



Recherche et innovation

# Connaître les influences météorologiques permet de mieux exploiter les lignes électriques

Les exploitants de lignes à haute tension doivent-ils prêter attention au temps qu'il fait? L'idée peut faire sourire les néophytes. C'est pourtant bien là une pratique menée avec succès depuis vingt ans déjà dans le petit état australien de Tasmanie. Et peut-être bientôt en Suisse. Des travaux de recherche vont dans cette direction.

Les spécialistes parlent de «Dynamic thermal rating». Ils désignent ainsi l'intention d'adapter le transport de l'électricité par lignes aériennes au temps qu'il fait. Car l'influence des conditions météorologiques est considérable. Les lois de la physique font que des câbles froids transportent mieux l'électricité que des câbles chauds. De plus, les câbles composant les lignes ne peuvent être chauffés que jusqu'à une certaine température, pour des raisons de stabilité. Pour les lignes aériennes courantes, il est admis que cette température maximale se situe à 80°C. Une température ambiante plus basse permet de transporter davantage d'électricité avant que la ligne n'atteigne sa limite de 80°C. Si un câble donné peut par exemple transporter 700 ampères quand il est à 40°C, sa capacité de transport grimpe

aisément à 1200 ampères s'il fait 10°C. En d'autres termes, entre les pointes estivales de chaleur extrême et un temps hivernal glacial, la puissance de transport d'une même ligne à haute tension peut quasiment passer du simple au double.

## Exploitation plus sûre et plus efficace des réseaux d'électricité

Face à de telles différences, on ne s'étonnera pas des efforts assidus déployés aujourd'hui par les chercheurs pour sonder l'influence des conditions météorologiques sur les capacités de transport des lignes électriques aériennes. Leurs travaux visent avant tout à augmenter la sécurité du réseau. Car le réseau à haute tension est exposé ces dernières années à des charges toujours plus fortes. A l'aspect

sécuritaire vient se joindre depuis quelque temps le souhait d'exploiter les réseaux avec une plus grande efficacité, c'est-à-dire de les amener – en préservant les marges de sécurité nécessaires – au plus proche des limites de charge. Les motivations sont certes en partie de nature commerciale, mais incluent également l'espoir d'avoir au final moins de nouvelles lignes à construire.

Dans la plupart des pays, les lignes électriques aériennes sont constituées de câbles ACSR, composés d'un filin d'acier (âme) qui assure la stabilité mécanique du câble et d'une gaine en aluminium qui transmet l'électricité. La Grande-Bretagne et la Suisse utilisent au contraire les câbles AAAC (conducteur homogène en alliage d'aluminium), un peu plus

légers. Dépourvus d'âme en acier, ces câbles sont exclusivement en aluminium, plus exactement en alliage Aldrey, qui confère au câble une résistance particulière à la traction et à la corrosion. L'utilisation des deux types de câbles depuis des années a confirmé leur fiabilité. Néanmoins, ni les experts et ni les fabricants ne savent exactement quelle est la limite de charge maximale des câbles conducteurs, et par conséquent celle des réseaux. Christian M. Franck, professeur d'électrotechnique à l'EPF Zurich, résume pertinemment l'état actuel des connaissances: «Exploiter les réseaux comme nous le faisons jusqu'à présent revient presque à piloter un avion à l'aveugle. Mais comme nous volons à distance suffisante de la limite de sécurité, ce n'est pas risqué.» Les chercheurs veulent maintenant comprendre avec précision les influences que le transit du courant ou les paramètres météorologiques (température de l'air, vent, glace, etc.) ont sur l'état du câble conducteur (température du câble, qualité, etc.).

#### Tests à 4000 ampères

Christian M. Franck travaille à Zurich à proximité du bâtiment principal de l'EPF. Il conduit le visiteur à une immense salle aux dimensions d'un gymnase. C'est ici, au laboratoire pour la haute tension, qu'est installé le banc d'essai grâce auquel le professeur et ses collègues chercheurs testent la capacité maximale de charge électrique des lignes aériennes en alliage Aldrey, dans un projet en cours sur l'exploitation des capacités des lignes aériennes en fonction des températures (TeKaF). Deux lignes Aldrey sont actuellement sous tension au banc d'essai et reliées à un circuit électrique. Les câbles peuvent – à une tension basse de quelques volts – recevoir une charge de courant alternatif atteignant 4000 ampères et subir une charge de traction allant jusqu'à 50 kNewton. Les chercheurs de l'EPF Zurich étudient ici comment différents types de câbles Aldrey réagissent selon différentes tensions électriques et tensions de traction, quel échauffement ils présentent et comment la température se diffuse dans l'épaisseur et la longueur du câble. Les chercheurs ont observé par exemple que les câbles Aldrey chauffent davantage au centre qu'à l'extérieur, ce qui entraîne une déformation mécanique des brins, et peut, dans le pire des cas, endommager le câble de manière irréversible. Pour

imiter le rayonnement solaire, les chercheurs ont recours à une lampe à infrarouge.

#### Stations de mesures et caméras d'altitude

Pour étudier toute la complexité des influences météorologiques sur les lignes aériennes, il faut se rendre sur le terrain, à l'extérieur, aux cols de la Bernina ou du Lukmanier, dans une des régions où les lignes à haute tension traversent les Alpes et sont exposées à des conditions climatiques et des températures extrêmes. Là-haut dans les montagnes prend place actuellement un second projet de recherche, consacré à l'optimisation de l'exploitation des lignes aériennes sous l'angle météorologique. L'objectif de ce projet est de mettre au clair comment le temps qu'il fait influence les lignes électriques aériennes, comment la température de l'air, le vent, la pluie et la neige font varier la température des câbles, quel rôle jouent la texture de surface d'un câble et son ancienneté. Pour déterminer ces influences, les chercheurs ont installé l'an dernier des appareils de mesures sur d'importantes lignes de transit nord-sud. Ils relèvent la température du câble, celle de l'air, l'humidité atmosphérique, la direction et la force du vent, et le rayonnement global (rayonnement solaire direct et réfléchi). Certaines stations de mesures sont équipées de caméras permanentes qui filment la formation de glace le cas échéant.

Le projet, soutenu par Alpiq, BKW, Repower, Swissgrid et l'Office fédéral de l'énergie, fournit depuis l'automne dernier les valeurs mesurées. Les chercheurs peuvent consulter

et télécharger les données par un navigateur Web et les analyser. C'est ce que fait, entre autres, Urs Steinegger, devant l'écran de son ordinateur, dans son bureau au Technopark de Zurich. Urs Steinegger est co-directeur de Meteodat, une société spin-off de l'EPF Zurich. En s'appuyant sur les valeurs relevées, il entend rendre possible le «thermal rating» dynamique, c'est-à-dire une exploitation des lignes électriques aériennes adaptée précisément aux conditions météorologiques du moment. Les régulateurs des exploitants de réseaux pourraient alors – c'est l'objectif à long terme – régler le flux maximal d'électricité de chaque ligne aérienne selon le temps qu'il fait dans chaque région.

Aujourd'hui, l'exploitation des lignes électriques aériennes ne repose pas sur la température locale du moment, mais sur une température moyenne établie globalement pour toute la Suisse: 40°C en été, 10°C en hiver, et 20°C durant les mois intermédiaires d'avril et d'octobre. Par rapport à la pratique actuelle, la gestion dynamique de la charge des câbles constituant les lignes apporterait un avantage d'efficacité: «Certains jours, nous pourrions faire circuler cinq à dix pour cent d'électricité en plus» estime Urs Steinegger. C'est vrai en particulier pour les jours d'été un peu frais et les jours d'hiver très froids. A l'inverse, les quantités transportées devraient sans doute être plutôt réduites les jours d'hiver relativement doux. (vob)

