

Public

Swissgrid SA  
Bleichemattstrasse 31  
Case postale  
5001 Aarau  
Suisse

T +41 58 580 21 11  
info@swissgrid.ch  
www.swissgrid.ch

## Concept de maintien de la tension

Concept de maintien de la tension dans le réseau de transport suisse à partir de 2020

Version 1.0 du 7 janvier 2019

Auteur Markus Imhof  
Market

### Révisions

Date	Version	Auteur / Service	Section
15.08.2018	0.1	Markus Imhof / MA-MD-DE	Création du document
01.09.2018	0.7	Markus Imhof / MA-MD-DE	Consultation interne
30.10.2018	0.8	Markus Imhof / MA-MD-DE	Incorporation des commentaires et révision du groupe de travail Maintien de la tension
12.11.2018	0.9	Markus Imhof / MA-MD-DE	Incorporation des commentaires du groupe de travail Maintien de la tension
07.01.2019	1.0	Markus Imhof / MA-MD-DE	Publication du concept de maintien de la tension

Tous droits réservés, notamment le droit de reproduction et d'autres droits de propriété.  
Toute reproduction ou communication à des tiers du présent document, en tout ou en partie,  
est interdite sans l'autorisation écrite expresse de Swissgrid SA.  
Swissgrid SA exclut toute responsabilité quant aux éventuelles erreurs contenues dans ce document.

## Résumé

Un nouveau concept de maintien de la tension va être introduit à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2020. En collaboration avec les parties prenantes et les experts du secteur, Swissgrid a discuté d'éventuelles modifications à apporter au concept existant et a, sur cette base, élaboré le présent concept et harmonisé une nouvelle fois ce dernier avec les représentants du secteur. Le nouveau concept de maintien de la tension remplace celui de 2011 qui fut introduit le 1<sup>er</sup> janvier 2011.

Le processus de tension intra-day pour les participants actifs sera introduit début 2019. Pendant une phase de transition, les participants actifs reçoivent toutes les quatre heures un plan de tension actualisé de la part de Swissgrid. Après cette phase de transition et l'introduction du rôle semi-actif, c'est-à-dire au plus tôt à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2021, le plan de tension devra être actualisé et envoyé à tous les participants toutes les heures.

Les principales nouveautés par rapport au concept de maintien de la tension 2011 se résument aux points suivants:

- Le rôle passif est remplacé par le rôle semi-actif. Tous les réseaux de distribution raccordés directement au réseau de transport ainsi que les clients finaux raccordés directement dans le rôle passif passeront automatiquement au rôle semi-actif le 1<sup>er</sup> janvier 2020. Il n'y aura plus que deux rôles: actif et semi-actif.
- Le rôle semi-actif incite à un échange de l'énergie réactive avec le réseau de transport conforme aux exigences. L'énergie réactive conforme aux exigences se compose de l'énergie réactive conforme et de l'énergie réactive gratuite. L'énergie réactive conforme est désormais rétribuée et l'énergie réactive non-conforme aux exigences est facturée. Dans des bandes de tolérance définies, l'échange de puissance réactive reste gratuit et sans rétribution.
- Les participants au rôle semi-actif reçoivent un plan de tension toutes les 15 minutes. Le plan de tension leur est envoyé dans le cadre du processus de tension intra-day, de manière analogue aux participants actifs. Cela signifie qu'au début, un plan de tension actualisé est envoyé toutes les quatre heures aux participants semi-actifs. Après une phase de transition, un plan de tension actualisé sera envoyé toutes les heures aux participants semi-actifs et actifs.
- La bande de tolérance des participants actifs a été modifiée. Dorénavant, l'énergie réactive échangée de manière conforme aux exigences est répartie en une part rétribuée financièrement et en une part gratuite.

## Contenu

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>5</b>
1.1	Objectif du document	5
1.2	Exigences quant au concept	5
1.2.1	Conditions-cadres légales et réglementaires	5
1.2.2	Documents de la branche et de Swissgrid	6
1.2.3	Directives ENTSO-E	6
1.2.4	Objectifs du maintien de la tension dans le réseau de transport et tâches pour les parties prenantes	6
1.3	Concept 2020	7
1.4	Bases générales et convention relative aux signes	8
1.4.1	Puissance réactive et énergie réactive	8
1.4.2	Convention relative aux signes	8
1.5	Réglementation contractuelle	8
<b>2</b>	<b>Concept de maintien de la tension 2020</b>	<b>9</b>
2.1	Idée de base	9
2.2	Participation obligatoire au maintien de la tension	9
2.3	Participation surobligatoire au maintien de la tension	10
2.4	Attribution des points de raccordement pour l'échange d'énergie réactive	10
<b>3</b>	<b>Rôle actif</b>	<b>12</b>
3.1	Tâches et obligations	12
3.2	Préqualification	12
3.3	Engagement de la puissance réactive disponible	13
3.4	Raccordement	14
3.5	Appel	14
3.6	Conformité	14
3.7	Surveillance	16
3.8	Indemnisation et facturation	16
3.9	Décompte	17
<b>4</b>	<b>Rôle semi-actif</b>	<b>18</b>
4.1	Tâches et obligations	18
4.2	Utilisation de la puissance réactive disponible	18
4.3	Raccordement	18
4.4	Plan de tension	18

4.5	Conformité	19
4.6	Surveillance	21
4.7	Indemnisation et facturation	21
4.8	Décompte	21
<b>5</b>	<b>Mise à disposition surobligatoire de puissance réactive</b>	<b>22</b>
5.1	Tâches et obligations	22
5.2	Préqualification	22
5.3	Mise en réserve	22
5.4	Raccordement	22
5.5	Appel	22
5.6	Conformité	23
5.7	Surveillance	23
5.8	Indemnisation	23
5.9	Décompte	23
<b>6</b>	<b>Processus d'exploitation</b>	<b>24</b>
6.1	Planification de l'exploitation chez Swissgrid	24
6.2	Engagement	24
6.3	Surveillance	24
6.4	Décompte	24
<b>7</b>	<b>Décompte de l'énergie réactive</b>	<b>25</b>
7.1	Rétribution de l'énergie réactive	25
7.2	Facturation de l'énergie réactive	25
7.3	Modèle tarifaire	26
<b>8</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>27</b>
	<b>Annexe</b>	<b>28</b>
<b>9</b>	<b>Historique</b>	<b>28</b>
9.1	Les concepts 2009, 2010 et 2011	28
9.2	Concept 2020	28

# 1 Introduction

## 1.1 Objectif du document

Le présent document décrit comment Swissgrid exploite le maintien de la tension. Il régit l'échange d'énergie réactive avec les centrales électriques et les réseaux de distribution raccordés directement au réseau de transport et définit les différents rôles du maintien de la tension. Sur l'axe temporel, le maintien de la tension se distingue du réglage de la tension régi dans l'Operational Handbook. Le concept de maintien de la tension régit les processus lents dans le domaine des périodes de décompte et fait partie de l'Operational Planning. Ce document s'adresse aux centrales électriques et aux réseaux de distribution raccordés directement au réseau de transport.

## 1.2 Exigences quant au concept

La marge de manœuvre d'un concept de maintien de la tension dans le réseau de transport suisse est limitée par diverses directives. Les paragraphes suivants donnent une idée des conditions-cadres pour l'élaboration du concept.

### 1.2.1 Conditions-cadres légales et réglementaires

Les exigences légales imposées au maintien de la tension sont énoncées par la Loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEI) ainsi que par l'Ordonnance sur l'approvisionnement en électricité (OApEI) [1, 2]:

- L'art. 4 al. 1 let. g LApEI définit le «*maintien de la tension (y compris la part d'énergie réactive)*» comme services-système.
- L'art. 20 LApEI définit les tâches de la société nationale du réseau de transport. Al. 2 let. b: «*Elle assume la responsabilité de la gestion des bilans d'ajustement et assure les services-système, y compris la mise à disposition des énergies de réglage; l'acquisition des capacités requises doit être organisée selon des procédures transparentes et nondiscriminatoires*». Let. c: «*Si la stabilité de l'exploitation du réseau est menacée, elle ordonne les mesures nécessaires; elle règle les modalités en collaboration avec les exploitants de centrales, les gestionnaires de réseau et les autres parties concernées.*»
- Art. 22 al. 1 OApEI: «*Lorsqu'elle ne les fournit pas elle-même, la société nationale du réseau de transport se procure les services-système au moyen d'une procédure axée sur le marché, non-discriminatoire et transparente.*», al. 2: «*Elle fixe les prix des services-système de façon à en couvrir les coûts*», al. 6: «*Elle fait rapport annuellement à l'EICom sur les services-système effectivement fournies et sur l'imputation de leurs coûts.*»
- Art. 5 al. 1 OApEI: «*La société nationale du réseau de transport, les gestionnaires de réseau, les producteurs et les autres acteurs concernés prennent les mesures préventives nécessaires pour assurer l'exploitation sûre du réseau. Pour ce faire, ils tiennent compte des dispositions contraignantes ainsi que des réglementations, des normes et des recommandations des organisations techniques reconnues, notamment de l'European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E).*»
- Art. 5 al. 4 OApEI: «*Si la stabilité d'exploitation du réseau est menacée, la société nationale du réseau de transport doit ordonner ou prendre, de par la loi, toutes les mesures nécessaires pour assurer cette stabilité (art. 20, al. 2, let. c, LApEI). Si une injonction de sa part n'est pas suivie, elle peut prendre une mesure de substitution aux frais du destinataire.*»
- L'art. 15 al. 1 OApEI règle l'imputation individuelle des coûts: «*La société nationale du réseau de transport facture individuellement: a. aux gestionnaires de réseau et aux consommateurs finaux raccordés directement au réseau de transport, les coûts de compensation des pertes de transport et de fourniture d'énergie réactive qu'ils ont occasionnés [...].*»
- L'art. 15 al. 2 OApEI règle l'imputation générale des coûts: «*Elle facture aux gestionnaires de réseau et aux consommateurs finaux raccordés directement au réseau de transport, en proportion de l'énergie électrique soutirée par les consommateurs finaux: a. les coûts de [...], du maintien de la tension, [...] qui ne peuvent être imputés à un groupe-bilan. [...].*»

## 1.2.2 Documents de la branche et de Swissgrid

Afin de définir les dispositions légales dans des directives, Swissgrid élabore différents documents en coopération avec la branche.

Les principales directives issues du Transmission Code 2013 [3] sont:

- TC 4.1.2 (1): «*Pour garantir une exploitation fiable du système et pour remplir ses obligations, Swissgrid veillera à la mise à disposition et la fourniture en quantité suffisante des services-système suivants:*  
d) *Maintien de la tension.*»
- TC 4.7 (1): «*Swissgrid définit des directives pour le maintien de la tension et l'échange de puissance réactive aux points de raccordement dans le réseau de transport suisse ou aux frontières de la zone de réglage suisse en concertation avec les différents exploitants de centrales électriques, réseaux de distribution, installations de consommateurs finaux, autres installations de réseau et ATSO*»

## 1.2.3 Directives ENTSO-E

Outre les dispositions légales, les règles de l'Operational Handbook de l' ENTSO-E, Policy 3, Chapter B «Voltage Control and Reactive Power Management», sont à respecter [4]. Les principales directives de ce manuel sont les suivantes:

- B-D1: «*The voltage is regulated in a range of values, which guarantees also in N-1 of elements (described in A1-D2.1):*
  - *the compatibility with the rating of the equipment,*
  - *the supply of customers within the contractual ranges of voltage,*
  - *The voltage stability of the power system, i.e. sufficient voltage stability margins for small and large disturbances in the short term and long term.*»
- B-S1.1: «*Policies and procedures for VOLTAGE control have to be developed and implemented by each TSO in its respective responsibility area. For security reasons and in respect of mutual commitments for operational conditions, a continuous VOLTAGE control is needed and co-ordinated by each TSO in order to maintain VOLTAGE variations within predetermined limits in their RESPONSIBILITY AREA.*»
- B-S1.1.2: «*TSOs are in charge of coordinating all needed operational actions with their adjacent TSOs and other stakeholders owning installations connected to the transmission network (Distribution System operators and related distribution networks, connected generating units, connected consumers).*»
- BS-1.2.3: «*Each TSO must have information of the main REACTIVE POWER resources available for use in the TRANSMISSION network of its own RESPONSIBILITY AREA. TSOs shall be duly informed without delay about restriction of reactive power sources.*»

## 1.2.4 Objectifs du maintien de la tension dans le réseau de transport et tâches pour les parties prenantes

En séparant la production, la distribution et le transport, on obtient des interfaces et diverses tâches pour les parties impliquées. Dans le domaine du maintien de la tension, il convient donc de définir les interfaces entre les centrales électriques et le réseau de transport d'une part et le réseau de transport, les réseaux de distribution ainsi que les clients finaux raccordés directement d'autre part.

### 1.2.4.1. Objectifs fondamentaux

Du point de vue technique et scientifique, il convient de respecter les critères ci-dessous pour garantir un maintien de la tension sûr et fiable [5]:

1. La tension de tous les moyens d'exploitation du réseau doit être maintenue dans la plage d'exploitation autorisée .

2. La stabilité de la tension doit pouvoir être garantie à tout moment. Une quantité suffisante de ressources de puissance réactive est nécessaire pour la stabilité statique. Afin de garantir la stabilité dynamique, suffisamment de réserves de puissance réactive rapidement utilisables doivent être disponibles.
3. Les flux d'énergie réactive (et la tension des nœuds) dans le réseau doivent être optimisés de manière à réduire au maximum les pertes du réseau et les frais du maintien de la tension.

#### 1.2.4.2. Objectifs de Swissgrid

Dans le cadre de la planification et de l'exploitation, Swissgrid poursuit les objectifs suivants en matière de maintien de la tension (priorité décroissante)

- **Sécurité et stabilité:** L'objectif premier du maintien de la tension consiste à maintenir la tension dans une plage sûre et stable. «Sûre» se rapporte à la mise en danger des moyens d'exploitation et/ou des personnes. «Stable» concerne la stabilité de la tension. Des limites de tension supérieure et inférieure définissent la plage de tension sûre et stable. Les limites de tension sont définies dans [6].
- **Conformité aux règles de l'ENTSO-E:** dans la mesure du possible, il convient de satisfaire aux critères de l'Operational Handbook ENTSO-E énoncés ci-avant. Il convient notamment de garantir suffisamment de ressources de puissance réactive et de réserves de puissance réactive pour couvrir les besoins propres de la Suisse.
- **Efficacité et optimisation des coûts:** à l'intérieur de la marge de manœuvre restante, la tension doit être réglée de manière à minimiser les coûts de l'exploitation du réseau. Cela concerne les coûts de couverture des pertes actives et les coûts pour l'énergie réactive acquise.

#### 1.2.4.3. Tâches de Swissgrid

La principale tâche de Swissgrid consiste à déterminer, conformément aux objectifs et aux conditions-cadres mentionnés ci-dessus, les directives de fourniture du service-système « maintien de la tension » et à les communiquer. Aux fins de l'élaboration de ces prescriptions, Swissgrid planifie et coordonne l'utilisation des moyens disponibles dans la zone de réglage Suisse. Swissgrid surveille l'utilisation des ressources de puissance réactive et facture, conformément aux dispositions légales et contractuelles, l'énergie réactive fournie et prélevée au fournisseur et à l'utilisateur. Avec le concept de maintien de la tension, Swissgrid incite ces derniers à adopter un comportement efficace. En outre, Swissgrid coordonne le maintien de la tension avec les gestionnaires de réseau étrangers voisins.

#### 1.2.4.4. Tâches des participants

Les participants, c'est-à-dire les centrales électriques et les réseaux de distribution raccordés directement au réseau de transport, échangent de l'énergie réactive avec le réseau de transport. Une distinction est faite entre les éléments de réseau pouvant être contrôlés et réglés et ceux faiblement contrôlables et réglables. Les participants reçoivent de la part de Swissgrid des directives de tension qu'ils doivent respecter conformément au rôle qui leur est imparti contractuellement. Afin de permettre la planification, la surveillance et la facturation des prestations, les participants fournissent les données correspondantes à Swissgrid.

### 1.3 Concept 2020

Le concept de maintien de la tension 2020 entrera en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2020 à 00h00. Le concept 2020 se distingue du concept 2011<sup>1</sup> précédent sur les points suivants:

- Le rôle passif est remplacé par le rôle semi-actif. Tous les réseaux de distribution raccordés directement au réseau de transport ainsi que les clients finaux raccordés directement dans le rôle passif passeront automatiquement au rôle semi-actif le 1<sup>er</sup> janvier 2020.

---

<sup>1</sup> L'historique du maintien de la tension se trouve en annexe.

- Le rôle semi-actif incite à un échange de l'énergie réactive avec le réseau de transport conforme aux exigences. L'énergie réactive conforme aux exigences se compose de l'énergie réactive conforme et de l'énergie réactive gratuite. Désormais, l'énergie réactive conforme est rétribuée et l'énergie réactive non-conforme aux exigences est facturée. Dans des bandes de tolérance définies, l'échange de puissance réactive est gratuit et sans rétribution.
- Les participants du rôle semi-actif reçoivent un plan de tension avec une résolution de 15 minutes.
- Dans le rôle actif, l'énergie réactive échangée de manière conforme aux exigences est répartie en une part rétribuée financièrement et en une part gratuite. La bande de tolérance rétribuée financièrement est réduite de 2 kV resp. 3 kV à 1 kV resp. 2 kV (niveau 220 kV resp. 380 kV). En outre, il existe une bande de tolérance de 1 kV pour un échange d'énergie réactive gratuit (niveau 220 kV resp. 380 kV). L'échange d'énergie réactive dans la bande de tolérance gratuite est considéré comme conforme pour la limite de conformité mensuelle. Cela est censé contrecarrer l'incitation indésirable qui veut que l'échange d'énergie réactive inutile au système soit indemnisé financièrement.

## 1.4 Bases générales et convention relative aux signes

### 1.4.1 Puissance réactive et énergie réactive

La définition de la puissance réactive se trouve dans la littérature spécialisée et n'est pas abordée ici.

Selon les normes CEI 60050 et CEI 60027-1, l'unité de la puissance réactive est le *var* et celle de l'énergie réactive est le *varh*, *kvarh* ou *Mvarh*.

D'un point de vue strictement physique, l'énergie réactive est toujours nulle étant donné que l'intégrale temporelle de la puissance réactive est par définition toujours nulle (si elle est calculée sur des périodes complètes). Néanmoins, ces termes sont utilisés en électrotechnique. Par énergie réactive, on entend le produit de la puissance réactive par le temps. Si, pendant 1 heure, 1 *Mvar* est échangé, l'énergie réactive égale 1 *Mvarh*.

### 1.4.2 Convention relative aux signes

Dans ce document, on utilise en principe le système vectoriel de consommation:

- $Q < 0$ , **valeur négative**: fourniture de puissance réactive inductive au réseau de transport (simplement appelée «fourniture» ci-après); entraîne une hausse de la tension u nœud d'injection, comportement capacitif.
- $Q > 0$ , **valeur positive**: prélèvement de puissance réactive inductive sur le réseau de transport également appelé «prélèvement» ci-après); entraîne une baisse de la tension du nœud d'injection, comportement inductif.

## 1.5 Réglementation contractuelle

La facturation de l'énergie réactive échangée avec les centrales électriques raccordées directement au réseau de transport est réglée dans les conventions d'exploitation EC. La facturation de l'énergie réactive échangée avec les réseaux de distribution et les clients finaux raccordés directement au réseau de transport est réglée dans les conventions d'exploitation GRD. Le tarif individuel pour l'énergie réactive est basé sur les conditions générales pour la facturation des coûts du réseau de transport [7].

Pour la mise à disposition surobligatoire de puissance réactive, Swissgrid a conclu avec les exploitants de centrales électriques des contrats bilatéraux types qui établissent un mécanisme d'indemnisation pour l'exploitation des installations en mode de déphasage.

## 2 Concept de maintien de la tension 2020

### 2.1 Idée de base

L'approche de base du concept de maintien de la tension 2020 consiste à créer des incitations pour un échange de l'énergie réactive utile au système pour l'ensemble des centrales électriques, réseaux de distribution et clients finaux raccordés au réseau de transport. L'échange d'énergie réactive conforme aux exigences est défini comme étant utile au système et se compose de l'échange conforme d'énergie réactive et d'une bande de tolérance gratuite. L'échange conforme d'énergie réactive est rétribué et l'échange d'énergie réactive non conforme aux exigences est facturé. Pour les réseaux de distribution et consommateurs finaux raccordés directement au réseau de transport, un échange d'énergie réactive gratuit est possible au sein d'une plage définie.

La participation au maintien de la tension est obligatoire pour les centrales électriques raccordées directement au réseau de transport, dans la mesure où elles sont en service (valable pour la production et le pompage). Les centrales électriques ayant un rôle actif participent au maintien de la tension dans le réseau de transport.

Swissgrid traite par défaut tous les réseaux de distribution et clients finaux raccordés directement au réseau de transport comme des participants semi-actifs. Ceux-ci peuvent toutefois passer au rôle actif de leur propre chef. La liberté de choix est garantie par Swissgrid sous réserve des possibilités techniques du participant. Swissgrid vérifie la faisabilité technique et les conséquences sur l'exploitation du réseau au cas par cas puis décide de manière individuelle en fonction de critères uniformisés et transparents. Si un participant souhaite passer au rôle actif, il doit en faire la demande auprès de Swissgrid. Le passage du rôle semi-actif au rôle actif (ou inversement) doit se faire avec un délai d'au moins 3 mois. Au maximum deux changements par année calendaire sont autorisés et une durée minimale de six mois par rôle doit être respectée. Une demande écrite correspondante doit être adressée à Swissgrid. Le formulaire de demande est publié sur le site Internet de Swissgrid [8].

### 2.2 Participation obligatoire au maintien de la tension

La participation active au maintien de la tension dans le réseau de transport est obligatoire pour les participants suivants:

- Toutes les centrales électriques en service (production, pompage ou fonctionnement synchrone/en mode de déphasage) raccordées directement au réseau de transport, dans le cadre, au moment considéré, de leur puissance réactive disponible et échangeable avec le réseau de transport, pouvant être échangée sans restreindre la puissance active.
- Les réseaux de distribution et les consommateurs finaux raccordés directement au réseau de transport et déclarés comme actifs, dans le cadre, au moment considéré, de leur puissance réactive disponible et échangeable avec le réseau de transport, pouvant être échangée sans restreindre la puissance active. Cette obligation est indépendante de l'état d'exploitation et elle est valable de manière permanente.

En règle générale, une centrale électrique est considérée comme étant directement raccordée au réseau de transport si la tension de l'alternateur (jeu de barre de l'alternateur) est transformée directement, c'est-à-dire avec un seul palier de transformation, à la tension du réseau de transport et si la puissance totale produite par la centrale électrique est fournie au réseau de transport.

Le tertiaire des transformateurs de couplage 220/380 kV est considéré comme faisant partie du réseau de transport. Les centrales électriques qui procèdent à des injections via l'enroulement tertiaire des transformateurs de couplage 220/380 kV sont ainsi considérées comme directement raccordées au réseau de transport.

Certaines centrales peuvent, compte tenu de leur configuration et de leurs possibilités techniques, entrer dans la catégorie des «centrales raccordées au réseau de transport» pour le maintien de la tension, bien qu'elles ne remplissent pas entièrement les critères susmentionnés. Si certains points prouvant qu'une centrale électrique joue un rôle important dans le maintien de la tension dans le réseau de transport existant, Swissgrid examine, à la demande de l'exploitant de la centrale électrique et en accord avec ce dernier, si, en dépit de la non-observation des conditions ci-dessus, la centrale électrique peut être autorisée à jouer un rôle actif, à condition qu'il soit garanti que l'échange de puissance réactive puisse être attribué correctement aux différents participants (voir chapitre 2.4).

### 2.3 Participation surobligatoire au maintien de la tension

Les centrales électriques, réseaux de distribution et clients finaux raccordés directement au réseau de transport peuvent conclure, au-delà des obligations décrites ci-dessus, des contrats bilatéraux avec Swissgrid sur la mise à disposition d'une puissance réactive surobligatoire. Swissgrid conclut un contrat type correspondant dans la mesure où un besoin en puissance réactive surobligatoire existe dans la région du nœud d'injection.

### 2.4 Attribution des points de raccordement pour l'échange d'énergie réactive

L'échange d'énergie réactive doit être attribué à un participant selon le principe de causalité. L'attribution de l'échange d'énergie réactive par principe de causalité est définie par

- sous-station
- niveau de tension dans le réseau de transport et
- participant (p. ex. EC, GRD ou consommateur final)

Un programme de tension est créé et envoyé par Swissgrid pour chaque sous-station et pour chaque niveau de tension. Si plusieurs participants sont raccordés sur le même niveau de tension dans la même sous-station, Swissgrid définit avec les participants un point de mesure de tension commun. Le programme de tension est valable pour ce point de mesure de tension et la conformité de l'échange d'énergie réactive est déterminée à l'aide de la tension réelle mesurée sur ce point.

Ce principe est représenté dans la figure 1 à l'aide de deux exemples:

- **Dans le cas A, les trois raccordements au réseau a, b et c appartiennent au même participant.** Il n'y a donc pas de participants différents au sein de la sous-station. Toutefois, une distinction doit être faite entre les niveaux de tension du réseau de transport dans cette sous-station – 220 kV et 380 kV. La somme des raccordements au réseau a et b est calculée et le point c est calculé séparément.
- **Dans le cas B, les trois raccordements au réseau a, b et c appartiennent à des participants différents.** Étant donné que l'on fait la distinction entre les participants dans une sous-station, la facturation est effectuée séparément pour les trois participants. Il convient de noter que les participants des raccordements au réseau a et b doivent définir un point de mesure de tension commun.

Il faut respecter les points suivants:

- Pour établir la distinction entre les raccordements au réseau au sein d'une sous-station, peu importe quel est le jeu de barres utilisé pour l'échange. (voir cas A: les raccordements au réseau a et b se trouvent sur différents jeux de barres).
- Les raccordements au réseau dans différentes sous-stations sont toujours considérés séparément, même si le gestionnaire de réseau de distribution concerné exploite un réseau de distribution maillé, directement sous le réseau de transport.

- En général, un seul rôle (actif ou semi-actif) peut être défini par point de raccordement. Dans certains cas exceptionnels, un EC ou un GRD peut injecter dans deux rôles différents au même point de raccordement (point de mesure). Il faut alors néanmoins s'assurer que l'échange de puissance réactive puisse être attribué correctement aux différents participants (p. ex. avec des données de compteurs supplémentaires), cf. le raccordement au réseau a.

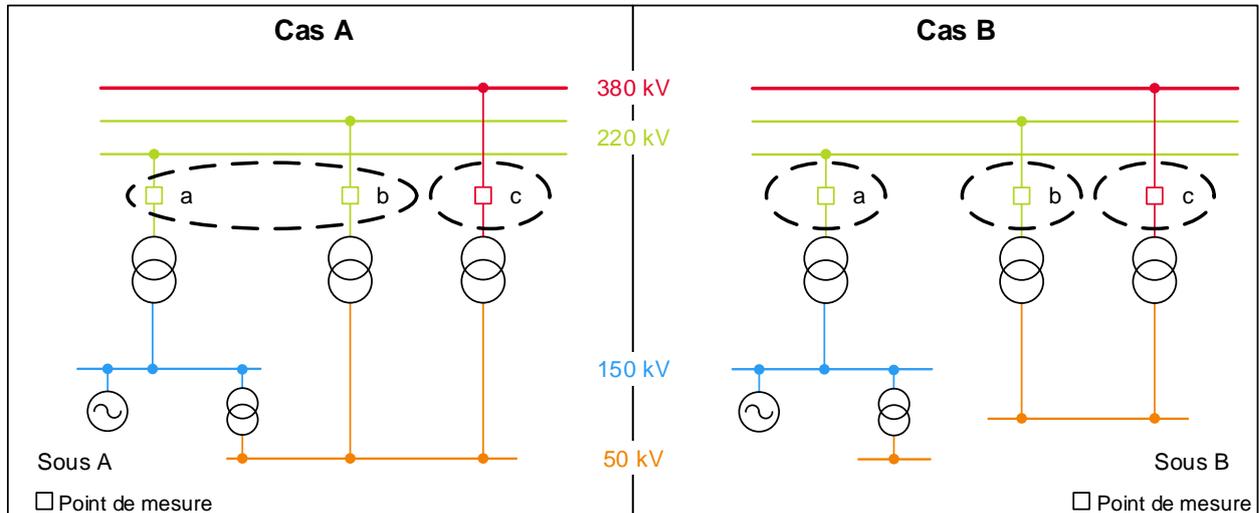


Figure 1: Cas A: tous les points de raccordement appartiennent au même participant. Cas B: tous les points de raccordement appartiennent à des participants différents.

### **3 Rôle actif**

#### **3.1 Tâches et obligations**

Les participants actifs au maintien de la tension dans le réseau de transport sont tenus d'engager la puissance réactive dont ils disposent sans restreindre l'exploitation de leur puissance active, pour maintenir la tension dans le réseau de transport lorsque cela est nécessaire. Cela est nécessaire aussi longtemps que la tension de consigne prescrite conformément au plan de tension n'est pas atteinte sur le nœud de réseau de transport concerné.

A des fins de planification, les participants actifs indiquent à Swissgrid combien de puissance réactive est disponible au nœud de raccordement de leurs installations au réseau de transport. Cette base de planification est fixée contractuellement entre le participant et Swissgrid (conventions d'exploitation). Pour les centrales électriques raccordées directement au réseau de transport, il s'agit de la puissance réactive disponible en cas d'échange de puissance active maximal de l'installation au nœud de raccordement au réseau de transport. Ici, on fait la distinction entre les activités de pompage et de production de la centrale électrique. Pour les réseaux de distribution ou pour les clients finaux raccordés directement au réseau de transport, la bande de puissance réactive disponible est indiquée par un profil journalier avec une résolution horaire. La détermination de cette bande incombe au participant. Pour cela, il faut partir de l'injection de puissance active minimale/maximale réellement possible en tenant compte de toutes les restrictions techniques et opérationnelles (systèmes hydraulique/thermique, mécanique et électrique). Les valeurs de la bande de planification se rapportent toujours au côté du réseau de transport et doivent être indiquées avec le système vectoriel de consommation (voir paragraphe 1.4.2). Les partenaires concernés définissent également ensemble la manière dont la bande de planification est communiquée dans le cadre de la mise en œuvre.

Le paragraphe 3.3 fournit de plus amples détails sur la mise à disposition de puissance réactive.

Les participants actifs doivent être en mesure à tout moment (7/7 x 24h/24) de recevoir, valider, traiter et mettre en œuvre un plan de tension de Swissgrid. La transmission et la validation du plan de tension se font par e-mail et/ou par ECP et/ou par plateforme Internet. Le plan de tension doit être mis en œuvre immédiatement après avoir été reçu.

La mise en œuvre du plan de tension doit se faire en adaptant continuellement l'échange de puissance réactive de l'installation avec le réseau de transport. La mise en œuvre technique concrète est l'affaire de l'exploitant d'installation; elle peut se faire automatiquement ou manuellement. Les directives du Transmission Code CH s'appliquent [3].

#### **3.2 Préqualification**

En principe, une préqualification réussie est nécessaire pour la participation active au maintien de la tension dans le réseau de transport. Le participant reçoit une attestation suite à la réussite de sa préqualification.

L'attestation est valable cinq ans et doit ensuite être renouvelée. La préqualification doit également être renouvelée si dans les cinq ans des modifications importantes sont apportées à des moyens d'exploitation nécessaires au maintien de la tension.

Les participants actifs prenant d'ores et déjà part au maintien de la tension n'ont pas à se préqualifier (de nouveau) pour la participation obligatoire. Ces participants ont déjà fourni des informations à Swissgrid et réussi les séries de tests avant l'introduction du concept de maintien de la tension 2020 et ainsi ils se sont déjà préqualifiés pour le maintien de la tension obligatoire. Leur attestation est valable au maximum cinq ans à partir de l'introduction du concept de maintien de la tension.

Les réseaux de distribution et clients finaux raccordés directement au réseau de transport doivent se préqualifier pour passer au rôle actif dans la mesure où ils n'ont pas d'attestation valable. À cet effet, Swissgrid met à disposition des documents de préqualification correspondants. La préqualification comprend l'indication de données techniques, d'exploitation et organisationnelles du participant. Swissgrid exige également la réalisation de mesures et de tests d'exploitation.

Le participant potentiel dépose la demande de préqualification chez Swissgrid. Des informations à ce sujet sont disponibles sur le [site Internet de Swissgrid](#).

### 3.3 Engagement de la puissance réactive disponible

La participation active/obligatoire au maintien de la tension n'exige pas de mise en réserve proprement dite de la puissance réactive. Seule l'engagement de la puissance réactive librement disponible, pouvant être échangée sans restriction de la puissance active et sans mise en service de moyens d'exploitation supplémentaires (p. ex. machines) est requise. La figure 2 montre la bande de puissance réactive librement disponible pour les trois points d'exploitation fictifs A, B et C dans un diagramme d'exploitation du générateur. Au point de travail A, la puissance active produite est de  $P_A$ , la bande de puissance réactive disponible va de  $Q_{A-}$  à  $Q_{A+}$ . Au point de travail B, la puissance active produite est de  $P_B$ , la bande de puissance réactive disponible va de  $Q_{B-}$  à  $Q_{B+}$ . Au point de travail C, la puissance active produite est de  $P_C$ , la bande de puissance réactive disponible va de  $Q_{C-}$  à  $Q_{C+}$ . Conformément à l'usage, du côté machines, c'est le système vectoriel de production qui fut choisi pour cette présentation.

Dans les machines engagées pour le réglage primaire et/ou le réglage secondaire, la production de puissance active est sujette à une fluctuation permanente. Dans ce cas, la puissance réactive ne doit pas être constamment modifiée en fonction de la puissance active par une limitation dans le diagramme du générateur. Au lieu de cela, la puissance réactive disponible à plus long terme (c'est-à-dire pendant quelques heures) doit si possible être utilisée comme limite pour la prescription de tension.

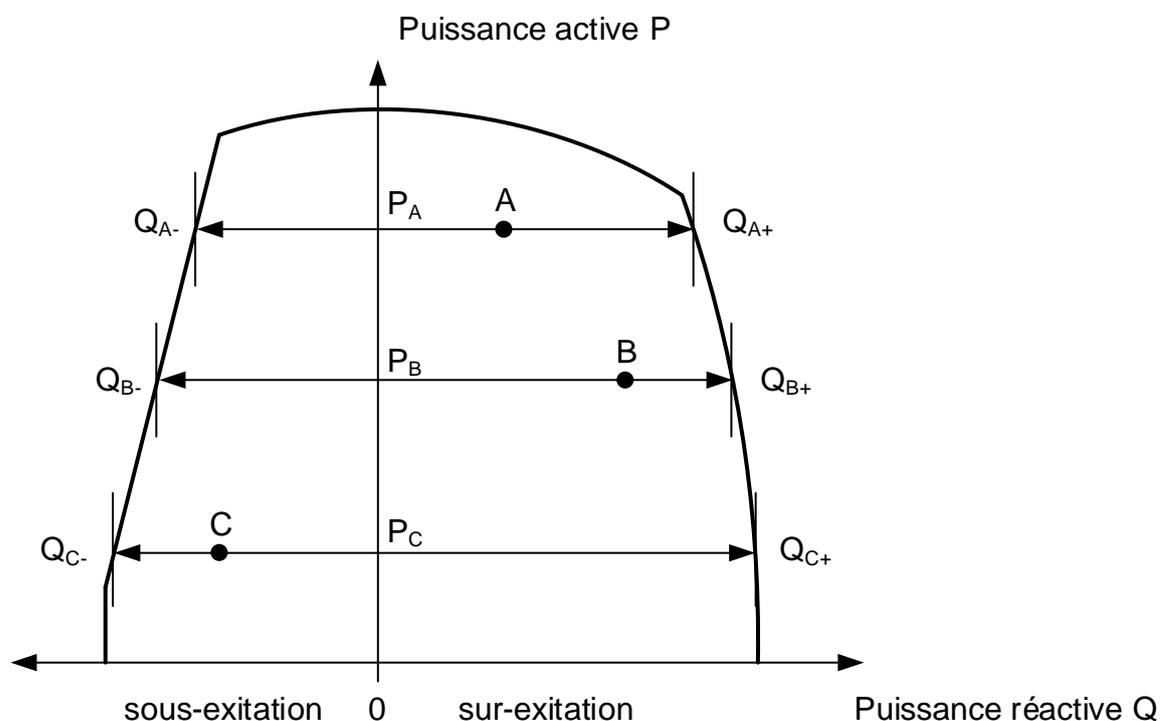


Figure2: Engagement de la puissance réactive disponible.

L'engagement à l'intérieur de la plage obligatoire n'entraîne aucun coût d'opportunité. La mise à disposition de puissance réactive dans l'exploitation obligatoire n'est donc pas rétribuée comme réserve de puissance. Dans le cadre de la participation active/obligatoire, l'énergie réactive effectivement échangée de manière conforme est néanmoins rétribuée.

### **3.4 Raccordement**

Le raccordement des unités des participants actifs au maintien de la tension dans le réseau de transport se fait via

- réception et validation du plan de tension: plateforme Internet, e-mail et ECP
- coordination de l'exploitation, instructions: téléphone et fax
- fourniture de données de mesure et de surveillance [9]: réseau dédié (PIA2)

Des données de compteurs doivent être fournies à Swissgrid pour le décompte de l'énergie réactive. Les directives du Metering Code CH [10] ainsi que les exigences imposées au comptage de l'énergie qui concernent le réseau de transport [11] s'appliquent.

### **3.5 Appel**

L'appel de la puissance réactive se fait en principe par la prescription de tension de consigne incluse dans le plan de tension. Le plan de tension contient un profil de tension spécifique pour chaque nœud du réseau de transport avec une résolution quart-horaire (96 valeurs par jour).

La tension de consigne se rapporte à tous les jeux de barres du niveau de tension correspondant d'une sous-station (pour la surveillance et le décompte, ce sont les tensions réelles des jeux de barres considérés qui sont prises en compte).

En règle générale, le plan de tension est créé et distribué de manière cyclique pour les 24 prochaines heures. Si nécessaire, le plan de tension peut être adapté à tout moment et de nouveau distribué par Swissgrid. Les destinataires du plan de tension doivent à tout moment être en mesure de valider et de mettre en œuvre immédiatement un nouveau plan de tension.

La bande de puissance réactive librement disponible doit à tout moment être utilisée conformément à la tension de consigne prescrite. Si nécessaire, il convient d'utiliser complètement la bande librement disponible afin que la tension réelle se rapproche le plus possible de la tension de consigne.

### **3.6 Conformité**

Les participants actifs s'engagent à fournir de l'énergie réactive conforme aux exigences. L'échange d'énergie réactive avec le réseau de transport est réputé conforme aux exigences s'il contribue à atteindre la tension de consigne prescrite. C'est le cas lorsque

- la tension réelle est inférieure à la tension de consigne et que de l'énergie réactive inductive est injectée dans le réseau de transport (comportement capacitif).
- la tension réelle est supérieure à la tension de consigne et que de l'énergie réactive inductive est prélevée dans le réseau de transport (comportement inductif).

Ce qui importe, c'est l'énergie réactive nette échangée dans le réseau de transport pendant le quart d'heure concerné. Des mesures de tension sont utilisées pour déterminer la tension réelle. La détermination de la tension réelle, effectuée tous les quarts d'heure pour le décompte, se fait par la transmission des mesures de tension. La valeur moyenne quart-horaire est basée sur au moins trois valeurs de tension ayant été fournies 5, 10 et 15 minutes après le début du quart d'heure.

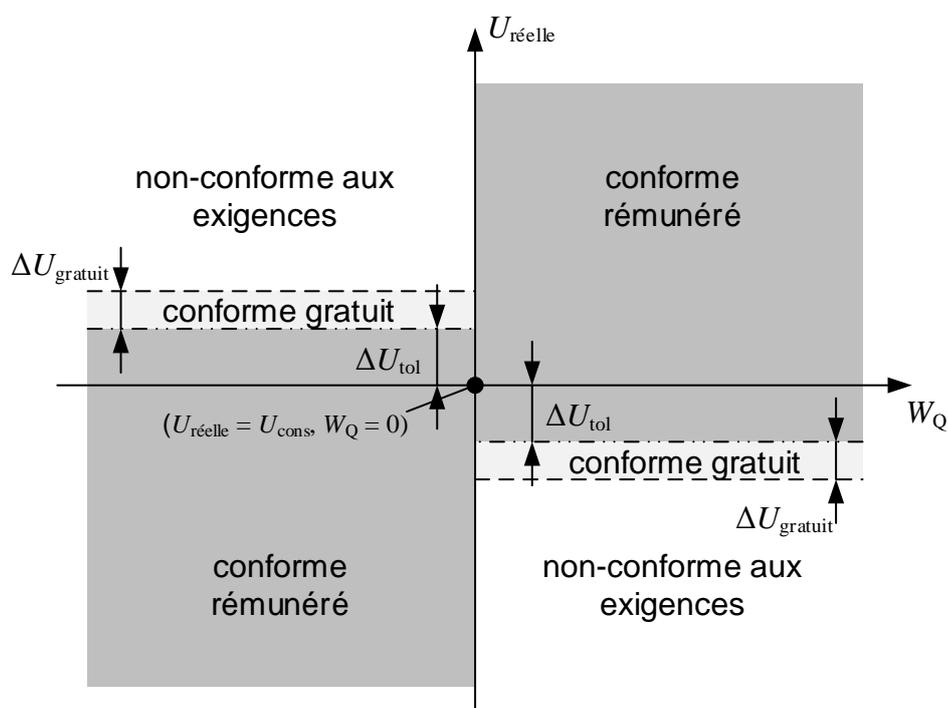
L'échange d'énergie réactive conforme aux exigences est défini comme l'échange d'énergie réactive par quart d'heure dans la plage conforme rémunérée ainsi que dans la plage conforme gratuite. La tolérance de la plage conforme rémunérée bénéficie au participant et s'élève à :

- $\Delta U_{\text{tol}} = 1 \text{ kV}$  pour 220 kV
- $\Delta U_{\text{tol}} = 2 \text{ kV}$  pour 380 kV

La plage gratuite se situe entre la plage conforme rémunérée et la plage non-conforme aux exigences et présente une largeur de :

- $\Delta U_{\text{gratuit}} = 1 \text{ kV}$  pour 220 kV et 380 kV

La figure 3 montre le principe de conformité sous forme de graphique. L'échange d'énergie réactive quart-horaire dans la plage conforme rémunérée est indemnisé au participant, avec une tolérance supplémentaire  $\Delta U_{\text{tol}}$  au bénéfice du participant. L'échange d'énergie réactive quart-horaire dans la plage conforme gratuite n'est ni indemnisé ni facturé. L'échange est toutefois considéré comme conforme. L'échange dans cette plage n'est en principe pas utile au système et ne doit donc pas être indemnisé. Il existe néanmoins des restrictions techniques du côté des centrales électriques qui exigent cette plage. L'échange d'énergie réactive quart-horaire dans la plage non-conforme aux exigences est facturé au participant.



**Figure3: Principe de conformité pour le rôle actif.**  $U_{\text{réelle}}$  est la tension réelle,  $U_{\text{cons}}$  est la tension de consigne du nœud d'injection du réseau de transport.  $\Delta U_{\text{tol}}$  est la tolérance prise en compte dans le décompte et  $\Delta U_{\text{gratuit}}$  la bande conforme gratuite.  $W_Q$  est l'échange d'énergie réactive quart-horaire nette. Côté gauche: comportement capacitif (fourniture d'énergie réactive au réseau de transport); côté droit: comportement inductif (prélèvement d'énergie réactive du réseau de transport).

Swissgrid surveille la conformité mensuelle de l'échange d'énergie réactive pendant l'exploitation. Pour le décompte, la conformité est calculée tous les quarts d'heure à partir des mesures de tension et du comptage de l'énergie.

On définit la conformité mensuelle comme le rapport entre les quarts d'heure pendant lesquels l'échange d'énergie réactive était conforme, c'est-à-dire inclus dans la plage conforme gratuite ou conforme rémunérée.

rée, et tous les quarts d'heure du mois concerné pendant lesquels le participant actif était connecté au réseau.

Les centrales électriques doivent envoyer à Swissgrid, outre les données de mesure relatives à l'énergie active, l'énergie réactive et la tension, une série avec une résolution temporelle quart-horaire - appelée la « lampe de course » - indiquant si la centrale était connectée ou non au réseau. Les réseaux de distribution ainsi que les consommateurs finaux dans le rôle actif sont alors définis comme connectés au réseau si au moins un transformateur/une ligne du point de raccordement est raccordé au réseau de transport.

En termes de conformité, il convient de considérer les points suivants:

- Outre le critère de conformité, les exigences en matière de statique de tension et de puissance réactive du Transmission Code Suisse doivent être respectées [3].
- En cas de non-respect des directives du Transmission Code Suisse ou des instructions d'exploitation de Swissgrid, l'échange d'énergie réactive peut être déclaré comme non-conforme aux exigences.

### 3.7 Surveillance

Pendant l'exploitation, la conformité est surveillée sur la base de mesures de tension. Swissgrid exploite un système de surveillance approprié. Les exigences concernant la fourniture de données de surveillance sont définies par Swissgrid dans le document «Exigences en matière de données de surveillance» [9] (la version couramment en vigueur au moment déterminé s'applique). Conformément à ce document, les participants actifs au maintien de la tension doivent mettre à disposition gratuitement les données de surveillance requises.

### 3.8 Indemnisation et facturation

L'énergie réactive échangée tous les quarts d'heure est indemnisée si

- *pour les centrales électriques*: la centrale électrique est reliée au réseau pour le quart d'heure concerné (activités de production ou de pompage, fonctionnement en mode de déphasage) **et** *pour les réseaux de distribution actifs*: le réseau de distribution a au moins un transformateur/une ligne connectée au point de soutirage sur le réseau **et**
- l'échange d'énergie réactive dans le quart d'heure concerné est conforme **et** rémunéré
- l'échange est conforme aux exigences pour au moins 80% des intervalles de comptage du mois concerné.

Si l'échange est conforme aux exigences pour moins de 80% des intervalles de comptage, aucune indemnité n'est versée pour le mois correspondant. En cas de comportement inapproprié manifeste du participant, Swissgrid peut procéder à un examen de la préqualification.

En outre, pour les réseaux de distribution et les clients finaux en rôle actif, la préqualification n'est pas valable pour une participation active à partir du troisième mois si, durant deux mois consécutifs, l'échange est conforme aux exigences pour moins de 70% des intervalles de comptage du mois. L'énergie réactive non-conforme aux exigences est facturée au participant. Le participant est déclaré semi-actif pour le (troisième) mois en cours et doit de nouveau se préqualifier en vue d'une participation active. Le passage au rôle actif est possible au plus tôt six mois après le passage au rôle semi-actif.

Dans tous les cas, l'énergie réactive échangée non conformément aux exigences est facturée aux participants (voir tableau 1).

**Tableau 1: modèle d'indemnisation et de facturation pour les participants actifs au maintien de la tension dans le réseau de transport.**

Conformité mensuelle (CM)	Indemnisation	Facturation	Conséquence	Valable pour
$CM \geq 80\%$	Énergie réactive conforme rémunérée	Énergie réactive non-conforme aux exigences	Aucune En cas de comportement inapproprié manifeste du participant, Swissgrid peut procéder à un examen de la préqualification.	EC, GRD, Clients finaux
$70\% \leq CM < 80\%$	Aucune	Energie réactive non-conforme aux exigences	Aucune En cas de comportement inapproprié manifeste du participant, Swissgrid peut procéder à un examen de la préqualification.	EC, GRD, Clients finaux
$CM < 70\%$	Aucune	Energie réactive non-conforme aux exigences	Après deux mois consécutifs avec une CM <70%, la préqualification n'est plus valable et le participant est semi-actif à partir du troisième mois	GRD, Clients finaux

### 3.9 Décompte

Le décompte est effectué mensuellement. Avant la note de crédit/facture définitive, le participant reçoit un rapport d'harmonisation qu'il doit confirmer.

## **4 Rôle semi-actif**

### **4.1 Tâches et obligations**

Les participants en rôle semi-actif n'ont aucune obligation concernant le maintien actif de la tension dans le réseau de transport. Les participants en rôle semi-actif reçoivent néanmoins une incitation financière pour un échange d'énergie réactive avec le réseau de transport utile au système. L'échange conforme avec le réseau de transport leur est rétribué et l'échange non-conforme aux exigences est facturé. En outre, il y a une plage dans laquelle l'échange d'énergie réactive est gratuite

Les participants semi-actifs doivent être en mesure à tout moment (7j/7 x 24h/24) de recevoir, valider, traiter et mettre en œuvre un plan de tension provenant de Swissgrid. La transmission et la validation du plan de tension se font par e-mail et/ou ECP et/ou plateforme Internet et peuvent être automatisées.

La mise en œuvre du plan de tension doit se faire selon le principe des «possibilités et capacités» des participants semi-actifs en adaptant continuellement l'échange de puissance réactive. La mise en œuvre technique concrète est l'affaire du participant semi-actif; elle peut se faire automatiquement ou manuellement. Les directives du Transmission Code CH s'appliquent [3].

### **4.2 Utilisation de la puissance réactive disponible**

La participation des participants semi-actifs au maintien de la tension n'exige pas de mise en réserve proprement dite de la puissance réactive. Seul l'échange d'énergie réactive selon le principe des «possibilités et capacités» est requis. La participation en rôle semi-actif n'entraîne aucun coût d'opportunité. La mise en réserve de puissance réactive n'est donc pas rétribuée comme réserve de puissance. Dans le cadre de la participation semi-active, l'énergie réactive effectivement échangée de manière conforme est néanmoins rétribuée.

### **4.3 Raccordement**

Le raccordement des unités des participants semi-actifs au maintien de la tension dans le réseau de transport se fait via

- réception et validation du plan de tension: plateforme Internet, e-mail et ECP
- coordination de l'exploitation, instructions: téléphone et fax
- fourniture de données de mesure et de surveillance [9]: réseau dédié (PIA2)

Des données de compteurs doivent être fournies à Swissgrid pour le décompte de l'énergie réactive. Les directives du Metering Code CH [10] ainsi que les exigences imposées au comptage de l'énergie qui concernent le réseau de transport [11] s'appliquent.

### **4.4 Plan de tension**

Les participants en rôle semi-actif doivent être en mesure de recevoir et valider le plan de tension de la part de Swissgrid.

Le plan de tension contient un profil de tension spécifique pour chaque nœud du réseau de transport avec une résolution quart-horaire (96 valeurs par jour).

La tension de consigne se rapporte à tous les jeux de barres du niveau de tension correspondant d'une sous-station (pour la surveillance et le décompte, ce sont les tensions réelles des jeux de barres considérés qui sont prises en compte).

En règle générale, le plan de tension est créé et distribué de manière cyclique pour les 24 prochaines heures. Si nécessaire, le plan de tension peut être adapté à tout moment et de nouveau distribué. Les destinataires du plan de tension doivent à tout moment être en mesure de valider immédiatement un nouveau plan de tension.

## 4.5 Conformité

Les participants semi-actifs doivent échanger de la puissance réactive conforme aux exigences avec le réseau de transport selon le principe des «possibilités et capacités». L'échange de puissance réactive avec le réseau de transport est réputé conforme aux exigences s'il est utile au système, c'est-à-dire s'il contribue à atteindre la tension de consigne prescrite. C'est le cas lorsque

- la tension réelle est inférieure à la tension de consigne et que de l'énergie réactive inductive est injectée dans le réseau de transport (comportement capacitif).
- la tension réelle est supérieure à la tension de consigne et que de l'énergie réactive inductive est prélevée dans le réseau de transport (comportement comme inductif).

Ce qui importe, c'est l'énergie réactive nette échangée dans le réseau de transport pendant le quart d'heure concerné. Des mesures de tension sont utilisées pour déterminer la tension réelle. La détermination de la tension réelle, effectuée tous les quarts d'heure pour le décompte, se fait par la transmission des mesures de tension. La valeur moyenne par quart d'heure est basée sur au moins trois valeurs de tension ayant été fournies 5, 10 et 15 minutes après le début du quart d'heure.

L'échange d'énergie réactive conforme aux exigences est réparti en deux plages: une plage gratuite et une plage conforme. Dans la plage conforme, l'énergie réactive est rétribuée. La plage gratuite comprend deux bandes de tolérance, une bande de tolérance de tension  $\pm \Delta U_{\text{gratuit}}$  autour de la valeur de consigne de la tension et une bande de tolérance  $\pm \Delta W_{Q, \text{lim}}$  autour de l'axe vertical (énergie réactive = 0). La bande de tolérance de tension s'élève à:

- $\Delta U_{\text{gratuit}} = 2 \text{ kV}$  pour 220 kV
- $\Delta U_{\text{gratuit}} = 3 \text{ kV}$  pour 380 kV

La bande de tolérance gratuite  $\pm \Delta W_{Q, \text{lim}}$  pour chaque quart d'heure autour de l'axe zéro de l'énergie réactive est déterminée pour chaque participant de manière individuelle par transformateur de soutirage. En présence de plusieurs transformateurs à un point de raccordement, la bande de tolérance correspond à la somme de tous les transformateurs:

$$\Delta W_{Q, \text{lim}} = \sum_i \Delta W_{Q, \text{Trafo}, i}$$

$\Delta W_{Q, \text{Trafo}, i}$  est définie comme suit:

$$\Delta W_{Q, \text{Trafo}, i} = \frac{1}{4} \cdot \frac{u_k}{100} \cdot S_n \cdot 0.25 \text{h}$$

avec

$u_k$ : Tension de court-circuit du transformateur en %. La tension de court-circuit du transformateur est définie comme suit:

$$u_k = \frac{U_k}{U_{1, N}} \cdot 100\%$$

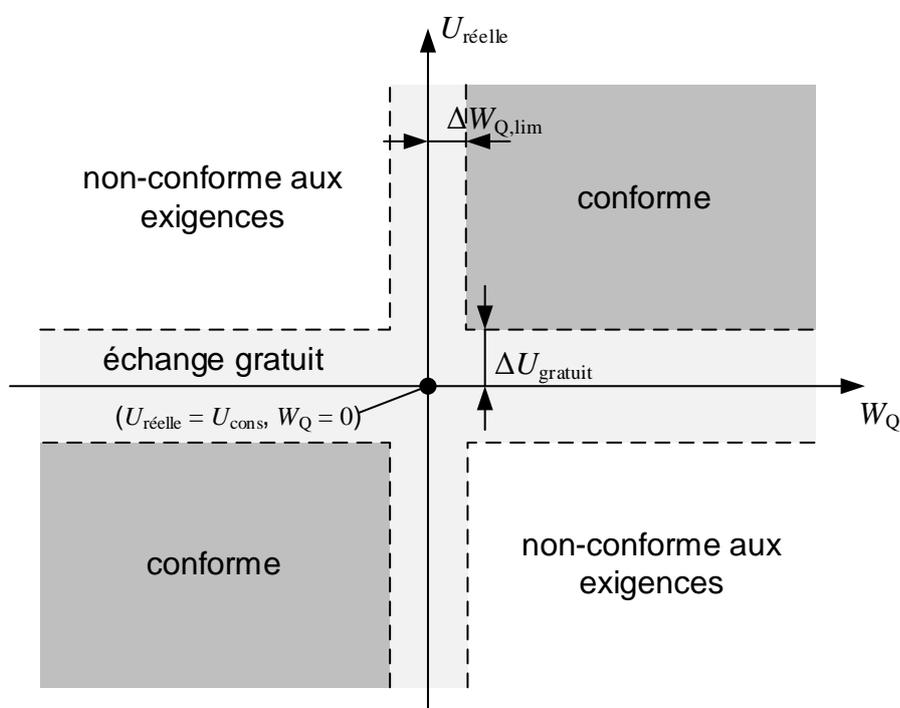
$U_k$ : Tension de court-circuit en kV (conformément à la fiche technique du transformateur)

$U_{1,N}$ : Tension nominale primaire en kV (conformément à la fiche technique du transformateur)

En cas de transformateur à gradins, il convient de choisir la tension de court-circuit du gradin central

$S_n$ : Puissance apparente nominale du transformateur en MVA

La figure 4 montre le principe de conformité sous forme de graphique. L'échange d'énergie réactive quart-horaire dans la bande  $\pm\Delta W_{Q, \text{lim}}$  et  $\pm\Delta U_{\text{gratuit}}$  est gratuit. L'échange d'énergie réactive quart-horaire dans la plage conforme est indemnisé au participant, vu que l'échange est utile au système et qu'il soutient la tension du réseau de transport. L'échange d'énergie réactive quart-horaire dans la plage non-conforme aux exigences est facturé au participant, étant donné que cela a un effet négatif sur la tension.



**Illustration4: Principe de conformité pour le rôle semi-actif.**  $U_{\text{réelle}}$  est la tension réelle,  $U_{\text{cons.}}$  est la tension de consigne du nœud d'injection du réseau de transport.  $\pm\Delta U_{\text{gratuit}}$  est la bande de tolérance pour un échange d'énergie réactive gratuit avec le réseau de transport et  $\pm\Delta W_{Q, \text{lim}}$  la bande d'énergie réactive gratuite autour de l'axe vertical.  $W_Q$  est l'échange d'énergie réactive nette quart-horaire. Côté gauche: comportement capacitif (fourniture d'énergie réactive au réseau de transport); côté droit: comportement inductif (prélèvement d'énergie réactive du réseau de transport).

Contrairement au rôle actif, il n'y a pas de directive quant à une conformité mensuelle minimale. Pour le décompte, la conformité est calculée tous les quarts d'heure à partir des valeurs de mesure de la tension et de comptage de l'énergie.

En termes de conformité, il convient de considérer les points suivants:

- En plus du principe de conformité, les exigences en matière de statique de tension et de puissance réactive du le Transmission Code Suisse doivent être respectées [3].

- En cas de non-respect des directives du Transmission Code Suisse ou des instructions d'exploitation de Swissgrid, l'échange d'énergie réactive peut être déclaré non-conforme aux exigences.

#### **4.6 Surveillance**

Pendant l'exploitation, la conformité est surveillée sur la base de mesures de tension. Swissgrid exploite un système de surveillance approprié. Les exigences concernant la fourniture de données de surveillance sont définies par Swissgrid dans le document «Exigences en matière de données de surveillance» [9] (la version couramment en vigueur au moment déterminé s'applique). Conformément à ce document, les participants semi-actifs au maintien de la tension doivent mettre à disposition gratuitement les données de surveillance requises.

#### **4.7 Indemnisation et facturation**

L'énergie réactive quart-horaire échangée est indemnisée si l'échange d'énergie réactive est conforme pendant le quart d'heure concerné.

L'échange d'énergie réactive quart-horaire conforme est toujours rétribué aux participants indépendamment de la conformité mensuelle.

L'énergie réactive échangée de manière non-conforme aux exigences est facturée aux participants.

#### **4.8 Décompte**

Le décompte est effectué mensuellement. Avant la note de crédit/facture définitive, le participant reçoit un rapport d'harmonisation qu'il doit confirmer.

## 5 Mise à disposition surobligatoire de puissance réactive

La possibilité de mise à disposition surobligatoire de puissance réactive est proposée à tous les participants raccordés directement au réseau de transport – donc aux centrales électriques, réseaux de distribution et clients finaux. Cette prestation de service se fait sur la base d'un contrat type bilatéral entre le participant et Swissgrid.

### 5.1 Tâches et obligations

Dans le contrat type bilatéral relatif à la mise à disposition surobligatoire de puissance réactive, le participant s'engage à mettre à disposition les capacités de puissance réactive définies contractuellement selon le principe des «possibilités et capacités» sur demande de Swissgrid. Le partenaire contractuel met à disposition les capacités requises pendant la durée exigée et utilise ces capacités conformément aux directives d'exploitation de Swissgrid.

En règle générale, le plan de tension est également valable dans l'exploitation surobligatoire. Les instructions qui la surpassent (p. ex. «prélèvement maximal de puissance réactive») doivent être prises en compte de manière prioritaire par rapport au plan de tension. L'échange d'énergie réactive dans la plage surobligatoire est toujours considéré comme étant conforme aux exigences dès lors que les instructions de Swissgrid sont respectées.

### 5.2 Préqualification

Une préqualification est nécessaire dans tous les cas pour la mise à disposition surobligatoire de puissance réactive. La préqualification comprend l'indication de données techniques, d'exploitation et organisationnelles du participant. Swissgrid exige également la réalisation de mesures et de tests d'exploitation. Le participant potentiel dépose la demande de préqualification chez Swissgrid. Des informations à ce sujet sont disponibles sur le [site Internet de Swissgrid](#).

### 5.3 Mise en réserve

La mise à disposition surobligatoire de puissance réactive pour le maintien de la tension n'exige pas de mise en réserve proprement dite de la puissance réactive. La mise à disposition de la puissance réactive se fait selon le principe des «possibilités et capacités». Le participant s'engage à utiliser les machines convenues contractuellement pour le maintien de la tension, dans la mesure où ces machines sont disponibles et que l'engagement n'entraîne pas d'adaptation de l'exploitation de la puissance active. La mise en réserve n'entraîne aucun coût d'opportunité pour le participant.

### 5.4 Raccordement

Le raccordement est soumis aux mêmes conditions que pour la participation active/obligatoire au maintien de la tension (voir chapitre 3.4).

### 5.5 Appel

Des détails sur l'appel des capacités surobligatoires peuvent être convenus individuellement dans le contrat type bilatéral. Swissgrid s'informe par téléphone des «possibilités et capacités» de l'installation avant appel proprement dit. L'appel définitif se fait par téléphone. Une confirmation est par ailleurs transmise au participant par fax, ECP ou e-mail.

## 5.6 Conformité

En principe, le plan de tension et le critère de conformité défini au chapitre 3.6 s'appliquent également dans la plage surobligatoire. Si le participant reçoit de la part de Swissgrid une instruction qui diverge du plan de tension, celle-ci doit être mise en œuvre dans tous les cas. Indépendamment du plan de tension, l'échange d'énergie réactive de l'installation est dans ce cas considéré comme conforme pendant la durée concernée si les instructions sont suivies. Pour la durée concernée, le contrôle de conformité dans le système de décompte est précédé d'un message correspondant.

## 5.7 Surveillance

Pendant l'exploitation, la conformité est surveillée sur la base de mesures de tension. Swissgrid exploite un système de surveillance approprié. Les exigences concernant la fourniture de données de surveillance sont définies par Swissgrid dans le document «Exigences en matière de données de surveillance» [9] (la version couramment en vigueur au moment déterminé s'applique). Conformément à cette exigence, les participants au maintien de la tension surobligatoire doivent mettre à disposition gratuitement les données de surveillance requises.

## 5.8 Indemnisation

Le contrat type relatif à la mise à disposition de puissance réactive surobligatoire prévoit les éléments d'indemnisation suivants:

- Rétribution et facturation de l'énergie réactive échangée les mêmes que dans le rôle actif (CHF / Mvarh).
- Rétribution supplémentaire pour le démarrage d'une machine aux fins de la mise à disposition de puissance réactive à la demande de Swissgrid (CHF par démarrage pour chaque machine).
- Rétribution supplémentaire pour chaque heure d'exploitation entamée sur une machine requise par Swissgrid (CHF par heure entamée pour chaque machine).

## 5.9 Décompte

Le décompte est effectué mensuellement. Avant la note de crédit/facture définitive, le participant reçoit un rapport d'harmonisation qu'il doit confirmer.

## **6 Processus d'exploitation**

### **6.1 Planification de l'exploitation chez Swissgrid**

Swissgrid planifie l'utilisation des capacités de puissance réactive disponibles pour le maintien de la tension dans le réseau de transport et établit le plan de tension dans le processus intra-day. La distribution se fait par e-mail, ECP et via la plateforme Internet.

### **6.2 Engagement**

Les participants actifs au maintien de la tension engagent la puissance réactive librement disponible dans l'état d'exploitation actuel, c'est-à-dire sans restriction de l'exploitation de la puissance active, et échangeable de manière conforme aux exigences. Les participants semi-actifs échangent l'énergie réactive avec le réseau de transport selon le principe des «possibilités et capacités». L'utilisation de déphaseurs pour la mise à disposition surobligatoire de l'énergie réactive se fait si nécessaire conformément aux exigences de Swissgrid.

Les dispositions du manuel de gestion de l'exploitation sont en principe applicables [6].

### **6.3 Surveillance**

Swissgrid surveille les tensions dans le réseau de transport, l'utilisation de la puissance réactive et la conformité des participants. En cas de comportement inapproprié manifeste, Swissgrid en avertit le participant et lui donne si nécessaire d'autres instructions.

### **6.4 Décompte**

Le décompte de l'énergie réactive se fait mensuellement. Le processus de décompte démarre après la transmission réussie de toutes les données de mesure et de comptage nécessaire pour le décompte.

## 7 Décompte de l'énergie réactive

La version actuelle du document *Décompte de l'énergie réactive* [12] décrit en détail comment l'énergie réactive est facturée aux participants.

### 7.1 Rétribution de l'énergie réactive

La rétribution de l'énergie réactive fournie de manière conforme est déterminée et publiée par Swissgrid conformément aux dispositions légales et réglementaires. Dès 2020, l'énergie réactive conforme sera rétribuée aux participants comme suit:

- Taux de rétribution pour les participants actifs (CHF/Mvarh)  
L'énergie réactive fournie de manière financièrement conforme sera rétribuée aux participants actifs à ce taux de rétribution
- Taux de rétribution pour les participants semi-actifs (CHF/Mvarh)  
L'énergie réactive échangée de manière conforme sera rétribuée aux participants semi-actifs à ce taux de rétribution.

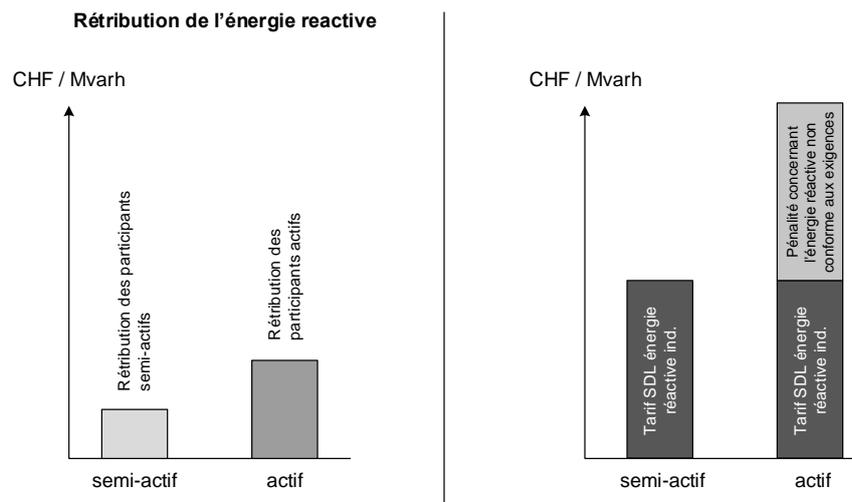
Le taux de rétribution des participants semi-actifs est impérativement plus bas que celui des participants actifs. La figure 5 à gauche montre les taux de rétribution pour l'énergie réactive conforme pour les participants semi-actifs et actifs.

### 7.2 Facturation de l'énergie réactive

Les tarifs pour l'énergie réactive fournie de manière non-conforme aux exigences sont déterminés et publiés par Swissgrid conformément aux dispositions légales et réglementaires. Le montant de la pénalité pour l'énergie réactive non-conforme aux exigences pour les participants actifs est défini dans les conventions d'exploitation EC et GRD. Dès 2020, l'énergie réactive non-conforme aux exigences sera facturée aux participants comme suit.

- Tarif pour l'énergie réactive individuelle (CHF/Mvarh)  
L'énergie réactive non-conforme aux exigences sera facturée aux participants actifs et semi-actifs à ce tarif.
- Pénalité concernant l'énergie réactive non-conforme aux exigences pour les participants actifs (CHF/Mvarh)  
Une pénalité sera également facturée aux participants en plus du tarif de l'énergie réactive individuelle pour l'énergie réactive non-conforme aux exigences.

La figure 5 à droite montre la composition du prix de l'énergie réactive non-conforme aux exigences pour les participants semi-actifs et actifs.



**Figure5: Rétribution de l'énergie réactive conforme et facturation de l'énergie réactive non-conforme aux exigences.**

### 7.3 Modèle tarifaire

Le nouveau modèle tarifaire doit mener à moins de fluctuations tarifaires que par le passé. Pour atteindre ce but, il convient de déterminer chaque année la répartition des coûts entre les SDL générales et les SDL individuelles à l'aide des quantités attendues d'énergie réactive non-conforme aux exigences des participants. En cas de baisse de la quantité non-conforme aux exigences (actif & semi-actif), la part que les SDL générales supportent augmente alors que le tarif reste constant pour des coûts totaux inchangés. Cela signifie que si les participants appliquent les incitations et que l'échange d'énergie réactive non-conforme aux exigences diminue, les coûts des SDL individuelles seront moindres et seront supportés par les SDL générales.

Le modèle tarifaire est initialement calibré à l'aide des données historiques de 2017. Pour le calibrage initial, les quantités qui sont occasionnées par les participants, doivent être prises en compte individuellement et les quantités conformes ainsi que les quantités occasionnées par les transits doivent être prises en compte de manière générale. La part des transits dans les pertes de puissance réactive et l'échange avec l'étranger est déterminée à une seule reprise pour le calibrage à l'aide de la méthode With-And-Without-Transits (WWT), sur la base du mécanisme inter-TSO Compensation [13]. Les quantités sont réparties comme suit:

SDL générales:

- Quantité gratuite pour participants actifs
- Quantité gratuite pour participants semi-actifs
- Pertes de puissance réactive occasionnées par les transits
- Échange avec l'étranger occasionné par les transits

Énergie réactive SDL individuelle

- Quantité non-conforme aux exigences pour participants actifs
- Quantité non-conforme aux exigences pour participants semi-actifs
- Pertes de puissance réactive occasionnée par les utilisateurs du réseau
- Échange avec l'étranger occasionné par les utilisateurs du réseau

## 8 Bibliographie

- [1] «Bundesgesetz über die Stromversorgung,» chez *Stromversorgungsgesetz, StromVG*, 23. März 2007.
- [2] «Stromversorgungsverordnung,» chez *StromVV*, 14. März 2008.
- [3] «Transmission Code Schweiz (TC 2013),» Version Dezember 2013. [En ligne]. Available: <http://www.strom.ch>.
- [4] «Continental Europe Operational Handbook,» chez *Policy 3: Operational Security*, 19. März 2009.
- [5] P. Kundur, *Power System Stability and Control*, McGraw-Hill, 1994.
- [6] Swissgrid, «Umsetzung des OHB und des TC für das Übertragungsnetz CH,» chez *Betriebsführungshandbuch Netzbetrieb CH*, Version 4.0, 2013.
- [7] Swissgrid AG, «Allgemeine Bedingungen für die Verrechnung von Kosten des Übertragungsnetzes,» Version 1.0, 03. Oktober 2008. [En ligne]. Available: [www.swissgrid.ch](http://www.swissgrid.ch).
- [8] Swissgrid AG, «Antrag zur aktiven Teilnahme an der Spannungshaltung,» [En ligne]. Available: [www.swissgrid.ch](http://www.swissgrid.ch).
- [9] Swissgrid AG, «Anforderungen an Monitoring-Daten,» Version 3.1. [En ligne]. Available: <http://www.swissgrid.ch>.
- [10] «Metering Code Schweiz (MC - CH),» Ausgabe September 2017. [En ligne]. Available: <http://www.strom.ch>.
- [11] Swissgrid AG, «Anforderungen an die Energiezählung im Übertragungsnetz,» Version 1.6. [En ligne]. Available: <http://www.swissgrid.ch>.
- [12] Swissgrid AG, «Abrechnung von Blindenergie ab dem 01.01.2020,» [En ligne]. Available: [www.swissgrid.ch](http://www.swissgrid.ch).
- [13] «Guidelines on the Inter-Transmission System Operator Compensation Mechanism,» chez *Commission Regulation (EU) No 838/2010*, September 2010.
- [14] «Verfügung der Eigenössischen Elektrizitätskommission ElCom,» in *Kosten und Tarife für die Netznutzung Netzebene 1 und Systemdienstleistungen*, 06.03.2009, p. 56.
- [15] «Netznutzungsmodell für das schweizerische Übertragungsnetz (NNMÜ - CH),» Ausgabe 2013. [En ligne]. Available: <http://www.strom.ch>.

## Annexe

### 9 Historique

#### 9.1 Les concepts 2009, 2010 et 2011

Le concept de 2009 pour le maintien de la tension dans le réseau de transport suisse était le résultat du projet «Ouverture du marché du réseau de transport suisse» (MUNCH). Il prévoit une participation obligatoire des centrales électriques raccordées directement au réseau de transport, l'énergie réactive échangée de manière conforme étant rétribuée à un taux de rétribution forfaitaire (CHF / Mvarh). La mise à disposition surobligatoire de l'énergie réactive (p. ex. déphaseurs) est régie dans des contrats bilatéraux et fait l'objet d'une indemnisation séparée. Dans le concept 2009, les coûts ne sont pas facturés selon le principe de causalité (coûts causés par les réseaux de distribution directement sous-jacents et les consommateurs finaux raccordés directement).

Le concept 2010 correspond au concept 2009, avec en plus la facturation, selon le principe de causalité, de l'énergie réactive échangée avec les réseaux de distribution sous-jacents ou aux clients finaux raccordés directement au réseau de transport, conformément à l'art. 15, al. 1, let. a OApEI [2]. Cela fut modifié après une demande correspondante de l'EICOM [14]. La facturation est réalisée sur la base du modèle d'utilisation des réseaux élaboré par le secteur pour le réseau de transport [15]. La part de l'énergie réactive échangée, qui correspond au dépassement inférieur du facteur de puissance moyen quart-horaire de 0,90, est facturée à un tarif fixe (CHF / Mvarh).

Le concept 2011 est basé sur le concept 2009 avec diverses extensions. Les réseaux de distribution et clients finaux raccordés directement au réseau de transport ont la possibilité de participer activement au maintien de la tension. La plage gratuite des participants passifs a été complétée par une bande de puissance réactive fixe afin de créer des incitations pour ne pas couper les transformateurs quasiment à l'arrêt et ainsi augmenter la sécurité de l'approvisionnement. Les centrales électriques dans le maintien de la tension obligatoire doivent à tout moment utiliser la capacité de puissance réactive actuellement disponible sans restriction de la puissance active pour soutenir le maintien de la tension. Non seulement l'énergie réactive conforme est rétribuée aux participants actifs, mais l'énergie réactive échangée de manière non-conforme aux exigences leur est également facturée. Une résolution temporelle de 15 minutes a été introduite pour tous les participants actifs dans le plan de tension. La limite de conformité mensuelle a été relevée de 70% à 80% et les tolérances des valeurs de mesure de la tension ont été réduites de 3 kV ou 5 kV à 2 kV ou 3 kV (niveau 220 kV ou 380 kV).

#### 9.2 Concept 2020

Le concept de maintien de la tension 2020 entrera en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2020 à 00h00. Le concept 2020 se distingue du concept 2011 précédent sur les points suivants:

- Le rôle passif est remplacé par le rôle semi-actif. Tous les réseaux de distribution raccordés directement au réseau de transport ainsi que les clients finaux raccordés directement dans le rôle passif passeront automatiquement au rôle semi-actif le 1<sup>er</sup> janvier 2020.
- Le rôle semi-actif incite à un échange de l'énergie réactive conforme aux exigences avec le réseau de transport. L'énergie réactive conforme aux exigences se compose de l'énergie réactive conforme et de l'énergie réactive gratuite. L'énergie réactive conforme est désormais rétribuée et l'énergie réactive non-conforme aux exigences est facturée. Dans des bandes de tolérance définies, l'échange de puissance réactive reste gratuit et sans rétribution.
- Les participants du rôle semi-actif reçoivent un plan de tension toutes les 15 minutes.
- Dans le rôle actif, l'énergie réactive échangée de manière conforme aux exigences est répartie en une part rémunérée et en une part gratuite. La bande de tolérance rétribuée financièrement est réduite de 2 kV ou 3 kV à 1 kV ou 2 kV (niveau 220 kV ou 380 kV). En outre, il existe une bande de tolérance de 1 kV pour un échange d'énergie réactive gratuit (niveau 220 kV ou 380 kV). L'échange d'énergie réactive

dans la bande de tolérance gratuite est considéré comme conforme pour la limite de conformité mensuelle. On doit ainsi contrecarrer l'incitation indésirable qui fait que l'échange d'énergie réactive inutile au système soit indemnisée financièrement.

Tableau 2 présente un résumé des changements dans le mode de facturation.

**Tableau 2: aperçu des modes de facturation**

Participants	2009	2010	2011	2020
Centrales électriques	Rôle actif	Rôle actif	Rôle actif	Rôle actif
Réseau de distribution et clients finaux raccordés directement au RT	Rôle passif	Rôle passif	Possibilité de choisir entre rôle actif ou passif	Possibilité de choisir entre rôle actif ou semi-actif
Rôle actif	Energie réactive conforme aux exigences	Energie réactive conforme aux exigences	Energie réactive conforme et non-conforme aux exigences	Energie réactive conforme et non-conforme aux exigences
Rôle passif	Pas de facturation	Facturation en dehors de la plage gratuite (facteur de puissance de 0,90)	Facturation en dehors de la plage gratuite (élargi)	Abrogé
Rôle semi-actif	Non-existant	Non-existant	Non-existant	En dehors de la plage gratuite, l'énergie réactive conforme et non-conforme aux exigences est facturée