à l'article ~~11 de l'arrêté du 4 juillet 2003 relatif au raccordement des consommateurs au RPT et aux articles 15, 18, 19 et 20 de l'arrêté du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement au réseau public de transport d'électricité d'une installation de production d'énergie électrique~~5.1.2 de la DTR.

~~Les installations de production doivent être conçues pour disposer de capacités constructives de réglages de la fréquence et de la tension. L'arrêté du 23 avril 2008 précise les plages de réglage et la dynamique exigées des installations nouvelles ou modifiées de façon substantielle. Conformément aux articles 31 et 32 du même arrêté, ces installations doivent mettre en oeuvre leurs capacités de réglage dans les conditions prévues au chapitre 4 de cette Documentation.~~

~~Conformément à l'arrêté raccordement distributeurs du 6 octobre 2006~~De plus, conformément à l'article 5.1.2 de la DTR, les installations des distributeurs doivent être conçues et équipées des dispositifs nécessaires pour leur permettre de participer au plan de délestage sélectif et aux moyens de maîtrise de la tension, auxquels peut recourir RTE pour sauvegarder le système électrique et éviter les écroulements de fréquence ou de tension, ainsi que les surcharges d'ouvrages en cascade.

- Pour un système HVDC :

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Retrait : Gauche : 1,27 cm, Espace Après : 0 pt

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Mis en forme : Retrait : Gauche : 1,25 cm

Mis en forme : Couleur de police : Automatique

Les exigences applicables aux nouveaux systèmes HVDC ou modifiées de façon substantielle sont précisées dans l'article 5.1.3 « Exigences applicables aux systèmes en courant continu à haute tension ».