

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse

Band: 107 (2016)

Heft: 6

Artikel: Nouvelle méthode de quantification de la sécurité d'approvisionnement

Autor: Mösch, Lukas / Moor, Daniel

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857148>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Nouvelle méthode de quantification de la sécurité d'approvisionnement

Eris identifie les mesures nécessaires pour optimiser les réseaux

Les exploitants accordent une attention croissante à la sécurité et à la facilité de gestion de leurs réseaux. L'évaluation quantitative de la sécurité d'approvisionnement revêt de plus en plus d'importance tant dans le cadre de leur exploitation que de leur planification. C'est dans ce contexte qu'Axpo a développé l'indice de qualité Eris (Evaluation of Reliability Index for electric Systems) basé sur des paramètres de flux de charge, de structure et d'état. Il tient compte non seulement de la topologie du réseau et de l'état des divers moyens d'exploitation, mais aussi de différentes situations de charge et de production. L'évaluation intègre ainsi tous les paramètres pertinents du réseau. Eris permet, de plus, d'évaluer les effets des investissements sur la sécurité d'approvisionnement.

Lukas Mösch, Daniel Moor

Le but d'un exploitant de réseau consiste à exploiter un réseau qui soit à la fois fiable et efficient. L'important est de pouvoir trouver un équilibre optimal entre ces objectifs à première vue assez contradictoires. Pour le premier objectif – la fiabilité – on utilise souvent des indices tels que le Saidi (System Average Interruption Duration Index) et le Saifi (System Average Interruption Frequency Index). Ces indices présentent néanmoins des inconvénients majeurs: ni l'un ni l'autre ne tiennent compte de la structure des consommateurs branchés sur le réseau. Par ailleurs, ils ne fournissent aucune indication sur les possibles risques d'approvisionnement. Si l'approvisionnement de toute une agglomération n'est assuré que par une seule ligne pendant une longue période, ce risque élevé n'aura un impact sur ces indices que si cette ligne est effectivement victime d'une panne.

Les calculs de fiabilité sont un outil reconnu pour l'évaluation des réseaux lors de leur planification. Comme on utilise généralement de grandes bases de données statistiquement représentatives pour évaluer la fiabilité des réseaux, les indices ne reflètent généralement pas (ou seulement en partie) la situation de son propre réseau. Par ailleurs, les états des installations ne sont pas pris en compte

dans les calculs de fiabilité. Les critères purement topologiques dans la planification de réseaux maillés tels que le nombre de perturbations (n-1) se révèlent généralement insuffisants, étant donné que cette valeur n'intègre pas le degré de perturbation du réseau lors d'une panne d'un moyen d'exploitation supplémentaire. Enfin, de manière générale, les exploitants de réseau évaluent séparément la planification d'extension et la planification de renouvellement. La nécessité du renouvellement des moyens d'exploitation dans un réseau sûr (n-2)

est néanmoins clairement moindre que dans un réseau sûr (n-1), voire (n-0). L'aspect système doit donc également être pris en compte de façon appropriée dans la planification de renouvellement.

Compte tenu de ces facteurs ainsi que de la complexité et de la dynamique croissantes des réseaux électriques (songeons à l'augmentation des variations des flux de charge dues à l'injection de courant issu des nouvelles énergies), Axpo a développé l'indice de qualité de réseau Eris (Evaluation of Reliability Index for electric Systems) pour l'évaluation de la sécurité d'approvisionnement et en a déposé le brevet.

Eris permet de relier les investissements d'extension et de renouvellement directement à la sécurité d'approvisionnement. L'impact de la mesure mise en œuvre peut être représenté quantitativement à l'aide de l'indice de qualité. De la sorte, les investissements peuvent être planifiés de façon ciblée – compte tenu du degré souhaité de sécurité d'approvisionnement – et en temps utile. En outre, Eris permet de comparer des variantes de réseau, d'évaluer/optimiser la planification de réseau cible et d'évaluer le report dans le temps des investissements en termes de sécurité d'approvisionnement.

Définir les exigences

Dans un premier temps, il a fallu définir les exigences auxquelles devait

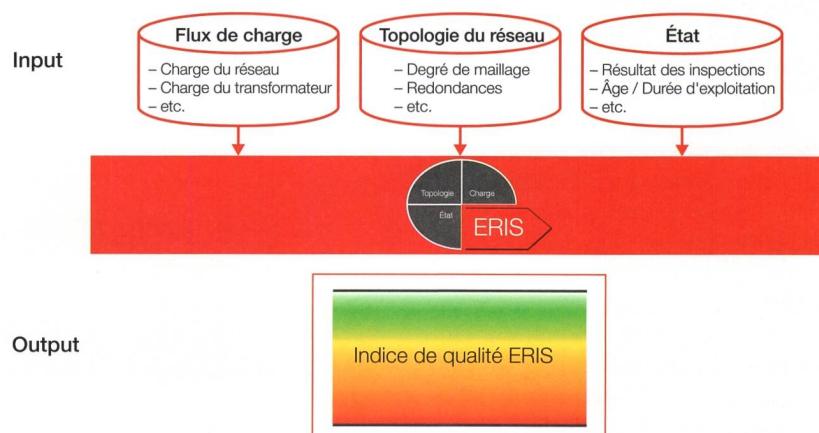


Figure 1 Représentation schématique d'Eris.

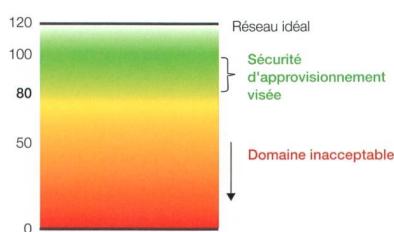


Figure 2 Échelons de l'indice de qualité Eris.

répondre une méthode d'évaluation pour un futur indice de qualité d'approvisionnement. L'accent a été mis sur une utilisation aussi étendue que possible de cet indice. Par ailleurs, l'indice n'était pas censé seulement servir pour des décisions d'investissement futures, mais devait permettre aussi, rétrospectivement, de mesurer la sécurité d'approvisionnement effective. Les autres exigences portaient sur un haut degré de flexibilité dans l'introduction des valeurs d'entrée. Et enfin, l'indice devait pouvoir être utilisé tant pour des réseaux entiers que pour des sous-réseaux, et donc être modulable.

Définition du nouvel indice de qualité

Eris se base sur des informations relatives à la charge du réseau et à sa topologie ainsi que sur les états des installations. Ces trois paramètres principaux permettent de procéder à une évaluation approfondie de réseaux électriques. En soi, cela n'a rien de nouveau. Néanmoins, durant le développement d'Eris, une multitude de questions ont été passées en revue et analysées. Il est apparu en définitive que la mise en relation des réponses aux questions suivantes menait au résultat souhaité et donc à un indice de qualité fiable :

- Quelle est la charge du réseau ? Comment se présente le maintien de la tension ?
- Dans quelle mesure le réseau est-il maillé ? Quelle est la structure de réseau ? Y a-t-il des redondances ?
- Quel est l'état des éléments de réseau ? Quel âge ont ces derniers ?

Pour calculer l'indice de qualité Eris, il faut d'abord déterminer les paramètres liés à la charge « calculs de flux de puissance et de panne ». Les tensions des noeuds et les charges des éléments qui en sont tirées sont comparées aux valeurs « idéales ». Une grande attention a été accordée à la définition de ces valeurs idéales et du système correspondant, ce qui a exigé certaines études très détaillées. Les résultats des calculs sont pris en compte dans le modèle Eris.

La deuxième partie est consacrée à la topologie de réseau. Celle-ci est représentée dans l'outil Eris à la lumière du degré de maillage du réseau et de la configuration des postes de couplage (nombre de raccordements, possibilités de commutation dans les installations : double jeu de barres, sectionnement longitudinal, etc.).

Le troisième élément de calcul – les informations devant servir à déterminer les paramètres d'état des moyens d'exploitation – est tiré d'une banque de données d'état ou d'une source d'information analogue. Le cas échéant, pour déterminer approximativement la probabilité de panne, seul l'âge des composants peut être pris en compte.

La quantification de ces trois groupes principaux et de leur représentation sous la forme d'un indice est effectuée à partir de 17 paramètres définis qui sont pondérés, calculés et évalués au moyen d'un modèle de qualité (figure 1).

Donner une valeur à la sécurité d'approvisionnement

Avec Eris, la sécurité d'approvisionnement reçoit une valeur sans unité comprise entre 0 et 120 (figure 2), 120 représentant un réseau idéal. La fourchette peut être définie en fonction des exigences posées au réseau.

Ainsi, un exploitant de réseau peut définir une valeur cible comprise entre 80 et 100 pour la sécurité d'approvisionnement visée. Si le réseau reste dans la zone verte (figure 2), l'exigence est respectée. Si une variante de réseau présente une valeur supérieure à 100, la sécurité d'approvisionnement est (sur)assurée ; à l'inverse, si les valeurs Eris sont inférieures à 80, c'est le signe que des mesures doivent être prises.

Des valeurs situées entre 50 et 60 sont le propre de réseaux où, au moindre incident, la sécurité d'approvisionnement n'est plus garantie.

Les avantages d'Eris

Eris est un instrument idéal pour la planification et le développement des réseaux

grâce auquel il est possible de déterminer et de mesurer systématiquement la sécurité d'approvisionnement des réseaux. Cela permet une planification plus transparente et des optimisations plus ciblées, de façon que la sécurité d'approvisionnement se situe dans un cadre déterminé et défini. Ainsi, les effets de reports de projets ou de modifications de la topologie de réseau sur la sécurité d'approvisionnement peuvent être représentés en termes quantitatifs.

Eris convient donc idéalement à l'évaluation des variantes possibles de réseau cible. La comparaison de différentes structures de réseau ainsi que de divers scénarios de charge et de production est facile à réaliser. Compte tenu en particulier des exigences futures en matière d'intégration de l'électricité issue des énergies renouvelables en combinaison avec l'évolution de la charge, une grandeur de mesure pour la quantification de la sécurité d'approvisionnement est utile pour procéder de façon ciblée aux investissements nécessaires.

La figure 3 présente une comparaison de différentes variantes de réseau. Dans cet exemple, trois structures de réseau sont comparées les unes aux autres dans un scénario de charge défini. Seules les structures de réseau 1 et 2 apparaissent comme une structure de réseau judicieuse. La structure de réseau 3 entraîne des surcharges et des perturbations de tension et n'est donc pas une option réalisable.

L'utilisation d'Eris ne se limite toutefois pas à la planification de réseau. L'indice de qualité peut également être utilisé comme critère de planification des mises hors service d'éléments de réseau tels que des lignes ou des transformateurs. Ainsi, il est possible de spécifier que le réseau ne peut pas passer en dessous d'une valeur Eris déterminée lors de l'évaluation de situations d'exploitation. Le système conduit automatiquement au niveau de sécurité d'approvisionnement défini. Qui plus est, Eris peut servir à analyser des situations d'exploitation de réseau du passé pour pouvoir en tirer des enseignements pour le futur.

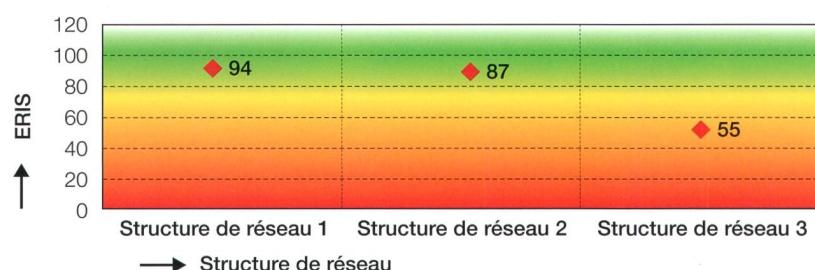
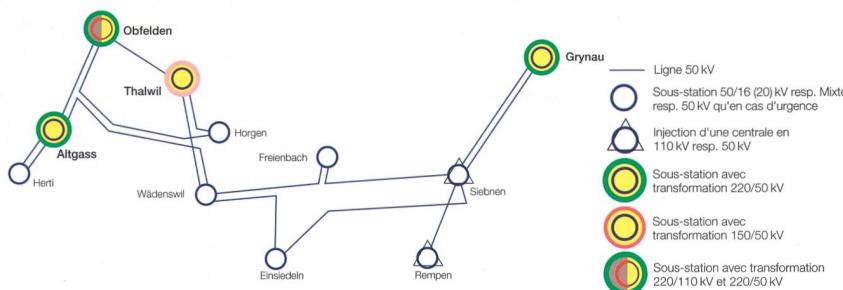
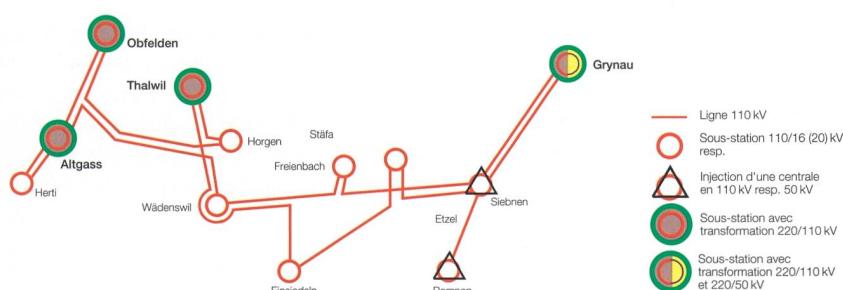


Figure 3 Comparaison de différentes structures de réseau dans un scénario de charge défini.

**Figure 4** Sous-réseau 50 kV.**Figure 5** Sous-réseau 110 kV.

Il est également possible de déterminer en continu la valeur Eris actuelle dans le système de conduite du réseau afin de fournir en temps réel la valeur actuelle d'un réseau ou d'un sous-réseau aux responsables chargés de son exploitation. L'information constitue un indicateur qui permet d'identifier très tôt une situation d'approvisionnement insatisfaisante et de prendre à temps les mesures qui s'imposent. La définition de valeurs cibles et la mesure rétrospective à l'aide de l'indice Eris ont également pour effet d'inciter les exploitants d'installations à réduire au minimum la durée des mises hors service d'éléments du réseau.

Dans la pratique chez Axpo

Chez Axpo, Eris est utilisé tant pour les grands réseaux haute tension que pour les réseaux moyenne tension. Les informations obtenues sont utilisées pour optimiser les réseaux et, partant, pour accroître l'efficience dans le réseau et planifier les investissements en fonction des besoins. La combinaison d'Eris avec l'analyse d'état/d'importance permet par ailleurs de définir des priorités pour les moyens financiers, tant du point de vue du système de réseau que sur le plan des installations.

Exemple d'application

Le réseau haute tension dans le nord-est de la Suisse a été exploité au départ en 50 kV et passe progressivement à 110 kV depuis les années 1980. Dans ce cadre, les

partenaires impliqués se sont entendus sur des réseaux cibles par cycles de cinq ans. Au début du processus d'élévation de la tension, les opérations se sont accompagnées d'importantes hausses de charge. Au milieu des années 1990, la planification des réseaux cibles a été adaptée pour accorder plutôt la priorité au remplacement des installations de réseau obsolètes. Cette approche n'a pas fondamentalement changé jusqu'à ce jour. La nouveauté toutefois, consiste dans le fait que les moyens financiers doivent être utilisés de manière encore plus ciblée. L'indice de qualité Eris permet de mieux répondre à cette exigence et de définir des priorités pour le renouvellement des installations compte tenu d'un niveau de sécurité d'approvisionnement défini.

La **figure 4** montre un sous-réseau 50 kV avec dix sous-stations de prélèvement, deux paliers hydroélectriques et trois raccordements au réseau de transport, situation 2014. La **figure 5** montre le même réseau après le changement de tension prévu à 110 kV, avec une structure de réseau optimisée et deux nouveaux raccordements de réseau (NE1 et NE4), situation 2020.

Pour le réseau 50 kV, situation 2014, on obtient une valeur Eris de 83 (**figure 6**). En l'absence de mesures, l'indice de qualité (exploitation en 50 kV) baisse à 76 d'ici à 2020 parce qu'une légère hausse de la consommation dans cette région est prévue et que l'état des installations, vieillissantes, est moins bien noté.

Les renouvellements d'installations planifiés (sous-stations et lignes) ainsi que l'élévation de la tension à 110 kV empêchent la baisse décrite de l'indice Eris, dont la valeur passe même à 95. Cette nette augmentation de l'indice de qualité Eris résulte de la baisse de la charge des éléments, le courant diminuant du fait de l'élévation de la tension, d'un meilleur maintien de la tension et du renouvellement d'éléments de réseau et, donc, de son état.

Résumé

L'indice de qualité Eris donne une valeur à la sécurité d'approvisionnement. Cette nouvelle méthode innovante permet d'évaluer les effets d'investissements d'extension et de renouvellement sur la sécurité d'approvisionnement et, par voie de conséquence, de planifier les investissements de façon plus ciblée. L'emploi d'Eris de la planification à l'exploitation du réseau, idéalement en combinaison avec une analyse de l'état et de l'importance, apporte une plus-value. L'indice Eris peut être utilisé tout autant pour de grands réseaux de transport que pour de plus petits réseaux moyenne tension. Eris réunit des paramètres de flux de charge, de structure et d'état et tient compte à la fois de la topologie du réseau, de l'état des différents moyens d'exploitation ainsi que de diverses situations de charge et de production. Axpo propose l'analyse de réseaux à l'aide de l'indice de qualité Eris sous la forme d'une prestation de service.

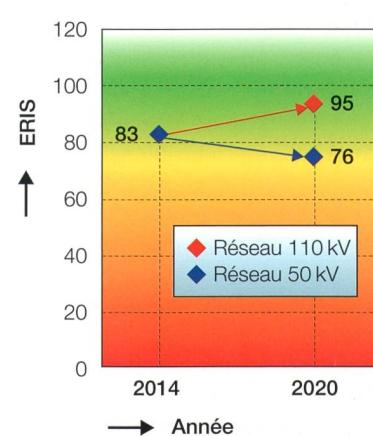
Auteurs

Lukas Mösch est en charge des études et de la technique de réseau chez Axpo Power AG.

Axpo Power AG, 5401 Baden, lukas.moesch@axpo.com

Daniel Moor est en charge de la planification des réseaux et de la technique de réseau chez Axpo Power AG.

daniel.moor@axpo.com



Figures: Axpo

Figure 6 Évolution de l'indice Eris pour différents développements du réseau.