



Recommandation de la branche

Délestage manuel

Règles techniques et organisationnelles pour la
mise en œuvre du délestage manuel en Suisse

MLS – CH 2026

Impressum et contact

Éditeur

Association des entreprises électriques suisses AES
Hintere Bahnhofstrasse 10
CH-5000 Aarau
Téléphone +41 62 825 25 25
Fax +41 62 825 25 26
info@electricite.ch
www.electricite.ch

Auteurs et autrices de la première édition

Prénom Nom	Entreprise	Fonction
Richard Graf	AXPO	Membre du GT
Rolf Jungo	BKW	jusqu'à février 2017
Yannick Brodard	BKW	dès mars 2017
Emil Bucher	CKW	Membre du GT
Luca Giacolini	AET	Membre du GT
Eric Stohrer	Primeo Energie	Membre du GT
Deborah Cina-Koch	FMV	Membre du GT
Cédric Buholzer	Groupe E	Membre du GT
Vitus Müller	SAK	Membre du GT
Sebastian Thron	EKZ	Membre du GT
Walter Sattinger	Swissgrid SA	Membre du GT
Sandro Isepponi	Repower	Membre du GT
Frank Gundelach	CFF	Membre du GT
Bruno Wartmann	ewz	Responsable du GT
Andreas Degen	AES	Membre du GT

Auteurs et autrices de la deuxième édition 2026

Berkant Tunali	CKW	Membre du GT
Bernd Indlekofer	Axpo Grid AG	Membre du GT
Bruno Wartmann	wab-consulting Inhaber Wartmann GmbH	Responsable du GT
Cédric Buholzer	Groupe E	Membre du GT
Jürg Lienhart	ewz	Membre du GT
Luca Giacolini	AET	Membre du GT
Asja Derviskadic	Swissgrid SA	Membre du GT
Martin Albisser	Swissgrid SA	Membre du GT
Katharina (Nina) Küng	ewz	Membre du GT
Yannick Brodard	BKW Energie AG	Membre du GT
Felix Bärtschi	AES	Membre du GT
Christina Tzanetopoulou	AES	Membre du GT

Responsabilité commission

La Commission Technique des réseaux & exploitation de l'AES est désignée responsable de la tenue à jour et de l'actualisation du document.



Chronologie

Date	Brève description
Novembre 2016	Début des travaux du groupe de travail
05.09.2017	Consultation au sein de la branche
25.10.2017	Prise de connaissance de la recommandation par le Comité de l'AES
20.12.2018	Modification de la recommandation de la branche par le GT
25.03.2019	Consultation au sein de la branche
08.05.2019	Approbation par le Comité de l'AES
Janvier 2026	Début des travaux du groupe de travail
16.05.2026	Fin de la consultation au sein de la branche
25.06.2026	Approbation par le Comité de l'AES

Ce document a été élaboré avec l'implication et le soutien de l'AES et de représentants de la branche.

L'AES approuve ce document à la date du 25.06.2026.

Imprimé n° 1043/f, édition 2026

Copyright

© Association des entreprises électriques suisses AES

Tous droits réservés. L'utilisation des documents pour un usage professionnel n'est permise qu'avec l'autorisation de l'AES et contre dédommagement. Sauf pour usage personnel, toute copie, toute distribution ou tout autre usage de ce document sont interdits. Les auteurs déclinent toute responsabilité en cas d'erreur dans ce document et se réservent le droit de le modifier en tout temps sans préavis.



Table des matières

Préface	6
1. Introduction	7
1.1 Généralités	7
1.2 Documents supérieurs et documents connexes.....	8
1.3 Termes et définitions	9
2. Introduction au sujet des mesures de dernier recours.....	9
3. États de réseau.....	11
4. Bases du délestage manuel	12
5. Cas d'application.....	12
5.1 Suite à l'échec des mesures prises en cas de congestions; surcharges.....	12
5.2 Suite à l'échec des mesures de tension; écarts de tension	12
5.3 À partir de l'échec des mesures de fréquence; violation de fréquence	12
6. Conditions-cadres pratiques et défis.....	13
7. Particularités du délestage manuel.....	13
7.1 Adaptation du soutirage – mesures de délestage orientées réseau et marché	14
7.2 Précisions et compléments aux points 1 à 14 du chapitre 7.1	14
8. Principes et application du principe de cascade.....	15
8.1 Principes de la responsabilité système	15
8.2 Interface société nationale du réseau de transport avec les responsables système	15
8.3 Principe de la cascade	15
8.4 Procédure lorsque les mesures ne peuvent être exécutées	17
8.5 Adaptation des systèmes de sécurité	17
8.5.1 Annonce d'une cascade opérationnelle.....	17
8.5.2 Demande durant une cascade opérationnelle	17
8.5.3 Levée après une cascade opérationnelle.....	18
8.6 Temps de réaction pour la mise en œuvre des demandes	19
9. Échange d'informations dans le cadre de la cascade.....	19
9.1 Processus de communication	19
9.2 Défaillance de la communication	19
9.3 Processus de communication externe	19
9.4 Communication avec les infrastructures ferroviaires et les transports publics.....	20
10. Mise en œuvre des mesures de cascade	20
10.1 Généralités	20
10.2 Détermination et application de la clé de répartition	20
10.3 Documentation et reporting	21
11. Formation et entraînement	21
12. Exploitant système des niveaux de réseau 2 à 7 comme organe initiateur	21
13. Perspectives	22



Liste des figures

Figure 1: Structure des documents	6
Figure 2: Différenciation des mesures de dernier recours	10
Figure 3: Vue d'ensemble des états et situations de réseau	11
Figure 4: Vue d'ensemble des fonctions des exploitants système dans la cascade	16
Figure 5: Exemple de déroulement d'un délestage manuel	18



Préface

Le présent document est un document de la branche publié par l'AES. Il fait partie d'une large réglementation relative à l'approvisionnement en électricité sur le marché ouvert de l'électricité. Les documents de la branche contiennent des directives et des recommandations reconnues à l'échelle de la branche concernant l'exploitation des marchés de l'électricité et l'organisation du négoce de l'énergie, répondant ainsi à la prescription donnée aux entreprises d'approvisionnement en électricité (EAE) par la Loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEI) et par l'Ordonnance sur l'approvisionnement en électricité (OApEI).

Les documents de la branche sont élaborés par des spécialistes de la branche selon le principe de subsidiarité; ils sont régulièrement mis à jour et complétés. Les dispositions qui ont valeur de directives au sens de l'OApEI sont des normes d'autorégulation.

Les documents sont répartis en quatre catégories hiérarchisées:

- Document principal: Modèle de marché pour l'énergie électrique (MMEE)
- Documents clés
- Documents d'application
- Outils/logiciels

Le présent document «Délestage manuel» est un document de mise en œuvre.

Structure des documents

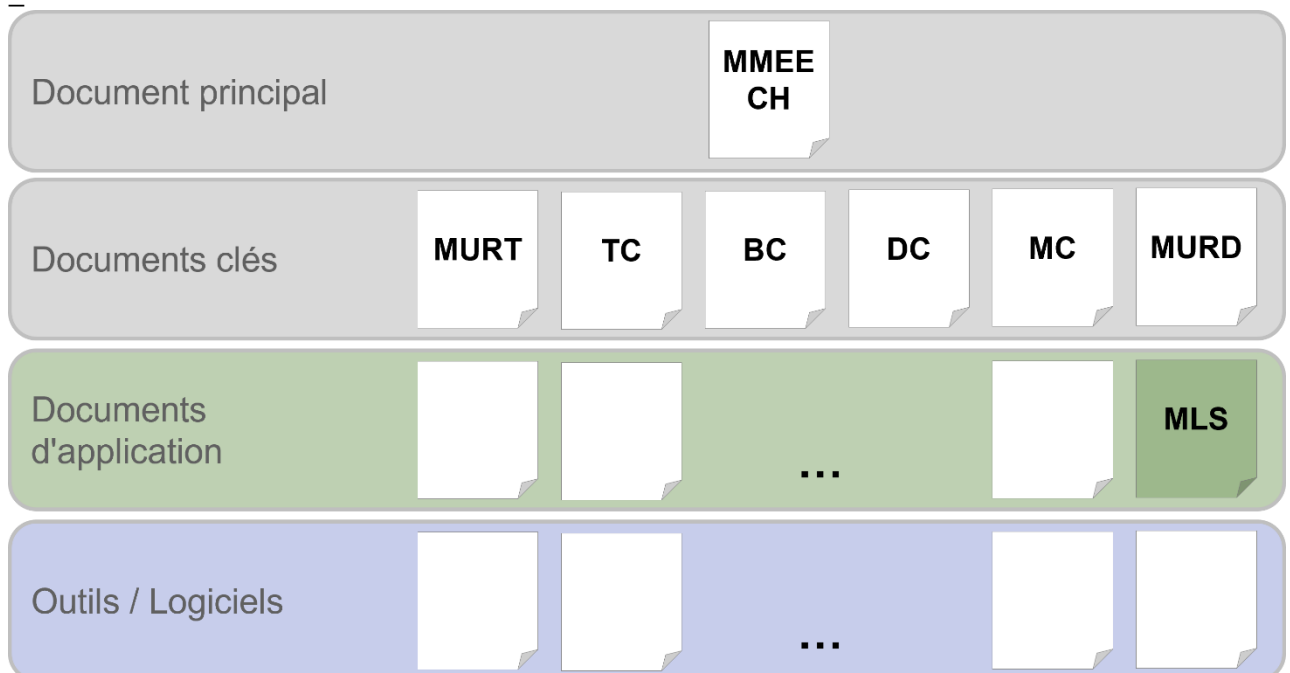


Figure 1: Structure des documents



1. Introduction

1.1 Généralités

- (1) Le réseau de transport constitue l'épine dorsale d'un approvisionnement en électricité sûr en Suisse et en Europe. Initialement, il a été conçu et optimisé pour une injection d'énergie électrique adaptée aux besoins. Jusqu'en 2000 environ, la production fluctuante n'a joué aucun rôle dans le développement des réseaux de transport.
- (2) La mise en œuvre des objectifs politiques en Europe et en particulier en Suisse (Stratégie énergétique 2050) entraîne une restructuration fondamentale de l'économie électrique, caractérisée notamment par:
 - l'augmentation du négoce européen d'électricité avec une production éloignée de la charge;
 - le développement des énergies renouvelables, en particulier l'éolien et le solaire;
 - la fermeture programmée des centrales nucléaires ainsi que des centrales au lignite et à houille;
 - de nouveaux sites aux capacités de production conventionnelles de plus en plus éloignés de la charge;
 - l'augmentation des échanges de puissance avec les pays voisins de la Suisse.
- (3) Ces évolutions tendent à rendre plus difficile la stabilité du réseau dans le réseau de transport et les réseaux de distribution.
- (4) Dans ce contexte, des mesures et des adaptations de grande ampleur seront nécessaires à l'avenir pour maintenir une exploitation sûre du réseau:
 - transformation et développement de l'infrastructure de réseau du réseau de distribution et des réseaux de distribution;
 - pilotage des flexibilités pour assurer une exploitation du réseau sûre (flexibilité en faveur du réseau);
 - adaptation du contrôle-commande et de la technique secondaire aux nouvelles exigences (surveillance optimale de l'état de réseau en cas d'exploitation du réseau plus proche des limites physiques);
 - mise à disposition de prestations de services-système;
 - mise en œuvre de mesures de dernier recours manuelles et automatiques (protection du système) pour éviter les effondrements de réseau.
- (5) Cette recommandation de la branche de l'AES décrit la mesure dite de «délestage manuel», qui peut être mise en œuvre dans plusieurs cas d'application en tant que mesure de dernier recours essentielle pour préserver la stabilité du réseau.
- (6) Le groupe de travail «Délestage manuel» de l'AES a élaboré les exigences techniques et organisationnelles relatives au nouveau concept de délestage manuel. Ce concept a été introduit en Suisse en 2019 avec la première édition de la présente recommandation de la branche de l'AES.



- (7) Dans le cadre de l'introduction du délestage manuel, un litige a conduit l'EiCom à rendre des décisions concernant la responsabilité et la prise en charge des coûts. En outre, elle a jugé conforme à la loi un «Accord pour la mise en œuvre du délestage manuel ainsi que des adaptations de prélèvement en amont de celui-ci» élaboré sous la direction du secrétariat technique de l'EiCom entre le gestionnaire du réseau de transport et deux gestionnaires de réseau de distribution (cf. décision EiCom 231-00078 du 13 décembre 2022¹). Par la suite, le gestionnaire du réseau de transport a également proposé cet accord à tous les autres gestionnaires de réseaux de distribution raccordés directement au réseau de transport ainsi qu'aux exploitants système voisins (ESV).
- (8) Au moment de la conclusion de l'accord, les mesures visant à éviter les situations critiques en matière de tension étaient encore en cours d'élaboration par un groupe de travail de l'AES. Contrairement à ce qui avait été supposé à l'époque, une intégration dans la présente recommandation de la branche s'est avérée impossible en raison de son ampleur, raison pour laquelle une recommandation de la branche distincte a été élaborée et a depuis été adoptée par le Comité de l'AES (*Mesures visant à éviter les états de réseau critiques en matière de tension, AES MACV*). Dans la présente édition, les renvois correspondants vers le MACV ont été ajoutés et des précisions ont été apportées.

1.2 Documents supérieurs et documents connexes

- (1) La liste des documents supérieurs à respecter comprend les documents de la Confédération (lois et ordonnances), ceux qui décrivent l'état de la technique (normes, documents de la branche) et les documents supérieurs de la société nationale du réseau de transport.
- (2) Liste non exhaustive de documents supérieurs et documents connexes:
- Loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEI, RS 734.7)
 - Transmission Code 2019 (TC)
 - Spécifications techniques relatives au délestage automatique sur seuil de fréquence, AES UFLS
 - Mesures visant à éviter les états de réseau critiques en matière de tension, AES MACV
 - Accords de la branche et annexes Swissgrid (Délestage manuel)²

¹ <https://www.elcom.admin.ch/dam/de/sd-web/qlzs3xoWgDxh/231-00078.pdf>

² <https://www.swissgrid.ch/fr/home/customers/topics/legal-system.html#convention-d-exploitation>



1.3 Termes et définitions

(1) Le présent document utilise les abréviations et termes suivants:

Exploitant système	Exploitant de réseaux de transport, de distribution ou de faible envergure, d'installations de clients ou de centrales électriques ainsi que d'exploitants de système voisins (ESV).
Responsable système	Instance responsable au sein d'un groupement de plusieurs exploitants système. Le responsable système coordonne le délestage manuel avec différents exploitants système.
Nœud	Point de fourniture au niveau duquel s'effectue le délestage du réseau. Un certain nombre de lignes ou de transformateurs peuvent être raccordés à ce point de fourniture.
Adaptation du soutirage	Adaptation imposée sur: <ul style="list-style-type: none">• la réduction du soutirage de puissance active;• la réduction de la fourniture de puissance active;• l'augmentation de la fourniture de puissance active; dans le but impératif de décharger le réseau.
Délestage manuel	Le délestage manuel est une mesure à mettre en œuvre lorsque plus aucune autre adaptation du soutirage n'est possible.

2. Introduction au sujet des mesures de dernier recours

(1) La loi fédérale sur l'approvisionnement en électricité (LApEI) et l'ordonnance y relative (OApEI) définissent les principes permettant de garantir une exploitation du réseau sûre, performante et efficace. Sont déterminants à cet égard en particulier l'art. 8 LApEI concernant la coordination et la responsabilité des gestionnaires de réseau, l'art. 20 LApEI concernant les tâches de la société nationale de réseau de transport Swissgrid, ainsi que l'art. 20a LApEI concernant les mesures en cas de menace pour la sécurité de l'exploitation du réseau de transport. De manière complémentaire, l'art. 5 OApEI concrétise les exigences relatives à la collaboration des acteurs impliqués afin de maintenir la sécurité de l'approvisionnement. Dans ce contexte, l'interaction entre les gestionnaires de réseaux de distribution régionaux et communaux d'une part et Swissgrid, la société nationale du réseau de transport, d'autre part joue un rôle central. Lorsque la stabilité de l'exploitation du réseau est menacée, la coordination des différentes mesures et des niveaux de réseau impliqués revêt une importance capitale. La présente recommandation de la branche forme la base de la collaboration et de la coordination entre, d'une part, les gestionnaires de réseau de distribution censés garantir la stabilité de l'exploitation du réseau aux niveaux de réseau 2 à 7 et, d'autre part, la société nationale du réseau de transport en tant qu'exploitant système initiateur au niveau de réseau 1. Elle doit notamment servir aux gestionnaires de réseau pour la préparation d'une série de mesures possibles pour garantir une exploitation stable du réseau. Cela inclut la préparation du délestage manuel en tant que mesure de dernier recours.

(2) De manière générale, Figure 2 met en évidence la différence entre les mesures de maintien de la stabilité du réseau et OSTRAL (Organisation pour l'approvisionnement en électricité) avec les principaux



documents de base. Les mesures visant à maintenir la stabilité du réseau se répartissent en mesures de fréquence, de gestion des congestions et de tension, destinées à garantir un fonctionnement stable du réseau. Dans le cadre d'OSTRAL en revanche, il s'agit de la gestion de l'énergie au sens d'une gestion de la production ou de la demande en cas de crise. Afin que les mesures de gestion réglementée élaborées par OSTRAL puissent être menées à bien, le Conseil fédéral doit d'abord adopter l'ordonnance sur la gestion de l'électricité (OGEI). Les actions du gestionnaire de réseau dans le cas d'OSTRAL reposeront ainsi directement sur les dispositions des ordonnances fédérales.

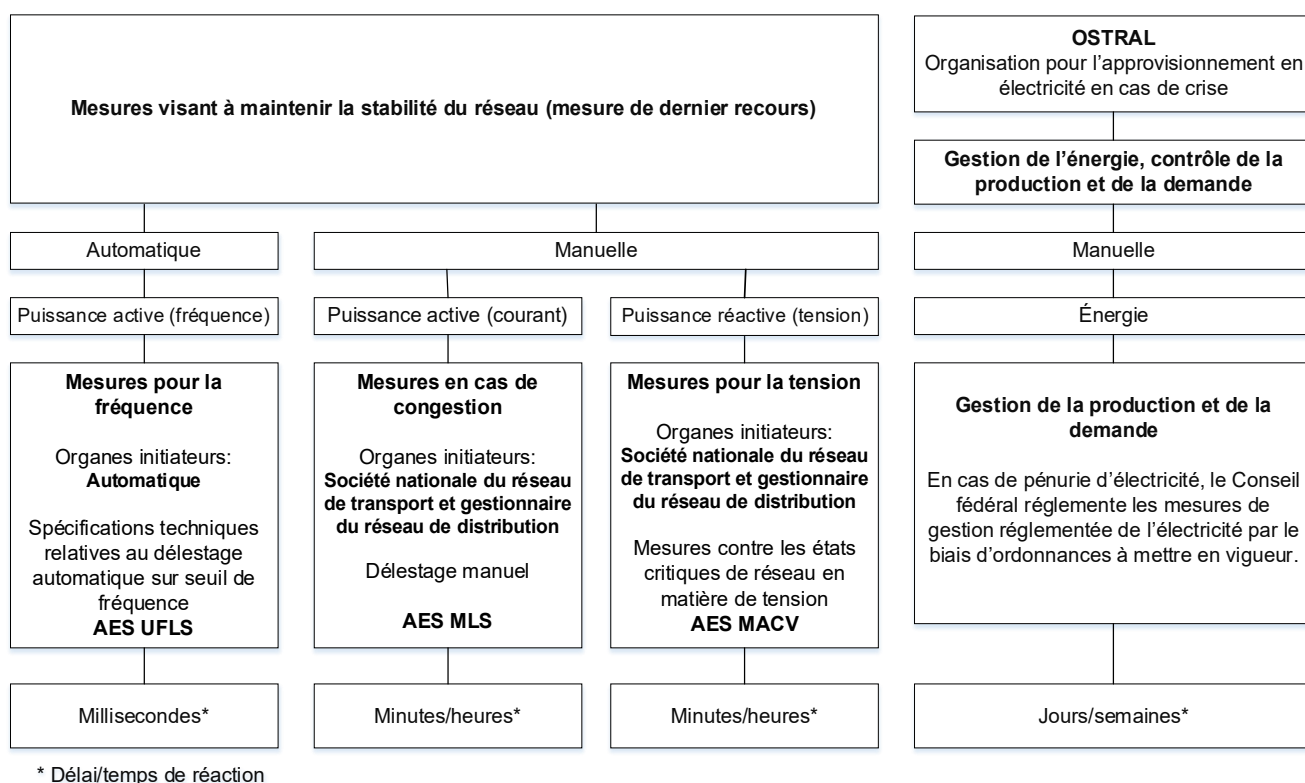


Figure 2: Différenciation des mesures de dernier recours

- (3) En ce qui concerne les mesures de fréquence, en particulier le délestage fréquentométrique (under frequency load shedding, UFLS) est décrit dans une recommandation de la branche de l'AES distincte (*Spécifications techniques relatives au délestage automatique sur seuil de fréquence, AES UFLS*). Il est déclenché de manière automatisée et met l'accent sur le délestage à l'échelle du réseau interconnecté en cas de perturbation majeure.
- (4) Les mesures de tension visant à éviter les états de réseau critiques en matière de tension (measures to avoid critical voltage, MACV) ont pour objectif de maintenir la stabilité du bilan de puissance réactive dans les réseaux. Elles sont décrites dans une recommandation de la branche de l'AES dédiée (*Mesures visant à éviter les états de réseau critiques en matière de tension, AES MACV*). Dans ces mesures, le délestage manuel est également le dernier recours en cas d'effondrement de la tension.



- (5) Le délestage manuel (manual load shedding, MLS), qui s'inscrit dans le cadre des mesures en cas de congestions, revêt une grande importance pour le maintien de l'exploitation du système. Son objectif en tant que mesure en cas de congestion est d'équilibrer la puissance active dans le réseau. Le délestage manuel sert à soulager localement le réseau en cas de perturbations géographiquement limitées. Il n'est mis en œuvre qu'après avoir épuisé au préalable toutes les autres mesures possibles, par exemple les modifications topologiques ou encore l'activation des réserves supplémentaires.

3. États de réseau

- (1) Dans le cadre de la planification et de la gestion de l'exploitation du réseau, on distingue différents états de réseau. Afin de maintenir l'état de réseau normal ou d'y revenir après une perturbation, la société nationale du réseau de transport prend des mesures décrites dans le Transmission Code. C'est également dans ce document que sont définies les notions d'état de réseau normal, dégradé et perturbé et de situation de réseau critique (cf. Figure 3). En fonction de l'état et de la situation de réseau, la société nationale du réseau de transport dispose de différents droits d'établir des directives.

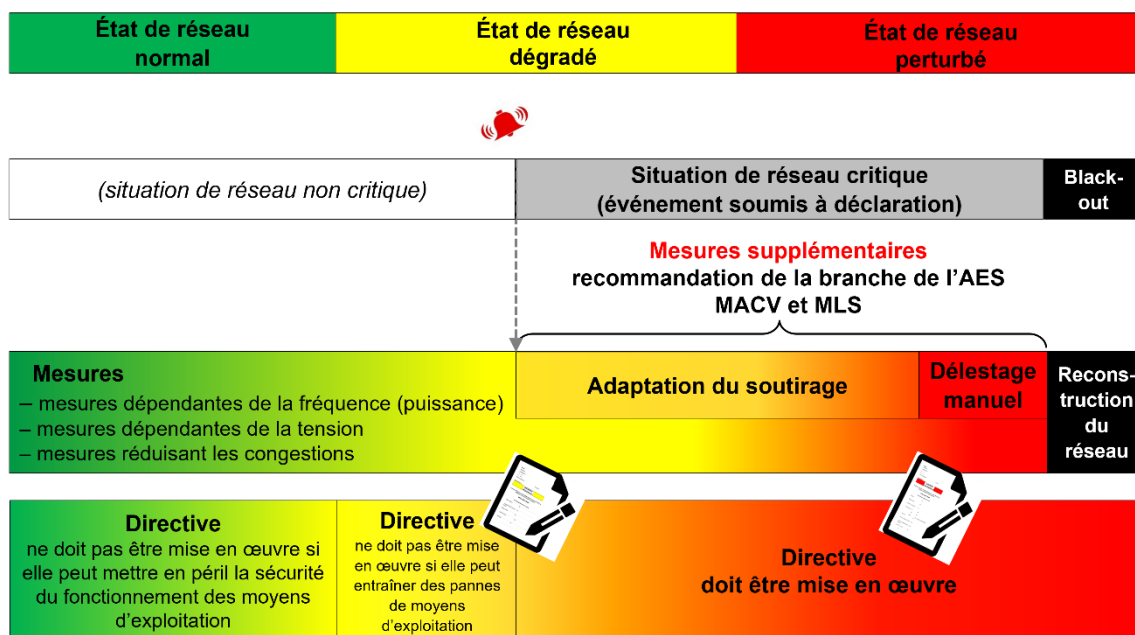


Figure 3: Vue d'ensemble des états et situations de réseau

- (2) Le délestage manuel ordonné par la société nationale du réseau de transport représente une mesure de dernier recours visant le sauvetage du réseau au niveau local lorsque celui-ci est dans une situation critique, en respectant quelques conditions marginales fondamentales. Étant donné que cette étape entraîne une interruption régionale de l'approvisionnement pour des consommateurs finaux, elle n'est alors acceptable comme mesure de dernier recours que lorsqu'elle permet d'empêcher une propagation de la perturbation et ainsi l'extension des dommages. Le délestage manuel ne doit pas être utilisé de manière abusive pour reporter d'éventuels investissements ou extensions du réseau.



4. Bases du délestage manuel

- (1) L'objectif du délestage est d'éviter, grâce à un délestage partiel, une dégradation supplémentaire ou une défaillance du réseau, et de revenir le plus rapidement possible à l'état normal du réseau (vert) ou, au moins, de passer de l'état perturbé à l'état dégradé (jaune). Un délestage manuel contribue généralement de manière significative à un rétablissement nettement plus rapide du réseau.
- (2) Le délestage manuel induit le délestage du circuit d'approvisionnement, mais aussi dans le même temps, une modification de l'équilibre entre production et consommation, ce qui, en règle générale, doit entraîner une adaptation de la production. Il faut également tabler dans la région du délestage sur un niveau de tension plus élevé qui en résulterait directement.
- (3) Le délestage manuel sert principalement à garantir la sécurité d'approvisionnement d'une zone géographiquement délimitée grâce à des délestages partiels effectués précisément dans cette zone. Les utilisateur·rice·s raccordé·e·s au réseau de cette région seront alors affecté·e·s de différentes manières en fonction du réseau.

5. Cas d'application

- (1) Un délestage manuel peut être nécessaire pour les cas d'application suivants. Il peut être utilisé principalement en cascade ou seul.

5.1 Suite à l'échec des mesures prises en cas de congestions; surcharges

- (1) Au sein du réseau de transport, des surcharges régionales ou locales se produisent (p. ex. transformateurs de couplage). Une fois toutes les mesures de délestage préalables orientées réseau et marché épuisées (adaptation du soutirage) conformément au chapitre 7.1, une surcharge supplémentaire des moyens d'exploitation restants est évitée dans une région grâce à un délestage manuel ciblé, ce qui permet d'éviter l'effondrement total du réseau de cette région. Cela nécessite alors une coordination entre la Société nationale pour l'exploitation du réseau et les autres exploitants système afin de désamorcer la situation et de retrouver une exploitation de réseau sûre.

5.2 Suite à l'échec des mesures de tension; écarts de tension

- (1) Une baisse incontrôlable de la tension de réseau est désignée comme une instabilité ou un effondrement de la tension. L'effondrement de la tension peut s'étendre d'une période de quelques secondes à plusieurs heures. Même en cas de surtension, le rétablissement de la tension ne peut, dans certaines circonstances, être obtenu que par des mesures de délestage.
- (2) Des explications détaillées sont décrites dans la recommandation de la branche de l'AES *Mesures visant à éviter les états de réseau critiques en matière de tension*, AES MACV.

5.3 Suite à l'échec des mesures de fréquence; violation de fréquence

- (1) Si, après un événement UFLS (under frequency load shedding), la fréquence du réseau reste à un niveau instable – c'est-à-dire que le réseau ne peut pas revenir de lui-même dans la plage de fonctionnement normale de ± 200 mHz (49,8 Hz à 50,2 Hz) –, le réseau se trouve alors dans une situation critique.



- (2) Dans ce cas, les mesures nécessaires doivent être déclenchées de manière analogue au délestage manuel (MLS). Ces mesures ne se limitent plus aux nœuds locaux, mais doivent être réparties de manière homogène sur l'ensemble de la zone de desserte concernée.
- (3) Des explications détaillées concernant l'UFLS sont décrites dans la recommandation de la branche *Spécifications techniques relatives au délestage automatique sur seuil de fréquence, AES UFLS*.

6. Conditions-cadres pratiques et défis

- (1) Le réseau de transport est largement exploité dans des structures maillées. Cela est également le cas en principe pour le niveau de réseau 3, en aval. Par conséquent, le délestage manuel doit principalement être mis en œuvre au niveau de réseau 4 ou, à défaut, sur les départs de niveau de réseau 5 dans les sous-stations. En général, c'est à partir du niveau de réseau 5 que les lignes ne sont plus maillées et que la mise en œuvre d'un délestage manuel devient efficace. Si un trop grand nombre de transformateurs du niveau de réseau 4 ou de départs du niveau de réseau 5 doivent être délestés pour atteindre une valeur de puissance efficace, il est alors également possible de délester des réseaux partiels entiers du niveau de réseau 3. Le délestage de certains transformateurs du niveau de réseau 2 entraînerait potentiellement d'autres moyens d'exploitation et par conséquent des états de réseau incontrôlés; c'est pourquoi il n'entre pas en ligne de compte.
- (2) La société nationale du réseau de transport dirige la mise en œuvre. Tous les exploitants système adaptent les processus internes, et si nécessaire, les conventions de raccordement et d'exploitation correspondantes, et garantissent que les mesures peuvent être mises en œuvre.

7. Particularités du délestage manuel

- (1) En dernier recours, si toutes les mesures prioritaires sont déployées, le délestage manuel peut être mis en œuvre. Afin d'éviter tout danger ou perturbation, chaque exploitant système est tenu, à la demande de la Société nationale du réseau de transport, de mettre en œuvre des mesures de délestage, conformément au chapitre 7.1, avant que le délestage manuel ne soit ordonné.
- (2) Il peut s'avérer judicieux de prévoir le délestage manuel aux mêmes points de délestage que le délestage automatique (UFLS). Des démaillages préalables peuvent s'avérer nécessaires. En revanche, pour le délestage manuel, les composantes locales occupent le premier plan, c'est-à-dire que le lieu du délestage doit impérativement convenir au lieu/à la région de la surcharge sur le plan topologique.
- (3) Afin de pouvoir mettre en œuvre efficacement un délestage manuel, les exploitants système doivent prendre des dispositions. Ces dernières comprennent des adaptations organisationnelles et techniques appropriées.
- (4) Lors d'un délestage manuel, des installations de production peuvent également être délestées en fonction de la situation de réseau ou du point de délestage. Les délestages de charge et de production influencent à leur tour le groupe-bilan correspondant ou les programmes prévisionnels des installations de production.



7.1 Adaptation du soutirage – mesures de délestage orientées réseau et marché

- (1) Les mesures préparatoires possibles sont consignées dans la liste qui suit. Ces mesures sont coordonnées par l'exploitant système initiateur, la Société nationale pour l'exploitation du réseau, en collaboration avec les exploitants système et les responsables système en aval. L'ordre des mesures est en principe le suivant, mais peut varier en fonction de la situation, notamment si les mesures peuvent être atteintes plus rapidement dans un autre ordre. Il est à noter que les responsables système n'ont pas toujours toutes les mesures à disposition.
 1. Annulation de travaux et remise en service des éléments de réseau
 2. Application des mesures topologiques (changement de jeux de barres, exploitation avec plusieurs jeux de barres, séparation du réseau, marche en antenne).
 3. Couplage d'installations de compensation supplémentaires (condensateurs ou bobines d'arrêt)
 4. Utilisation des transformateurs déphaseurs (changement de gradin du réglage transversal ou diagonal)
 5. Modification de la tension (consigne) sur les réseaux de transport et de distribution
 6. Blocage des commutateurs à gradins automatiques des transformateurs
 7. Adaptation de l'injection de la puissance active ou réactive des installations de production
 8. Activation des réserves en puissance d'urgence
 9. Activation des réserves en puissance en dehors de la zone de desserte propre
 10. Recours à un redispatching national et/ou international convenu par contrat
 11. Délestage de pompes d'accumulation
 12. Délestage d'installations de production
 13. Optimisation de charges via la gestion de la charge et les installations de télécommande centralisée
 14. Délestage de clients interruptibles liés par contrat

7.2 Précisions et compléments aux points 1 à 14 du chapitre 7.1

- (1) Si des mesures doivent être prises pour éviter un effondrement de tension, ce sont les mesures et procédures décrites dans la recommandation de la branche *Mesures visant à éviter les états de réseau critiques en matière de tension, AES MACV* qui font foi et doivent être appliquées.
- (2) Les mesures énumérées s'appliquent à l'ensemble des installations d'injection et de soutirage et englobent, par exemple, les systèmes de stockage par batterie.
- (3) Les situations de réseau critiques peuvent de plus en plus souvent survenir non seulement en ce qui concerne la charge (soutirage), mais aussi la production (injection). En conséquence, la mise sous ou la mise hors tension des installations d'injection et de soutirage peut s'effectuer en fonction des besoins.
- (4) En tant que gestionnaire de réseau de distribution, vous disposez également, comme instrument au sens de la cascade, des utilisations garanties conformément à l'art. 17c, al. 4, let. b LApEI.



8. Principes et application du principe de cascade

- (1) Quel que soit le niveau de tension ou de réseau auquel les exploitants système sont raccordés, des injections et/ou des charges côté réseau peuvent influencer sur la sécurité du système dans la zone de réglage Suisse. Afin de préparer les mesures nécessaires de l'exploitant système requérant et de pouvoir finalement les appliquer, il faut au préalable procéder à l'échange de données ou d'informations entre les exploitants système qui sont reliés en cascade.
- (2) Les données et informations requises sont réglées dans l'accord d'exploitation ou dans le contrat de raccordement au réseau.

8.1 Principes de la responsabilité système

- (1) La responsabilité système recouvre les différents aspects pour maintenir la sécurité du système. Celle-ci est garantie si ni le bilan système, ni la sécurité du réseau ne sont menacés ou perturbés.
- (2) Les principes suivants s'appliquent:
 - La sécurité de l'équilibre du bilan de la charge et de la production dans la zone de réglage Suisse incombe à la société nationale du réseau de transport.
 - Chaque exploitant système a la responsabilité de la sécurité du système dans son domaine de responsabilités.
 - Pour la mise en œuvre des mesures, il peut être nécessaire d'adopter une approche en cascade sur les niveaux de réseau, émanant de la Société nationale pour l'exploitation du réseau, qui constate une menace ou une perturbation de la sécurité du système (exploitant système initiateur).

8.2 Interface société nationale du réseau de transport avec les responsables système

- (1) Sur un réseau de distribution comprenant plusieurs exploitants système, il convient de fixer un responsable système qui assumera toutes les obligations et les responsabilités pertinentes.
- (2) Un exploitant système est défini comme responsable système; il coordonne le délestage manuel avec la société nationale pour l'exploitation du réseau.
- (3) Toutes les données et les informations (p. ex. puissance de raccordement) doivent être mises à la disposition du responsable système afin que celui-ci puisse assumer ses obligations et ses responsabilités.

8.3 Principe de la cascade

- (1) Si des mesures sont nécessaires, l'exploitant système initiateur (la société nationale pour l'exploitation du réseau) détermine le besoin d'adaptation pour son propre réseau, ainsi que pour les points de raccordement des exploitants système directement situés en aval dans la cascade. Les mesures nécessaires qui en découlent sont ensuite prises par l'exploitant système et, là où cela est nécessaire, transmises au sein de la cascade. Ce processus est poursuivi jusqu'au dernier exploitant système se trouvant en aval. Cela signifie donc que seul l'exploitant système ou le poste de commande mandaté



pour cela déconnecte le consommateur final du réseau. L'obligation de documentation selon le chapitre 10.3 suit également le principe de la cascade.

(2) Au sein de la cascade, il existe les fonctions suivantes, cf. Figure 4:

- La société nationale pour l'exploitation du réseau déclenche la mesure de délestage du réseau (adaptation du soutirage ou délestage manuel).
- Le requérant est l'exploitant système qui ne peut pas procéder intégralement à un délestage manuel et doit ainsi en déléguer une partie.
- L'exécutant est l'exploitant système qui doit procéder au délestage manuel.

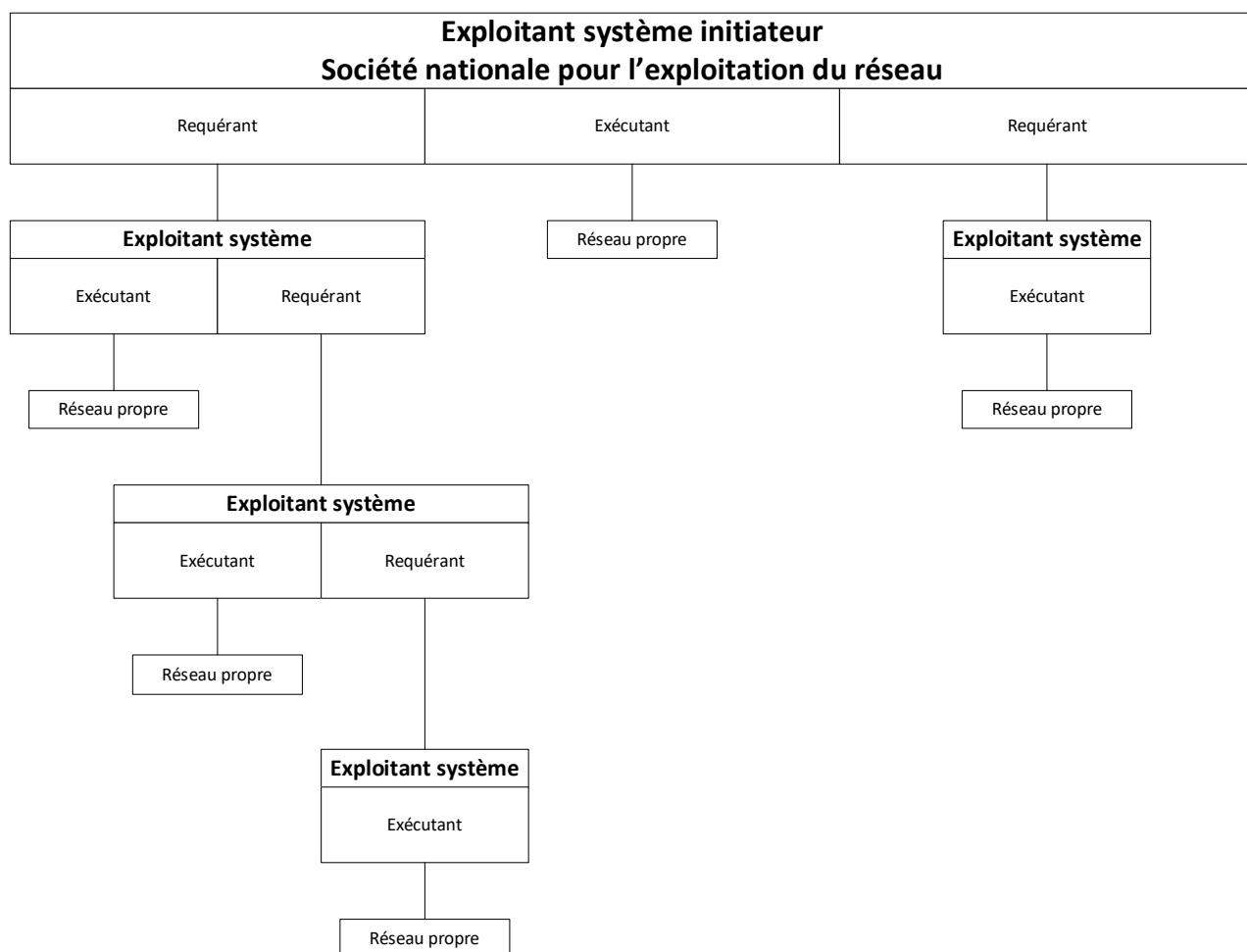


Figure 4: Vue d'ensemble des fonctions des exploitants système dans la cascade



8.4 Procédure lorsque les mesures ne peuvent être exécutées

- (1) Les exploitants système sont en principe tenus de prendre toutes les mesures nécessaires afin d'éviter les obstacles à la réalisation lors de l'exécution d'une cascade.
- (2) S'il est impossible pour un exploitant système exécutant de mettre en œuvre les demandes qui lui incombent avec ses propres moyens ou en intégrant les exploitants système en aval, il convient de documenter le motif de cet obstacle à la réalisation. L'existence d'un obstacle à la réalisation doit être immédiatement signalée à l'exploitant système requérant.
- (3) Si la mesure ne peut pas être réalisée, la société nationale du réseau de transport décide des autres mesures à prendre et définit, le cas échéant, une nouvelle demande.

8.5 Adaptation des systèmes de sécurité

- (1) La demande et la levée des mesures s'effectuent selon la systématique telle que représentée à la Figure 3.

8.5.1 Annonce d'une cascade opérationnelle

- (1) L'exploitant système requérant envoie une annonce à tous les responsables système directement situés en aval. Pour toute autre communication, se reporter à la section 8.4. L'annonce est effectuée par écrit (p. ex. par e-mail) et oralement à l'aide du formulaire «Annonce – Adaptation du soutirage» (annexe A). Si possible, elle est faite en respectant un délai d'environ 2 heures avant la demande. Ce temps est nécessaire pour établir la disponibilité de tous les services opérationnels de la cascade.
- (2) La société nationale du réseau de transport déclare en même temps une situation de réseau critique locale.
- (3) Les principaux points de l'annonce sont les suivants:
 - information sur la date escomptée et sur le type de mesures ainsi que sur la durée prévue;
 - nœud ou zone de desserte vraisemblablement concerné(e);
 - information sur la forme de danger;
 - si possible, estimation de l'adaptation de la puissance en MW (en fonction de la direction).
- (4) Un éventuel démaillage doit obligatoirement être vérifié et mis en œuvre par l'exploitant système compétent pour réduire au minimum la charge effective à délester.

8.5.2 Demande durant une cascade opérationnelle

- (1) L'exploitant système requérant envoie une demande à tous les responsables système directement situés en aval. Pour toute autre communication, se reporter au chapitre 9.4. La demande est effectuée par écrit et oralement à l'aide du formulaire «Demande – Délestage manuel» (annexe B).
- (2) Les principaux points de la demande sont les suivants:
 - les nœuds d'injection et de soutirage concernés assortis des niveaux de réseau;
 - la date de début pour une mesure exécutoire ainsi que la date de fin prévue le cas échéant;
 - l'information sur la forme de danger ou l'indication de la cause (impact);



- le besoin concret d'adaptation de la puissance en MW, c.-à-d. qu'il faut toujours indiquer la valeur RÉELLE (valeur instantanée de la puissance) ainsi que la valeur SOUHAITÉE en fonction de la direction. La valeur d'adaptation de la puissance en MW repose sur les nœuds indiqués. La valeur RÉELLE est déterminée juste avant la demande (voir chapitre 10.2).

(3) Si cette demande ne suffit pas, une demande supplémentaire est effectuée (cf. Figure 5).

8.5.3 Levée après une cascade opérationnelle

- (1) L'exploitant système requérant envoie un ordre de levée à tous les responsables système directement situés en aval. Pour toute autre communication, se reporter au chapitre 9.4. La levée se fait oralement et par écrit, à l'aide du formulaire «Levée» (annexe C).
- (2) Les principaux points de l'ordre de levée sont les suivants:
 - les nœuds d'injection et de soutirage concernés assortis des niveaux de réseau;
 - la date de fin doit être communiquée de manière précise et contraignante à l'exploitant système exécutant.

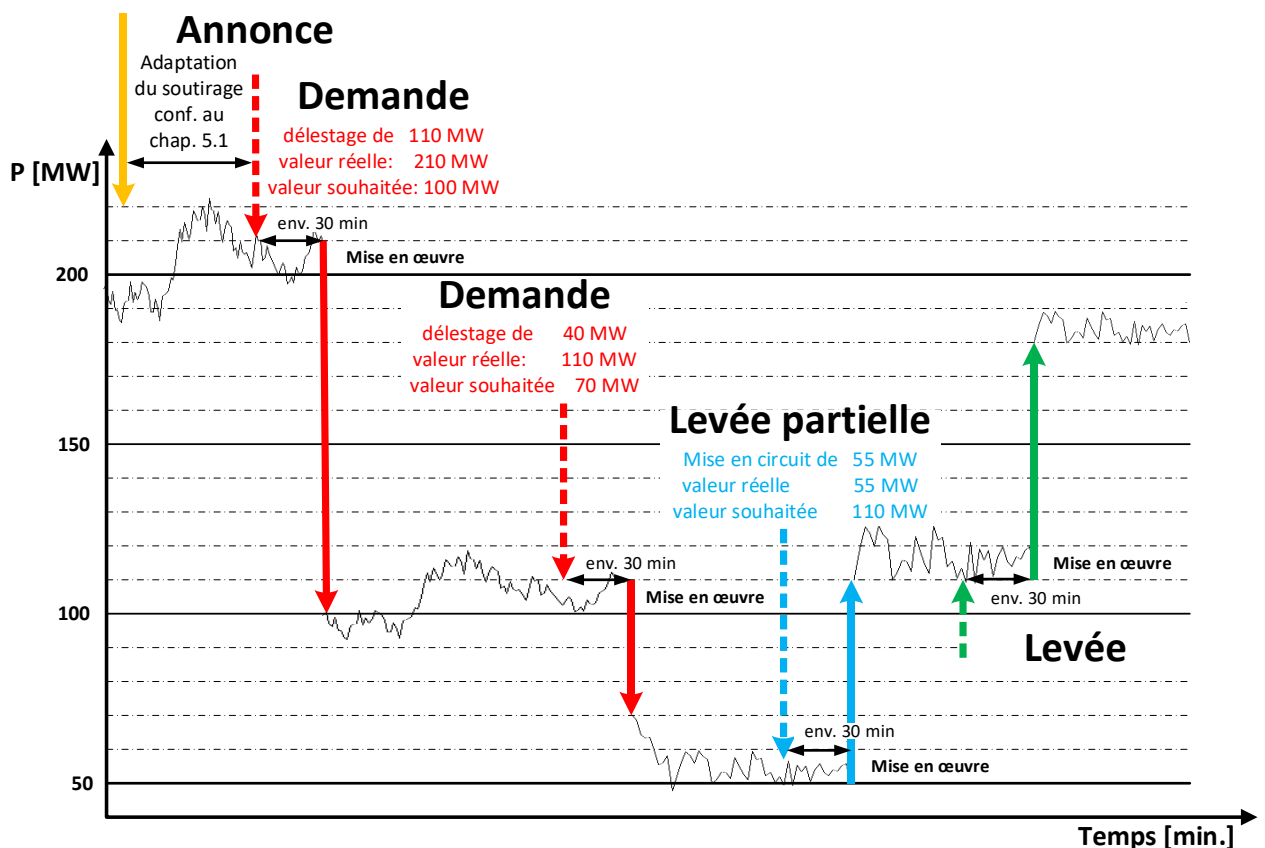


Figure 5: Exemple de déroulement d'un délestage manuel



8.6 Temps de réaction pour la mise en œuvre des demandes

- (1) Le délestage du réseau devrait être mis en œuvre dans les 30 minutes suivant la réception de la demande par la société nationale du réseau de transport. Une annonce aux exploitants système situés en amont et en aval devrait ainsi toujours être effectuée aussi tôt que possible.
- (2) Les surcharges ou les problèmes de tension sont très souvent des processus dits «insidieux»; qui peuvent durer de quelques minutes à plusieurs heures. La période précédant un délestage manuel (c.-à-d. à compter de l'annonce d'adaptation du soutirage, annexe A) doit donc être mise à profit pour mettre en place des contre-mesures efficaces en amont, telles que décrites au chapitre 7.1.

9. Échange d'informations dans le cadre de la cascade

9.1 Processus de communication

- (1) La communication a lieu via les canaux de communication standard entre les centres de conduite.
- (2) Pour assurer la cascade opérationnelle, un échange d'informations à tous les niveaux de la cascade est nécessaire aussi bien avant l'exécution de la cascade que pendant, et lors du traitement postérieur. Il est pertinent d'opter pour les mêmes normes techniques et pour une structure de communication homogène au sein d'une cascade. Tous les appelants, émetteurs et destinataires doivent être identifiables de manière univoque dans l'ensemble de la chaîne. Il convient d'envisager d'impliquer à temps des experts en communication (médias et public).
- (3) Après l'exécution du délestage manuel, tous les exploitants système concernés dressent un rapport et le font parvenir dans les quatre semaines à la société nationale du réseau de transport ainsi qu'aux exploitants système impliqués.

9.2 Défaillance de la communication

- (1) En cas de défaillance des systèmes de transmission de données (technique de téléconduite), une ou plusieurs valeurs de mesure défaillantes ou perturbées peuvent, le cas échéant, être calculées selon le processus d'établissement de valeurs de substitution.
- (2) Pendant la mise en œuvre du délestage manuel, il faut partir du principe que des portions du réseau de communication public ne sont plus alimentés en électricité et ne donc seront plus disponibles. Dans la mesure où cela est nécessaire et disponible, il faudrait utiliser des liaisons de communication qualifiées de «sûres en cas de coupure».
- (3) Les connexions de communication sûres en cas de coupure peuvent être un réseau téléphonique/radio supplémentaire général comme la téléphonie des CE, Polycom (réseau radio national des autorités et des organisations) ou des téléphones satellites.

9.3 Processus de communication externe

- (1) Les utilisateurs du réseau concernés et le public sont informés par la société nationale du réseau de transport ou par les exploitants système exécutants.



- (2) La société nationale du réseau de transport informe tous les exploitants système concernés par la mesure de dernier recours ainsi que l'autorité de régulation.
- (3) La société nationale du réseau de transport met dès que possible à la disposition des exploitants système exécutants des informations pour la communication externe.

9.4 Communication avec les infrastructures ferroviaires et les transports publics

- (1) Toutes les mesures (annonce, demande, levée partielle et levée) sont en outre communiquées par la société nationale de gestion du réseau aux exploitants système voisins (ESV).
- (2) Les exploitants d'infrastructures de transports publics sont informés, dans la mesure du possible, par le gestionnaire de réseau concerné, à l'exception de l'exploitant de système voisin (ESV).

10. Mise en œuvre des mesures de cascade

10.1 Généralités

- (1) Pour permettre un délestage ciblé sur le réseau HT/MT, des disjoncteurs commandables à distance sont nécessaires. D'une part, la réduction de la charge peut avoir lieu grâce au délestage aux niveaux de réseau 3 ou 4, ou grâce au délestage de départs moyenne tension dans la sous-station au niveau de réseau 5. Si ce délestage concerne le délestage par terre des champs de moyenne tension, il faut veiller à ce que ces derniers disposent d'une mesure de la puissance active.
- (2) Afin de parvenir à une automatisation du délestage puis du réenclenchement, une fonction propre pour le délestage manuel peut être implémentée dans le système de conduite du réseau. Il faut alors veiller à éviter les trop grands sauts de charge lors de l'enclenchement.
- (3) Pour les réseaux de distribution maillés avec plusieurs injections sur le réseau de niveau supérieur, il faut délester le cas échéant plus de consommateurs finaux afin que la demande puisse être respectée aux points de raccordement où la réduction est exigée.
- (4) Les groupes de déclenchement du délestage fréquentométrique automatique, qui sont déjà établis, peuvent servir d'aide.³
- (5) En fonction de la zone de desserte et des points de fourniture d'un exploitant système, un ripage de charge entre les points de fourniture doit être pris en considération.

10.2 Détermination et application de la clé de répartition

- (1) En cas de survenance d'un problème de puissance ou de tension sur le réseau de transport, la société nationale du réseau de transport définit la réduction de charge nécessaire en MW. À cette fin, une clé de répartition est appliquée à la consommation par rapport au déficit de puissance système. Les exploitants système en aval dans la cascade doivent définir au préalable une clé de répartition analogue avec les exploitants système situés directement en aval.

³ ENTSO-E code de réseau sur l'état d'urgence et la reconstitution du réseau électrique, 24.11.2017
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R2196>



- (2) L'utilisation d'une clé de répartition présente les avantages suivants:
- Prise en compte de la charge réelle.
 - Amélioration de l'efficacité grâce à l'utilisation de valeurs en ligne.
- (3) La détermination des modifications de charge est effectuée sur la base de données en temps réel fidèles à la réalité ou obtenues via des installations de référence, qui sont disponibles au sein du système de conduite du réseau ou d'autres systèmes IT des exploitants système chargés de l'exécution.

10.3 Documentation et reporting

- (1) Un délestage manuel doit être documenté en détail après chaque mise en œuvre. À des fins de traçabilité, les informations suivantes doivent être consignées par écrit et coordonnées au sein de la cascade:
- mesures préparatoires concernant l'adaptation du soutirage;
 - motif de la demande;
 - informations préalables éventuelles relatives à un délestage prévu ultérieurement;
 - mesures déjà prises précédemment;
 - raison de la non-mise en œuvre éventuelle des mesures préalables;
 - date précise de la demande;
 - date précise, lieu et volume du délestage;
 - durée du délestage;
 - mesures visant à rétablir un fonctionnement sûr, y compris la remise en service des charges délestées;
 - écarts au sein du groupe-bilan ou des programmes prévisionnels des installations de production.

11. Formation et entraînement

- (1) Parallèlement à la mise en œuvre du délestage manuel, des exercices et des entraînements communs doivent être organisés entre la société nationale du réseau de transport et les exploitants système directement raccordés au réseau de transport. Le simulateur réseau de la société nationale du réseau de transport constitue une composante essentielle de cet entraînement. De plus, des exercices réguliers entre les centres de conduite doivent être effectués, en tenant compte des différentes situations de délestage du réseau. Les entraînements sont organisés régulièrement par la société nationale du réseau de transport.

12. Exploitant système des niveaux de réseau 2 à 7 comme organe initiateur

- (1) Les exploitants système des niveaux de réseau 2 à 7 peuvent également être l'organe initiateur d'un délestage manuel dans leur zone de desserte. Cela peut notamment être le cas en cas de surcharges régionales ou locales, d'instabilité de tension ou d'effondrement de tension. Dans ce cas, l'exploitant système concerné décide lui-même si un délestage manuel doit être effectué conformément aux processus et aux directives de la présente recommandation de la branche (principe de cascade, échange d'informations, mise en œuvre des mesures, formation). La direction du réseau de la société nationale pour l'exploitation du réseau est informée dans les meilleurs délais des mesures déclenchées ayant des répercussions significatives sur le réseau de transport.



13. Perspectives

- (1) La mise hors tension des clients interruptibles liés par contrat permettra, le cas échéant, de réduire au minimum les délestages des autres consommateurs.
- (2) La circulation de l'information au sein de la cascade, notamment entre la société nationale du réseau de transport et les opérateurs en aval directs, devra s'effectuer par des canaux de communication numériques sécurisés et non par fax, e-mail, etc., qui risquent de ne pas fonctionner correctement en cas de perturbation.



Annexe A, formulaires (proposition de mise en œuvre)

Émetteur:

Poste de conduite xxx

Interlocuteur xxx

Tél. +41 xx

Fax +41 xx

E-mail: muster@muster.ch

Lieu et date

À: exploitant système xx

	ANNONCE Adaptation du soutirage	
--	--	--

Exécution de mesures de «délestage manuel» conformément à la recommandation de la branche de l'AES «MLS-CH2026» auprès d'exploitants système ou de responsables systèmes situés en aval.

Version: *date/heure*

À remplir par l'exploitant système requérant

Danger potentiel	Texte
Nœud ou zone de desserte vraisemblablement concerné(e)	Texte
Période possible	Texte
Délestage visé MW
Remarques	Texte



Annexe B, formulaires (proposition de mise en œuvre)

Émetteur:

Poste de conduite xxx

Interlocuteur xxx

Tél. +41 xx

Fax +41 xx

E-mail: muster@muster.ch

Lieu et date

À: exploitant système

	DEMANDE Délestage manuel	
--	---	--

Exécution de mesures de «délestage manuel» conformément à la recommandation de la branche de l'AES «MLS-CH2026» auprès d'exploitants système ou de responsables systèmes situés en aval.

Version: *date/heure*

À remplir par l'exploitant système requérant

Danger		Texte
Zone de desserte concernée		Texte
Nom du nœud avec niveau de tension		Texte
Ampleur de l'adaptation	RÉELLE MW
	CIBLE MW
	Différence MW déclenchement/enclenchement (au choix)
Remarques		Texte
Heure de début de l'adaptation		hh:min
Heure de la fin prévue de l'adaptation		hh:min
Adaptation		
Motifs de l'adaptation		Texte



Annexe C, formulaires (proposition de mise en œuvre)

Émetteur:

Poste de conduite xxx

Interlocuteur xxx

Tél. +41 xx

Fax +41 xx

E-mail: muster@muster.ch

Lieu et date

À: exploitant système



Exécution de mesures de «délestage manuel» conformément à la recommandation de la branche de l'AES «MLS-CH2026» auprès d'exploitants système ou de responsables systèmes situés en aval.

Version: *date/heure*

À remplir par l'exploitant système requérant

Zone de desserte concernée	Texte
Remarques	Texte
Heure de fin de toute adaptation	hh:min
Motifs de l'adaptation	Texte



Annexe D, formulaires (proposition de mise en œuvre)

Émetteur:

Poste de conduite xxx

Interlocuteur xxx

Tél. +41 xx

Fax +41 xx

E-mail: muster@muster.ch

Lieu et date

À: exploitant système xx

	LEVÉE PARTIELLE Délestage manuel	
--	---	--

Exécution de mesures de «délestage manuel» conformément à la recommandation de la branche de l'AES «MLS-CH2026» auprès d'exploitants système ou de responsables systèmes situés en aval.

Version: *date/heure*

À remplir par l'exploitant système requérant

Danger			Texte
Zone de desserte concernée			Texte
Nom du nœud avec niveau de tension			Texte
Ampleur de l'adaptation	RÉELLE MW	
	CIBLE MW	
	Différence MW	déclenchement/enclenchement (au choix)
Remarques			Texte
Heure de début de l'adaptation			hh:min
Heure de la fin prévue de l'adaptation			hh:min
Adaptation			
Motifs de l'adaptation			Texte

