

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 105 (2014)
Heft: 12

Artikel: Optimisation de l'exposition du système électrique
Autor: Filipetto, Thomas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856337>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

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

Optimisation de l'exploitation du système électrique

Maîtriser la topologie afin de mieux diriger les réflexions sur son évolution

Depuis 2012, Romande Energie réalise une analyse détaillée de la sûreté de la topologie actuelle de ses réseaux haute tension et moyenne tension. Cette analyse a été construite de manière à prendre en compte tous les éléments permettant d'exploiter le système électrique, c'est-à-dire autant les infrastructures que les systèmes. En se basant sur les résultats de cette étude, il a été possible d'établir non seulement une démarche d'amélioration de la qualité et de la continuité de fourniture d'électricité, mais également de définir les lignes directrices pour l'évolution du système électrique.

Thomas Filippetto

La parfaite maîtrise du courant est l'enjeu majeur d'une entreprise du secteur électrique qui a la responsabilité de son acheminement. Pour y parvenir, toutes les facettes de cette maîtrise doivent être prises en compte: la sécurité des personnes afin de garantir le danger « zéro », la sûreté du système électrique en vue d'assurer la sécurité d'approvisionnement de ses clients, la nature du courant électrique pour garantir le niveau de qualité requis ou encore le comportement des utilisateurs du réseau électrique afin de pouvoir en définir clairement les consignes d'utilisation. Par conséquent, il est clair que les personnes responsables de l'exploitation du système électrique doivent maîtriser tous les éléments qui le composent, qu'il s'agisse des infrastructures du réseau d'énergie (les lignes électriques, les transformateurs, etc.) ou des systèmes qui permettent de le contrôler, comme les protections, les systèmes d'acquisition en temps réel, etc.

Romande Energie s'est lancée dès 2012 dans une étude détaillée de la topologie de ses réseaux haute tension (HT) et moyenne tension (MT). La maîtrise de la topologie actuelle de son système électrique a pour objectif, d'une part, de permettre aux personnes du centre de conduite de réguler les flux électriques de manière à garantir le dan-

ger « zéro » et, d'autre part, de diriger les réflexions sur l'évolution de son système électrique afin d'en optimiser la topologie.

La méthode d'analyse du système électrique

L'analyse du système électrique a été effectuée en quatre étapes distinctes: les critères de qualité à respecter ont été tout d'abord définis, puis le réseau permettant de satisfaire ces derniers a été caractérisé dans le but de développer des outils d'aide à la décision. La topologie actuelle

du système électrique a ensuite été analysée afin d'en identifier les points sensibles. Finalement, les résultats de la qualification du réseau ont été utilisés pour définir une stratégie d'évolution optimale.

Les critères de qualité à respecter

L'analyse de la topologie actuelle du système électrique doit être effectuée avec une vision d'évolution à long terme. Par conséquent, il est nécessaire de commencer par définir les critères de qualité que doit respecter cette topologie.

Dans le cadre de cette étude, ces critères s'articulent autour de quatre axes:

- La sécurité: l'exploitation du réseau électrique doit garantir la sécurité des personnes et des biens.
- Le droit: l'exploitation du réseau électrique doit permettre à tous les utilisateurs du réseau de disposer du courant électrique dont ils ont besoin.
- La qualité: l'évolution des réseaux doit être réalisée de manière cohérente afin de fournir durablement aux clients un courant électrique d'excellente qualité.
- La régulation des flux électriques: la topologie doit permettre une régulation optimale des flux électriques à travers tout le système électrique afin, par

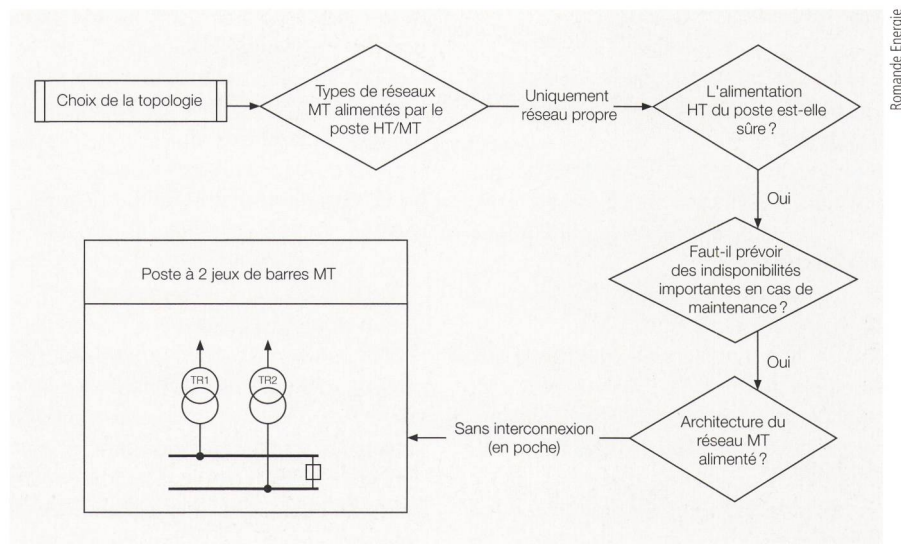


Figure 1 Exemple d'application du diagramme de choix de la topologie d'un poste MT.

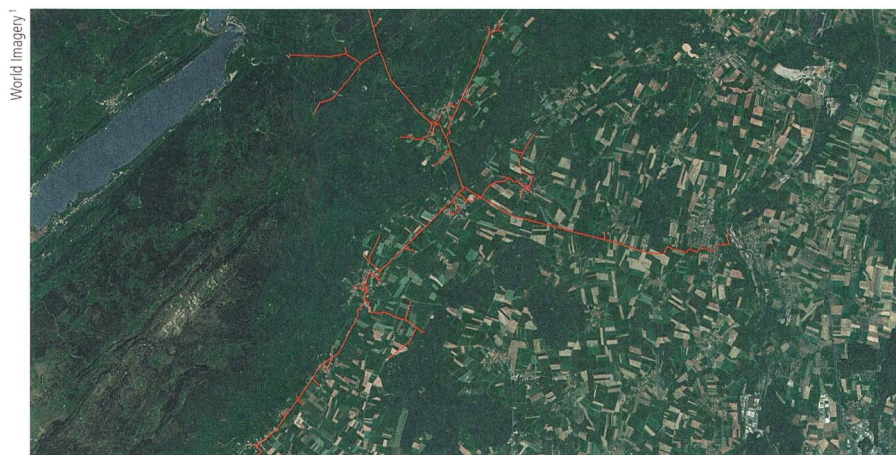


Figure 2 Modélisation de la ligne MT n° 57.

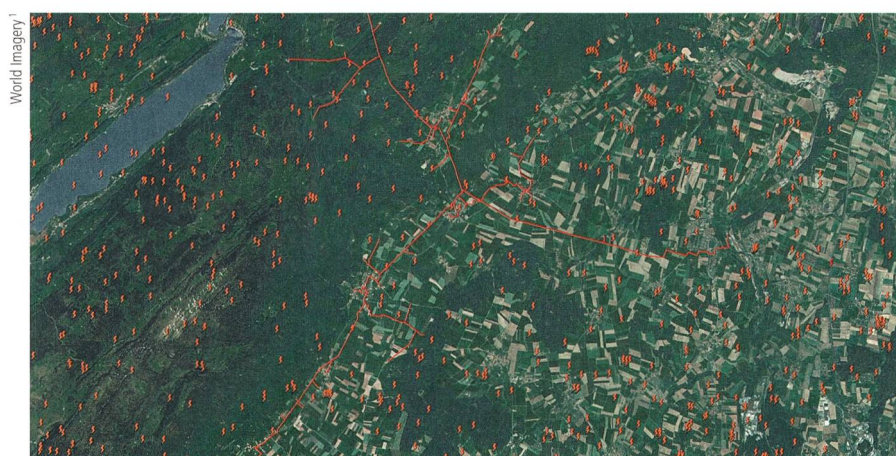


Figure 3 Ligne MT n° 57 avec impacts de foudre (météorage).

exemple, que les régulateurs du centre de conduite soient en mesure d'agir pour diminuer les pertes de puissance et les transits d'énergie réactive.

Ces critères de qualité ont permis de poser les bases de toutes les réflexions concernant le système électrique. Par conséquent, aucune entrave à ces critères ne peut être faite dans le cadre de la maîtrise du processus électrique.

La caractérisation de la topologie efficiente

Au cours de cette étape, le réseau permettant de satisfaire les critères de qualité cités précédemment a été caractérisé. Ceci a permis de créer des outils d'aide pour déterminer :

- la topologie des postes HT ;
- la topologie des postes MT ;
- l'architecture du réseau des lignes MT ;
- et, finalement, la solution efficiente pour améliorer la topologie du système électrique en fonction des critères définis et pondérés par l'entreprise.

Les résultats obtenus grâce à ces outils doivent servir à guider les réflexions des équipes de projet responsables du déve-

loppement des réseaux de sorte à garantir le respect des critères de qualité du réseau.

Un exemple d'application du diagramme de choix de la topologie MT d'un poste HT/MT est présenté dans la **figure 1**. Dans le cas illustré, le poste HT/MT alimente en électricité une portion de réseau MT sans aucune interconnexion avec d'autres réseaux MT issus d'autres postes HT/MT.

Cette étape est primordiale car elle a permis à Romande Energie de définir de nouveaux standards afin de préciser les types d'infrastructures nécessaires à la bonne exploitation du système électrique global.

Qualification et analyse de la topologie actuelle

Une fois que la topologie permettant de satisfaire les critères de qualité est caractérisée, il est temps d'analyser la topologie actuelle du système électrique afin de pouvoir en connaître les points forts et les points faibles. Cette connaissance de la topologie actuelle est essentielle à l'obtention d'une exploitation efficace.

Dans le cas traité dans cette étude, cette analyse a été menée conjointement sur les deux niveaux de tension HT et MT, leur exploitation étant liée du fait de leur forte interconnexion. Par exemple, l'impact de la défaillance d'un poste HT/MT peut être réduit par la robustesse du réseau MT. Par conséquent, il a fallu définir des indicateurs pour ces deux niveaux de tension afin de pouvoir disposer rapidement d'une vision globale et pertinente de l'état de la topologie du système électrique.

Pour le réseau HT, quatre indicateurs ont été retenus pour les postes HT/MT afin de qualifier :

- la sûreté d'alimentation HT du poste en question ;
- le niveau d'obsolescence du poste ;
- l'impact de la coupure du poste en question sur le SAIDI (System Average Interruption Duration Index ou indice de durée moyenne d'interruption du système) ;
- le taux de reprise des clients via le réseau MT en cas de coupure du poste.

Il est intéressant de noter ici que le dernier indicateur est celui qui permet de faire le lien avec la qualification du réseau MT.

Pour cela, de nombreuses statistiques (charges maximales, longueurs des liaisons, etc.) ont été regroupées afin de pouvoir qualifier chaque ligne MT du réseau selon les cinq indicateurs suivants :

- la qualité de la reprise de la ligne MT (le départ est-il interconnecté à plusieurs postes sources HT/MT ?) ;
- le taux de charge lors de la reprise en secours d'une ou plusieurs autres lignes MT, selon les plans de secours existants ;
- le taux de déclenchement de ligne MT ;
- le taux de câbles de la ligne ;
- l'impact SAIDI en cas de coupure de la ligne.

Des seuils ont été fixés pour chacun de ces indicateurs afin de mettre en évidence les 40 lignes MT considérées comme sensibles et pour lesquelles l'exploitation doit être améliorée. Il est clair qu'au fur et à mesure que les lignes seront analysées puis optimisées, il faudra poursuivre l'analyse avec les liaisons MT qui n'auront pas été retenues lors de cette première phase.

Finalement, cette qualification des deux niveaux de réseau HT et MT a permis de disposer de la grande image de l'état de la topologie actuelle du système électrique. Dès lors, la stratégie d'évolution de cette topologie a pu être définie en prenant en compte tous les critères permettant d'en améliorer l'exploitation.

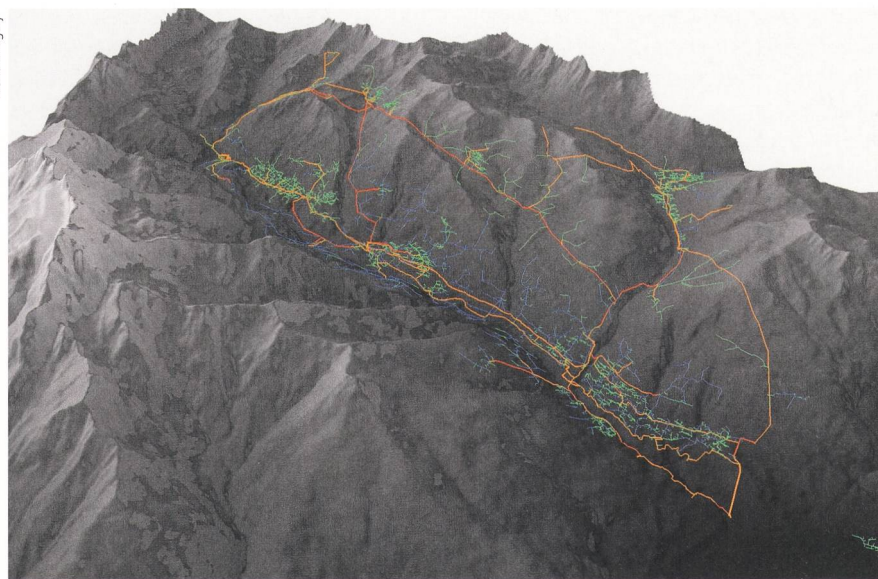


Figure 4 Visualisation d'un réseau électrique MT de montagne.

La stratégie d'évolution

L'étape précédente de qualification de la topologie actuelle du système électrique est essentielle pour améliorer son exploitation. Ensuite, c'est une véritable enquête qui commence afin de trouver et comprendre l'origine de ces points sensibles dans le but de les améliorer. Pour mener à bien cette enquête, il est nécessaire de disposer non seulement d'une méthode précise et rigoureuse, mais également d'outils à la pointe du progrès.

Pour illustrer cette étape d'analyse des résultats de la qualification du réseau, le cas de la ligne MT n° 57 a été retenu. La qualification de cette ligne a révélé qu'elle alimentait beaucoup de clients et qu'elle avait tendance à subir des courts-circuits. Il convenait donc de prendre des mesures pour éviter que ces clients ne subissent des coupures d'électricité trop fréquemment. Les investigations ont montré que la plupart de ces défaillances étaient provoquées par des incidents naturels (vent, neige, etc.). Il a par conséquent été décidé de pousser les recherches en modélisant cette ligne MT dans des outils de géolocalisation (figure 2).

À ce stade, il est déjà possible de constater que l'artère principale de la ligne qui traverse la plaine se divise en deux portions de ligne, l'une qui longe la forêt en bas à gauche, l'autre qui traverse la forêt et monte dans la colline (en haut à gauche). La visualisation des impacts de foudre a encore été ajoutée sur cette modélisation afin de pouvoir constater le niveau de foudroiement de cette ligne (figure 3).

L'ensemble des informations récoltées a permis de comprendre que, de par sa structure, cette ligne était propice à subir des courts-circuits. En effet, à chaque fois qu'un orage survient ou que les conditions météorologiques sont difficiles, la forêt et la colline sont des sources d'incidents. De plus, à chaque incident, qu'il soit localisé en plaine, dans la colline ou le long de la forêt, c'est l'ensemble des clients de cette liaison qui subit une coupure de courant.

Dans le cas présent, la bonne solution consiste donc, d'une part, à donner sur cette ligne la priorité aux interventions de maintenance préventives comme les travaux d'élargissement en plus de la maintenance habituelle et, d'autre

part, à doter cette liaison de disjoncteurs placés aux endroits stratégiques afin de limiter les coupures aux portions défaillantes sans perturber les clients des autres portions. Ces mesures représentent généralement un très faible investissement comparé au budget annuel global alloué au développement et à la maintenance des infrastructures.

En conclusion, pour un problème qui aurait sûrement engendré auparavant la mise en câble de la liaison et donc un investissement très important de plusieurs centaines de milliers de francs, la qualification et l'analyse précise de cette ligne ont permis d'investir au plus juste pour la protéger correctement contre les incidents naturels.

L'impact de cette analyse sur l'exploitation en temps réel

L'analyse et la qualification de la topologie du système électrique ont permis non seulement d'indiquer la direction à suivre en vue de certaines évolutions du réseau, mais également de renforcer la qualité de l'exploitation en temps réel du réseau électrique depuis le centre de conduite.

Visualisation de la topologie du réseau

En effet, voir le réseau électrique du point de vue de sa topologie, notamment grâce aux nouveaux outils de visualisation et de géolocalisation, permet aujourd'hui aux régulateurs du centre de conduite d'être conscients de la réalité du terrain. L'exploitation d'une ligne en plaine n'est, par exemple, pas la

Zusammenfassung

Optimierung des Betriebs von

Stromversorgungssystemen

Vertiefte Analyse der Topologie zur Verbesserung der Weiterentwicklung

Seit 2012 führt Romande Energie eine detaillierte Sicherheitsanalyse der aktuellen Topologie seiner Hoch- und Mittelspannungsnetze durch. Bei der Konzeption der Analyse wurden alle Elemente berücksichtigt, die für den Betrieb des Stromversorgungssystems nötig sind – sowohl infrastrukturelle als auch systemrelevante Komponenten. Die Durchführung gliederte sich in vier Phasen: Zunächst wurden die zu erfüllenden Qualitätskriterien definiert, anschliessend wurde das für die Erfüllung dieser Kriterien erforderliche Netz beschrieben. Dies erfolgte im Hinblick auf die Entwicklung von Hilfswerkzeugen zur Entscheidungsfindung. Zur Identifizierung von Schwachstellen wurde im nächsten Schritt die aktuelle Topologie des Stromversorgungssystems analysiert. Schliesslich wurde die optimale Entwicklungsstrategie mithilfe der Netzqualifizierungsergebnisse definiert.

Mit der Analyse und Qualifizierung der Topologie des Stromversorgungssystems konnte zudem die Steuerung des Stromflusses im gesamten Netz optimiert werden. Die ersten Ergebnisse dieser Optimierung zeigten eine Abnahme der Leistungsverluste. Die Verluste im Bereich des Hochspannungsnetzes konnten um 10% reduziert werden und eine fast vollständige Kompensation der Blindleistung im Höchstspannungsnetz konnte erreicht werden.

CHe

même que celle d'une ligne en montagne. Or ce niveau d'information n'est généralement pas disponible dans les systèmes de pilotage des réseaux électriques. Romande Energie a donc investi dans de nouveaux outils qu'elle a mis à disposition de l'exploitant du réseau électrique afin qu'il puisse appréhender correctement la réalité du terrain. La **figure 4** illustre, à titre d'exemple, comment il est désormais possible de visualiser une portion de réseau électrique de montagne.

L'optimisation des flux électriques

De plus, la maîtrise de la topologie du système électrique permet également de compenser ses déséquilibres afin d'optimiser la régulation des flux électriques. Ainsi, par des réglages appropriés, il est possible depuis le centre de conduite d'agir dans le but de réguler les flux électriques de manière optimale tout en contrôlant les risques.

Les premiers résultats de cette optimisation des flux à travers tout le système électrique montrent une amélioration sensible, soit :

- une diminution des pertes de puissance avec une réduction de 10% des pertes sur le réseau HT ;
- la quasi-suppression des transits de puissance réactive soutirée au réseau de transport à très haute tension (THT).

Ces nouvelles pratiques concernant la régulation des flux électriques seront développées dans le cadre d'un prochain article.

Implication de tous les métiers « réseaux »

Ce travail de qualification et d'analyse a avant tout permis de créer une dynamique, au sein de Romande Energie, autour des contraintes liées à l'exploitation de notre système électrique. En effet, autant les services d'« asset management », de construction, de maintenance

que d'entretien sont concernés par les enjeux de l'exploitation du système électrique. La réunion de l'ensemble de ces métiers autour de ce travail commun a offert l'occasion à chacun de s'exprimer et de voir ses intérêts pris en compte.

Auteur



Thomas Filippetto est ingénieur en génie électrique. Il a obtenu son diplôme de l'INSA (Institut national des sciences appliquées) de Lyon en 2007. Après avoir travaillé pour Schneider Electric, puis pour le Réseau de transport d'électricité (RTE) en France, il a rejoint Romande Energie en 2010. Il est actuellement responsable de l'exploitation de réseau, ce qui comprend l'exploitation en temps réel depuis le centre de conduite de Romande Energie basé à Morges (VD), ainsi que l'exploitation prévisionnelle du réseau grâce à une équipe d'ingénieurs qui vise à garantir la coordination optimale de la distribution du courant électrique vers les clients finaux.

Romande Energie SA, 1110 Morges,
thomas.filippetto@romande-energie.ch

¹ Source : Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo et la communauté des utilisateurs SIG.

Anzeige

HTW Chur
Hochschule für Technik und Wirtschaft
University of Applied Sciences

Studienort: Zürich



Weitere Infos und Anmeldung:
– www.energiemaster.ch
– energiemaster@htwchur.ch
– Telefon +41 (0)81 286 2432

oaa evaluated 08

FHO Fachhochschule Ostschweiz

MAS in Energiewirtschaft

Weiterbildungs-Master für Führungskräfte in zwei Stufen:

- 1. Stufe: General Management (6 Module)**
- 2. Stufe: Energiewirtschaft (3 Module)**
Energietechnik (2 Module)
Energierrecht (1 Modul)

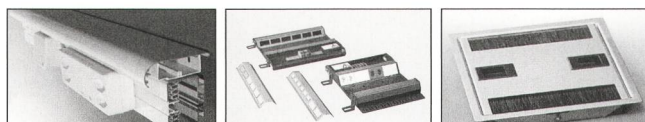
Partner:











Wie Strom-, Daten- und Telefonleitungen zu Arbeitsplätzen in Büros, Labors und Werkstätten führen?

- Mit LANZ Brüstungskanal-Stromschienen 63 A
- Mit LANZ Bodendosen
- Mit LANZ Doppelboden-Installationsmaterial

Fragen Sie LANZ. Wir haben Erfahrung! Verlangen Sie Beratung und Offerte. **lanz oensingen ag** CH-4702 Oensingen 062 388 21 21

lanz oensingen ag
CH-4702 Oensingen Südringstrasse 2
Telefon 062 388 21 21 Fax 062 388 24 24
www.lanz-oens.com info@lanz-oens.com

Liefert gut und preisgünstig:



Radial-Ventilatoren
Bewährt im Apparatebau! 27 m³/h – 19000 m³/z – 10000 PA. Sonderanfertigung. ATEX-Ausführungen. Mobile Radialventilatoren. Fragen Sie:



ANSON Ventilatoren
mit Flanschplatte, Rohr-Anschluss. Alle Stromarten. Auch Ex-geschützt 800–25000 m³/h.



Schalter und Steuerungen
für den energiesparenden Betrieb der Ventilatoren:

ANSON AG 044/461 11 11 info@anson.ch
8055 Zürich Friesenbergstrasse 108 Fax 044/461 31 11 www.anson.ch