



en réseau



swissgrid



Un réseau incomparable

Interview du professeur Lutz Jäncke
de l'Université de Zurich

→ Page 10



L'avenir naît ici

En route vers le
«Réseau stratégique 2025»

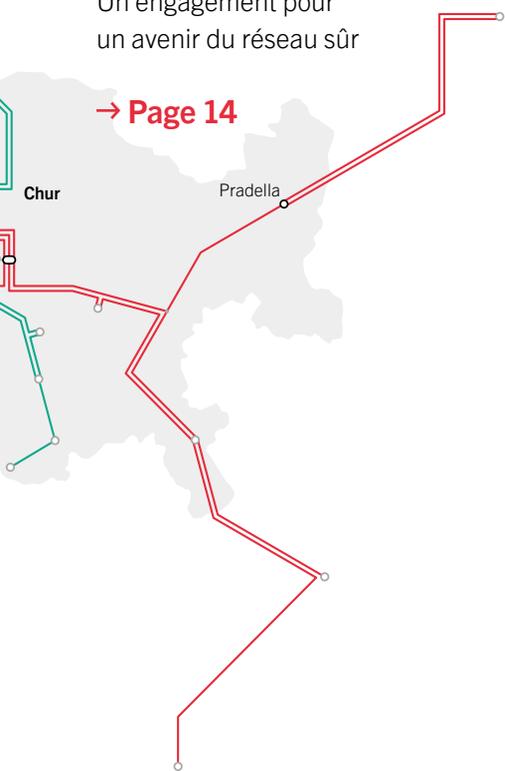
→ Page 20



Six personnes, six rôles, un objectif

Un engagement pour
un avenir du réseau sûr

→ Page 14



Impressum

Édité par: Swissgrid SA, www.swissgrid.ch

Conception graphique et réalisation: SOURCE Associates AG, Zurich

Concept de contenu et rédaction: open up, Zurich

Photographie: Luxwerk, Tom Haller, diverses sources

Production: WOHLER Druck AG, Spreitenbach

Crédits photographiques: KWO Grimselstrom (6), Luxwerk (Page de couverture, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 23), Shutterstock (7), Renergia (7), Swissgrid (2, 9, 20, 22), Tom Haller (4, 5, dos de couverture)

Sources: Office fédéral de l'énergie (26, 27), Hirslanden (13), Swissgrid (9, 17, 21, 22, 23, 26, 27), Wings for life (13)

© 2019

Chère lectrice, cher lecteur,

Le réseau suisse d'électricité mesure plus de 250 000 kilomètres au total. Ce réseau compte 6700 kilomètres de lignes à très haute tension dont Swissgrid est propriétaire. La longueur totale des voies nerveuses de notre cerveau s'élève à 5,8 millions de kilomètres. Pourquoi vous raconter tout cela? Outre les «lignes» qui représentent des éléments importants de l'infrastructure, il est possible de faire d'autres parallèles entre le cerveau et le réseau de transport.

Le premier est le fait que le réseau de transport, son infrastructure et ses mécanismes, tout comme le cerveau, ne sont pas toujours faciles à transcrire en mots. Notre reportage photo vous conduit donc du centre de conduite Swissgrid Control d'Aarau jusqu'à un pylône électrique. La personne que nous interrogeons, le professeur Lutz Jäncke, jette un regard complètement différent sur les flux d'électricité. Le neuropsychologue explique pourquoi le cerveau et le réseau électrique ne diffèrent pas tant que cela l'un de l'autre. Les portraits de nos collaborateurs et la collaboration étroite avec nos voisins européens en sont également une bonne illustration. Les principaux projets du réseau et les perspectives de l'intelligence artificielle dans le secteur de l'électricité complètent le magazine «en réseau» de cette année.

Nous vous souhaitons une agréable lecture.

Yves Zumwald
CEO de Swissgrid





Dans le cerveau de Swissgrid

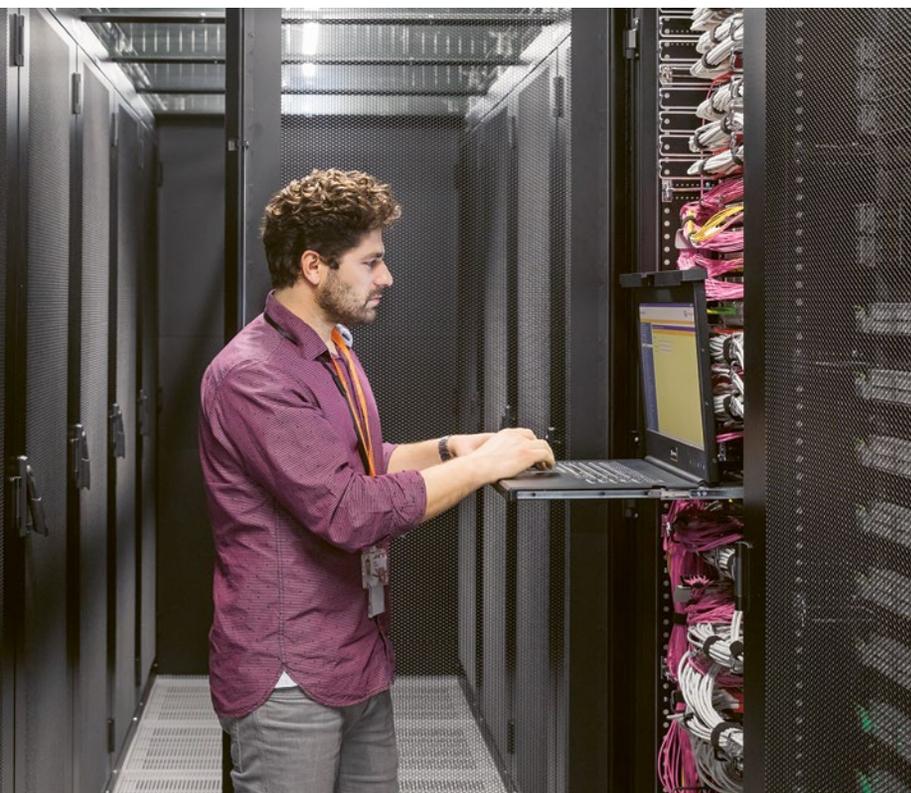
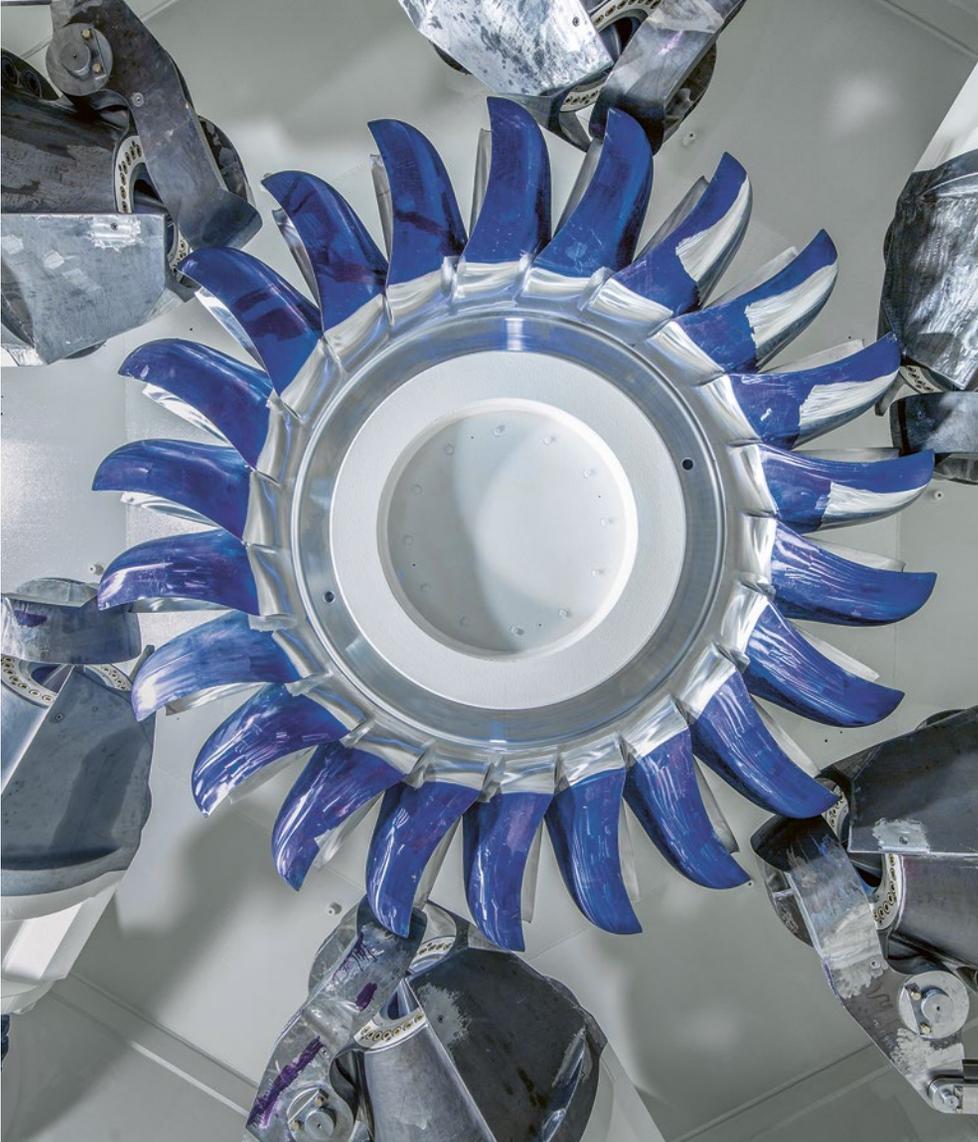
À la maison, il vous suffit de brancher la prise pour avoir du courant. Assurer le trajet de la centrale électrique vers le consommateur est un défi. Pour cela, entre autres, le réseau de transport doit fonctionner à la perfection. Ceci n'est possible que si Swissgrid réussit à travailler en parfaite connexion avec ses partenaires en Suisse et à l'étranger. Tous les fils provenant des différents nœuds aboutissent donc au centre de conduite du réseau.

< Le centre Swissgrid Control d'Aarau constitue le cerveau et le cœur du réseau de transport suisse.

📍 AARAU, ARGOVIE

> Un exemple parmi d'autres: les turbines jouent un rôle déterminant dans la production d'électricité.

📍 GRIMSEL, BERNE



< Les centres de calcul de Swissgrid sont un élément central de l'exploitation et de la commande du réseau de transport.

📍 SUISSE



^ L'énergie ne connaît pas de frontières. Étant donné qu'il fait partie du réseau interconnecté européen, le réseau de transport suisse contribue à l'approvisionnement en électricité de plus de 530 millions de consommateurs.

◇ **EUROPE**



< Énergie de réglage pour l'équilibre: une usine d'incinération des ordures ménagères contribue à un réseau de transport stable.

◇ **PERLEN, LUCERNE**



✓ Grâce à leur capacité à réduire ou à augmenter la tension électrique, les transformateurs occupent une fonction importante au sein du réseau électrique suisse.

📍 SOUS-STATION DE BREITE, ZURICH

➢ Chaque élément d'un pylône électrique constitue une partie nécessaire au transport sûr de l'énergie.

📍 SALVAN, VALAIS





✓ Les postes de couplage constituent des nœuds très importants. Des manœuvres de couplage essentielles y sont effectuées afin de gérer les flux d'énergie.

📍 SOUS-STATION DE SILS, GRISONS



Informations sur le réseau de transport de l'électricité suisse

6700 km

de lignes

12 000

pylônes électriques

41

liaisons avec l'étranger

146

postes de couplage

62 100 GWh

production d'électricité en Suisse en 2018



Le cerveau humain, un réseau incomparable

Il est possible d'établir des parallèles très intéressants entre les flux d'électricité de notre cerveau et le réseau électrique de notre pays. Pourtant, cet organe reste un mystère que la recherche ne réussira vraisemblablement jamais à explorer jusqu'au bout.

Monsieur Jäncke, à quel point connaissons-nous le cerveau humain?

C'est difficile à quantifier. Nous en savons déjà beaucoup plus qu'il y a trente ou quarante ans. C'est surtout ces vingt dernières années que nous avons réalisé d'énormes progrès et fait de nouvelles découvertes. Mais je suppose que nous ne saurons jamais tout ce qu'il y a à savoir.

Le réseau de transport a beaucoup de mal à s'adapter rapidement aux nouvelles circonstances. Qu'en est-il du cerveau?

Le cerveau humain est un organe extraordinairement flexible. Il évolue constamment au gré des expériences, de l'environnement

individuel et de son degré de maturité. Résultat: grâce à cette plasticité, l'être humain est doté d'une capacité d'apprentissage unique. De par sa structure, notre cerveau nous oblige presque à apprendre et à nous développer sans cesse. Les instincts, comme ceux du monde animal, jouent un rôle secondaire chez les humains.

Possède-t-il un centre de conduite comme le Swissgrid Control d'Aarau?

Non, le cerveau est un système autonome sans chef ni centrale. Il est impossible de comparer le cerveau à un système de contrôle classique du domaine technique. Il s'agit plutôt d'un système auto-organisé.

Certaines zones du cerveau peuvent-elles compenser celles qui deviennent défaillantes?

Oui, ce phénomène peut se produire de différentes manières. Si, par exemple, vous devenez aveugle, les

zones du cerveau qui étaient spécialisées dans la transmission visuelle des informations seront relayées par d'autres domaines fonctionnels. Si, au bout de quelques années, nous surveillons l'activité du cerveau de la personne aveugle qui lit en braille, nous nous rendons vite compte que les zones du toucher ont pris le relais des zones du cerveau qui ne sont plus utilisées. Notre cerveau est donc un système qui sait se réorganiser et dans lequel les réseaux qui ne sont plus utilisés peuvent être réintégrés jusqu'à un certain point.

Notre cerveau est un réseau complexe. Quelle logique suit-il?

Le cerveau a ses règles, mais nous ne les comprenons pas toutes. Nous n'avons pas encore réussi à décrypter son langage. Nous savons que certaines zones en influencent d'autres et que les oscillations électriques représentent un signal de communication important au sein du cerveau. →



Interview du professeur Lutz Jäncke, chaire de neuropsychologie à l'Université de Zurich.

L'électricité prend le chemin de la plus faible résistance. Qu'en est-il du cerveau?

Il existe différents types de flux électriques dans le cerveau. Le cerveau comprend d'une part des processus d'extension par des systèmes de câbles, appelés axones, qui sont chargés de conduire les flux électriques. Ensuite, il existe des mécanismes brusques. Ils propagent les excitations de certaines zones à d'autres, ce qui augmente la vitesse des flux. De nos jours, nous sommes parfois capables de reconnaître à la quantité de flux électriques circulant dans le cerveau l'activité qu'une personne est en train d'effectuer.

L'approvisionnement énergétique est une symbiose entre les flux d'énergie et de données. Comment les informations sont-elles transmises au cerveau?

Les informations sont toujours transmises de la même manière dans le cerveau. Seule la répartition change. Le réseau du cerveau nécessite toujours environ un cinquième de l'énergie de l'organisme. Ce taux peut varier dans une fourchette très inférieure à 10%.

Les capacités des lignes du réseau de transport sont limitées. En est-il de même dans le cerveau?

L'être humain dispose d'une ressource neurophysiologique limitée et impossible à dépasser. Mais nous pouvons optimiser nos ressources. Nous pouvons, par exemple, nous exercer au point d'automatiser certaines aptitudes



«L'homme est très déraisonnable et extrêmement manipulable.»

qui solliciteront par la suite de moins en moins de nos ressources disponibles, ce qui comporte quelques avantages. L'un d'entre eux est de pouvoir faire fonctionner plusieurs aptitudes automatisées en même temps ou rapidement à la suite des autres pour être multitâche.

Que se passe-t-il en cas de «surcharge»?

Il existe différents niveaux de surcharges du cerveau. En cas de gros traumatisme, le cerveau peut changer de mode de fonctionnement. Il en résulte des troubles, comme les troubles de la dissociation lors desquels une personne peut se transformer en quelqu'un d'autre, ou le syndrome de fatigue, où le cerveau passe à un autre mode qui provoque des états d'épuisement. Le moment où un cerveau est trop sollicité diffère cependant fortement d'une personne à l'autre. Une même dose d'excitation ne provoque pas la même sensation de sollicitation chez tout le monde. En fin de compte, c'est l'interprétation subjective d'une situation qui favorise une surcharge du cerveau ou non.

Dans le réseau électrique, des mécanismes de protection empêchent l'ensemble du système de tomber en panne. Comment le cerveau évite-t-il les défaillances totales?

Des mécanismes de compensation s'en chargent. Mais la personne concernée doit fortement s'impliquer dans ce processus. Les zones voisines du cerveau doivent être extrêmement stimulées afin d'isoler au plus vite la zone en train de se détruire et d'empêcher cet effet de se propager ailleurs. En revanche, si le tronc cérébral s'arrête de fonctionner, il n'y a plus rien à faire.

Le cerveau garde-t-il toujours le contrôle total du corps?

Le cerveau n'observe pas chaque petite activité en périphérie. Beaucoup d'actions sont automatisées et directement envoyées dans les organes ou commandées à partir de la moelle épinière. Mais le cerveau garde toujours le contrôle. Tout ce que nous ressentons est généré depuis une base d'informations qui naissent en périphérie et sont envoyées dans le cortex.

Quelle part de ces activités est automatisée?

Nous sommes capables de 90% et conscients de 10%. La majeure partie de ces activités est donc automatisée. Cette part est peut-être même encore plus importante. Nous contrôlons beaucoup moins de fonctions consciemment que ce que nous pensions. C'est pour tout le monde pareil.

Qu'est-ce que le réseau de transport peut apprendre du fonctionnement du cerveau?

À l'heure actuelle, la technique nous enseigne davantage pour la recherche sur le cerveau que l'inverse. Par exemple, nous faisons appel à des algorithmes mathématiques afin de comprendre les fonctions du cerveau. L'organisation autonome du cerveau sera particulièrement intéressante à l'avenir. La transférer sur des systèmes techniques pourrait s'avérer un défi très enrichissant à relever.

À quel point l'homme et son cerveau sont-ils manipulables?

L'être humain est très déraisonnable et incroyablement facile à manipuler. Nous sommes submergés d'informations et manipulés de tous côtés, sans même nous en apercevoir. De par sa nature, notre cerveau n'est pas conçu pour absorber tous ces flux, cela dépasse ses capacités. Il est donc extrêmement sollicité en permanence pour pouvoir traiter toutes ces informations. Je ne suis pas sûr que cela soit bon, ni pour le cerveau ni pour nous.

Qu'est-ce qui vous fascine le plus dans le cerveau à titre personnel?

Je me demande comment un organe de 1,2 à 1,4 kilo peut exercer une influence aussi incroyable sur les gens et leur destin. C'est l'une des raisons qui m'ont poussé à me lancer dans la recherche sur le cerveau.

Et qu'est-ce qui n'en finit pas de vous étonner?

C'est le manque de bon sens de l'être humain qui ne cesse de me surprendre. Notre comportement quotidien est totalement incompréhensible. Et cela ne va pas en s'arrangeant. Au fil de l'évolution, l'homme n'a pas gagné en intelligence. C'est quand même étrange, vous ne trouvez pas?

Entretien: Bernhard Kobel

Quelques faits sur le cerveau

432 km/h

Les impulsions nerveuses en provenance du cerveau ou se dirigeant vers lui peuvent atteindre une vitesse de 432 km/h.



En état d'éveil, notre cerveau produit de 10 à 23 watts, suffisamment pour allumer une ampoule.

20%

Bien que le cerveau ne représente que 2% de notre poids, il consomme 20% de notre énergie totale.

600 km

Mis bout à bout, les vaisseaux sanguins de notre cerveau font environ 600 km.



À chaque fois qu'un souvenir se crée, de nouvelles connexions se forment dans le cerveau.



Les ondes cérébrales déclenchées par l'odeur du chocolat ont un effet relaxant et gratifiant.

Six personnes, six rôles, un objectif

Le résultat de leur engagement est un réseau de transport sûr et orienté vers l'avenir.

Planifier et accomplir des tâches, réagir aux changements internes et externes, la journée type d'un collaborateur de Swissgrid n'est pas sans rappeler le fonctionnement du système nerveux humain. Les deux procèdent à des optimisations lorsque c'est nécessaire afin de réagir aux changements de conditions environnementales.

Une exploitation du réseau organisée en système

Les centres de conduite du réseau Swissgrid Control d'Aarau et de Prilly constituent le cerveau du réseau de transport. En tant que responsable System Operations, Nell Reimann dirige les deux centres et est responsable de l'exploitation sûre du réseau. Pour cela, elle et son équipe garantissent l'équilibre entre la production et la consommation ainsi que le transport fiable de l'énergie sur le réseau de transport. Elle garde également toujours un œil sur le réseau européen et assure la coordination avec ses partenaires en Suisse et à l'étranger.

Avoir une vue d'ensemble

En matière de collaboration, Marc Emery est un expert. Le Senior Specialist Market & System Design est présent depuis la création de Swissgrid et a déjà été responsable de différents gros projets internationaux. À l'avenir, il continuera à mettre sa grande expérience au service de Swissgrid afin de développer l'exploitation du réseau et du marché tout en tenant compte des défis nationaux et internationaux.

Le progrès passe par la transformation

Chez Swissgrid, les projets qui impliquent des changements dans plusieurs secteurs d'activité revêtent une importance particulière. Ils sont dirigés par des collaborateurs comme Petra Stocker, cheffe de projet. Si un mandat est attribué, elle est responsable de toutes les phases du projet, du lancement au transfert d'exploitation. Son objectif actuel: automatiser et optimiser le processus métier «Mise hors service planifiée d'un élément du réseau» à l'aide d'une solution de work-flow informatique.





«Pour l'exploitation en toute sécurité du réseau de transport, nous travaillons en étroite collaboration avec nos collègues européens.»

NELL REIMANN
Head of System Operations



ENSEMBLE AU SERVICE DE TOUS 15



«Pour les projets dans lesquels il s'agit de défendre les intérêts de la Suisse tout en trouvant une solution commune, il faut être capable de s'imposer, mais aussi de faire des compromis.»

MARC EMERY
Senior Specialist Market & System Design

«Il est important d'être multitâche. En tant que cheffe de projet, je suis chargée de la planification, du contrôle, de la gestion des crises et de la communication, pour ne citer que quelques exemples.»

PETRA STOCKER
Project Manager



«Le marché de l'électricité suisse et européen est en pleine mutation. C'est pourquoi Swissgrid doit continuer à développer sa gamme de produits sans relâche.»

TOBIAS OTT
Head of Product Development



«Le Procurement est le service chargé de la coordination afin que les acquisitions pour les projets d'extension du réseau se déroulent de manière transparente, rentable et efficace.»

KATIA SCHMIDLIN
Senior Key Commodity Manager

«Les projets d'extension concernent de nombreuses parties différentes. En tant que médiateur, je recherche et je favorise le dialogue.»

PHILIPPE MEULI
Grid Program Manager



Pouvoir exploiter les synergies

Tandis que les mises hors service sont généralement planifiées sur de longues périodes, d'autres événements requièrent une action rapide. L'énergie de réglage ou de «redispatching», qui est achetée sur des marchés fragmentés, doit être utilisée rapidement. Afin d'optimiser l'acquisition, Tobias Ott, responsable Product Development, travaille à la fusion de ces segments de marché. Avec son équipe, il développe également d'autres solutions visant à améliorer la sécurité du réseau et à réduire les coûts.

Relier les acteurs entre eux

L'exploitation du réseau de transport ne suppose pas uniquement l'utilisation d'énergie de réglage, mais également la modernisation de l'infrastructure. En tant que Grid Program Manager, Philippe Meuli s'occupe des plans d'extension initiés par des groupes d'intérêts. À la fois expert et responsable

global, il aide à créer les conditions générales optimales, à relier toutes les parties prenantes entre elles et à mettre en œuvre des solutions. Pour ces projets d'extension du réseau, la persévérance est de rigueur, étant donné que plusieurs années peuvent s'écouler entre l'idée, la procédure d'autorisation et la mise en service.

Sans achats, rien ne va plus

Différents matériaux sont nécessaires aux projets d'extension du réseau. La responsabilité de l'acquisition des matériaux nécessaires à la construction des pylônes et des lignes incombe à Katia Schmidlin. En sa qualité de Senior Key Commodity Manager, elle garantit l'acquisition rentable et conforme aux marchés publics de ces produits. De plus, elle contrôle la qualité des spécifications et fait en sorte que l'acquisition soit clairement documentée.

Informations relatives aux collaborateurs



Plus de
470

Si vous recherchez un environnement de travail international, vous le trouverez au sein de Swissgrid dont plus de 470 collaborateurs viennent de 20 pays.



TOP 100

Employeur préféré des étudiants en sciences de l'ingénieur et informatiques.



7

Swissgrid est présente sur sept sites répartis dans toute la Suisse.

Le centre de conduite du réseau: une jonction internationale

Swissgrid Control est le cerveau du système suisse d’approvisionnement en électricité. C’est ici que des spécialistes surveillent et gèrent le réseau de transport suisse 24h/24. Il est étroitement relié au réseau européen par plus de 40 lignes. C’est pourquoi un échange permanent entre les centres de conduite en Suisse et dans les pays voisins est nécessaire pour une sécurité élevée de l’approvisionnement dans toute l’Europe. Zoom sur le travail des spécialistes de l’autre côté de la frontière.

Bilan du système

La production et la consommation d’énergie dans le réseau doivent toujours s’équilibrer afin de maintenir sa fréquence à un niveau stable de 50 Hz. En cas de déséquilibre, les gestionnaires de réseau utilisent de l’énergie de réglage, une sorte de réserve, pour injecter de l’énergie dans le réseau ou en retirer. Celle-ci est d’abord activée automatiquement. Les turbines des centrales électriques réagissent en cas de fluctuations de la fréquence et adaptent leur puissance. Par la suite, l’opérateur peut en outre recourir à l’énergie de réglage manuellement si besoin, au niveau national et international. Il rétablit ainsi l’équilibre dans le réseau en collaborant avec ses collègues.

FRANCE

Lyderic Brouck, chef de pôle exploitation, RTE

«Des contacts réguliers entre GRT sont nécessaires, que ce soit pour les situations normales, ou plus complexes à traiter, comme la gestion des écarts de fréquence, qui peuvent impacter l’ensemble du système électrique européen.»



ALLEMAGNE

Guntram Zeitler, ingénieur en gestion de systèmes,
TransnetBW

«Pour une exploitation sûre du réseau de transport et un approvisionnement fiable en énergie électrique à tous les clients, la coordination entre les zones de réglage et les frontières nationales est indispensable.»

AUTRICHE

Markus Ostovits, responsable de la planification opérationnelle, APG

«Une exploitation stable du réseau est notre objectif premier. C'est uniquement grâce à la coordination précoce avec nos partenaires tels que Swissgrid que nous pouvons mettre en place les mesures nécessaires en temps utile.»

ITALIE

Silverio Casulli, Planning and Energy Operations, Terna

«Ce n'est que grâce à une optimisation en continu des interconnexions transfrontalières avec nos partenaires que nous pourrions relever au mieux les défis croissants du système électrique européen.»

Gestion et commande de l'exploitation du réseau

Les centres de conduite en Suisse et à l'étranger sont en contact régulier afin de garantir une exploitation sûre du réseau. Ils échangent en cas de perturbations ou de congestions imminentes ou coordonnent la mise hors service de lignes transfrontalières. L'opérateur compétent effectue pour cela des calculs et des manœuvres de couplage. Dans les postes de couplage, il connecte ou déconnecte des lignes. Il influe ainsi sur les flux et empêche la surcharge d'éléments de réseau. En outre, il peut effectuer un «redispatching» à l'aide de collègues en Suisse et à l'étranger, soit ordonner aux centrales d'adapter leur puissance.

Planification de l'exploitation du réseau

La planification va de pair avec les activités dans les centres de conduite du réseau. Pour la mise hors service d'une ligne ou d'une centrale électrique, les préparatifs commencent des mois, voire des années en avance. Afin que les mises hors service prévues n'entraînent pas de surcharge des autres éléments du réseau, l'opérateur effectue des calculs prévisionnels sur un modèle du réseau de transport. Il définit des mesures appropriées avec ses partenaires en Suisse et à l'étranger, le cas échéant.

Traitement en amont et en aval des programmes prévisionnels et gestion de ces derniers

Les centrales et négociants d'électricité communiquent toutes les transactions nationales et internationales prévues et déjà réalisées aux centres de conduite du réseau dans des programmes prévisionnels. L'opérateur peut ainsi évaluer avec exactitude la charge du réseau dans son pays. Il examine les transactions commerciales de manière précise et les harmonise avec ses collègues à l'étranger. Ce procédé permet de maintenir l'équilibre du réseau européen et d'éviter les fluctuations.

L'avenir naît ici



Le réseau de transport comporte des postes de couplage, des transformateurs et un vaste réseau de lignes. Les composants sont étroitement liés et se complètent mutuellement. Cette infrastructure doit fonctionner afin que l'énergie puisse être transportée sans problème aujourd'hui et demain. Swissgrid la modernise donc en s'appuyant sur le «Réseau stratégique 2025». Le rapport définit les priorités en ce qui concerne la transformation et l'extension du réseau de transport suisse.

Ligne souterraine à très haute tension

La transformation du réseau de transport entre Beznau et Mettlen est une grande première pour Swissgrid qui enterre un tronçon d'une ligne de 380 kilovolts.

Swissgrid augmente la tension de la ligne de 220 à 380 kilovolts afin de garantir à long terme la distribution de l'énergie dans l'agglomération de Zurich et en Suisse centrale. Ce tronçon fait partie intégrante du «Réseau stratégique 2025» et revêt donc une importance particulière pour la sécurité de l'approvisionnement suisse.

Premier câblage partiel dans le réseau de 380 kilovolts

Le premier coup de pioche des travaux de transformation pour le tronçon situé entre Beznau et Birr a été donné en août 2018. Le coup d'envoi du câblage souterrain d'un tronçon de la ligne a ainsi été donné.

Ce câblage partiel représente un projet complexe sur le plan technique, qui fournira des enseignements importants pour l'avenir. Il montrera notamment les répercussions sur le paysage et l'environnement. De plus, il permettra de préciser les coûts de ce type de projet ainsi que les difficultés posées par la construction, l'exploitation et la maintenance.

Les stations aéro-souterraines assurent la liaison

Ce câblage partiel représente 1,3 kilomètre de la nouvelle ligne de 6,5 kilomètres. Swissgrid démantèle la ligne aérienne qui se trouve dans la zone d'habitation de Neu-

Riniken et construit deux nouveaux tronçons aériens plus éloignés des zones d'habitation.

Deux stations aéro-souterraines sont construites afin de relier le tronçon câblé aux lignes aériennes qui se trouvent au nord et au sud de la zone «Gäbihübel». Les sites ont été soigneusement choisis afin de préserver au maximum le paysage.

Renaturation du paysage

Swissgrid a commencé les travaux d'excavation et de construction pour la pose des câbles souterrains en août 2018. Un tracé de 25 mètres de large a été mis en place à cette fin, au milieu duquel une tranchée de câbles, large d'environ 5 mètres, sera creusée.

Deux batteries de tubes y seront placées, et douze câbles souterrains les traverseront. Il s'agit d'un travail complexe au niveau logistique, étant donné qu'un rouleau de 1000 mètres de câble souterrain pèse environ 21 tonnes.

La surface occupée sera entièrement revégétalisée après quelques années et pourra être cultivée comme auparavant.

La sécurité a la priorité absolue

Swissgrid accorde la priorité absolue à la sécurité sur tout le chantier et le long des routes d'accès dans les zones très peuplées. Différentes mesures ont été prises afin de protéger les habitants et les usagers de la route. De plus, Swissgrid informe régulièrement les communes et les riverains de l'avancement des travaux.

Faits sur le projet



380 t

380 tonnes de câbles seront posées pour le câblage partiel «Gäbihübel».

➔ www.swissgrid.ch/beznau-birr



Une quantité de terre équivalente à 15 piscines olympiques sera excavée.



L'extension du réseau en Valais progresse

L'énergie hydraulique abonde en Valais. Il ne sera toutefois pas possible de transporter dans son intégralité l'énergie sur les lignes existantes quand, entre autres, la centrale de pompage-turbinage de Nant de Drance entrera en service. Une augmentation de la tension de 220 à 380 kilovolts est donc déjà prévue ou en cours pour différents tronçons afin de renforcer et de développer le réseau à très haute tension en Valais.

Éliminer les congestions

L'une des principales congestions au sein du réseau de transport suisse sera éliminée grâce à la construction d'une ligne aérienne de 380 kilovolts entre Chamoson et Chippis d'ici à 2021. La construction des fondations des pylônes a commencé en août 2018 pour les deux premiers tronçons sur les cinq prévus. Après la mise en service de la ligne en 2021, Swissgrid démantèlera 90 kilomètres de lignes aériennes et 322 pylônes dans la vallée du Rhône.

Une ligne aérienne de 380 kilovolts est également en cours de construction entre Ernen et Ulrichen. Sa mise en service est prévue fin 2019. Le poste de couplage

en plein air de Fiesch ainsi que les lignes de 220 et 65 kilovolts actuelles seront également démantelés. La construction d'un poste de couplage isolé au gaz à Ernen en guise de construction de remplacement permettra d'éviter la traversée du Rhône et de préserver le paysage.

La procédure d'autorisation est en cours pour d'autres projets en Valais: la ligne existante entre les sous-stations de Chippis et de Bickigen est transformée et modernisée afin de pouvoir être exploitée en 380 kilovolts. Il s'agit d'un projet d'adaptation de grande ampleur: des mesures de construction sont prévues pour 294 pylônes existants. La mise en service de la ligne transformée est prévue d'ici à 2021.

En outre, Swissgrid prévoit également une ligne aérienne de 380 kilovolts entre Chippis et Mörel. Elle remplacera la ligne existante de 220 kilovolts qui traverse de nombreuses zones d'habitation et qui sera démontée à la fin du projet de construction. Il est prévu que la nouvelle ligne transporte de l'électricité à partir de 2025.

Faits sur le projet



Cette extension permet également de transporter l'énergie hydroélectrique dans son intégralité.



Les lignes existantes qui traversent les zones d'habitation seront démantelées.



Sans transformateurs, rien ne va plus

L'électricité est transportée sur les lignes du réseau de transport, le niveau de réseau le plus élevé, à une tension de 380 ou 220 kilovolts. Cette tension élevée est nécessaire afin de transporter l'énergie sur de longues distances avec le moins de pertes possible. Les transformateurs réduisent la tension afin que les consommateurs finaux puissent utiliser cette énergie.

Avec leur capacité à réduire ou à augmenter la tension électrique, les transformateurs jouent un rôle important pour l'approvisionnement en électricité. En tant que nœuds du réseau électrique, ils relient entre eux les différents niveaux de ce dernier.

Les projets d'extension progressent

L'arrêt de la centrale nucléaire de Mühleberg fin 2019 entraînera la perte d'une partie de la production d'énergie suisse. À moyen terme, il conviendra de compenser cette injection manquante en augmentant la production des centrales suisses ou en important de l'énergie. La capacité actuelle des transformateurs doit être augmentée afin de pouvoir effectuer ces importations supplémentaires. Ceci est d'autant plus

important en hiver lorsque la Suisse dépend d'importations d'énergie. C'est la raison pour laquelle Swissgrid prévoit notamment de construire un nouveau transformateur dans la sous-station de Mühleberg. Grâce à ce dernier et à l'augmentation de la tension de la ligne aérienne de 220 à 380 kilovolts entre Bassecourt et Mühleberg, il sera possible de transporter de grandes quantités d'énergie et donc de garantir l'approvisionnement à long terme de l'agglomération de Berne et du Plateau central.

Le «Réseau stratégique 2025» prévoit également des transformateurs supplémentaires dans les sous-stations de Beznau, Chippis, Mörel, Romanel et le remplacement d'un transformateur à Laufenburg. Les transformateurs de Beznau et de Romanel sont déjà en service tandis que les travaux à Laufenburg seront achevés en 2019. L'installation des nouvelles installations plus performantes augmente la quantité d'électricité importée injectée et renforce la puissance de transformation de l'infrastructure du réseau suisse.

Faits sur le projet

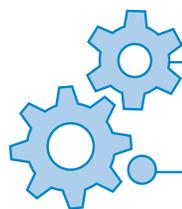


Swissgrid exploite 21 transformateurs au niveau du réseau le plus élevé.



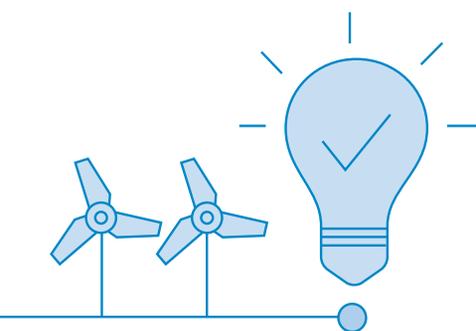
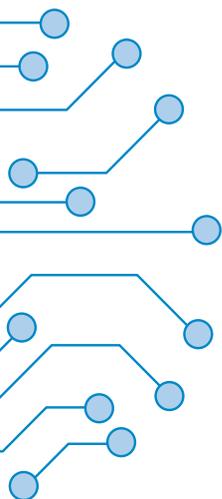
Les plus grands transformateurs pèsent jusqu'à 1400 tonnes.

L'intelligence artificielle au sein du réseau électrique



Pour le transport de l'énergie, une simple infrastructure physique ne suffit pas: ce sont les capacités cognitives de l'être humain qui assurent un flux d'électricité continu. L'intelligence artificielle pourrait-elle un jour reprendre le flambeau?

Avec le virage énergétique, les besoins du réseau électrique ont beaucoup évolué à tous les niveaux de réseau. La modernisation du réseau de transport est fondamentale pour garantir un avenir énergétique durable. Il ne suffit pas d'étendre ou de transformer l'infrastructure. La numérisation offre de nouvelles possibilités au secteur de l'électricité, comme l'intelligence artificielle (IA), une branche informatique qui simule sur ordinateur le comportement humain intelligent sous forme d'applications logicielles. L'IA intègre aussi l'apprentissage machine: les applications accu-



mulent les connaissances par expérience et les exploitent. Elles sont alors en mesure de réagir à des scénarios inconnus.

Un algorithme pour avertir des points faibles

Le secteur de l'électricité peut bénéficier des possibilités offertes par l'IA, notamment afin d'identifier à l'avance les points faibles au sein de l'infrastructure du réseau. Cette forme de technique de maintenance s'appelle la «maintenance prévisionnelle» (Predictive Maintenance). À cette fin, les données de mesure issues de l'exploitation du réseau actuelle, les données de

base de l'infrastructure, les données géographiques ou météorologiques sont collectées en temps réel et transmises à une base de données centrale. Un algorithme doté d'une capacité d'auto-apprentissage les analyse et en déduit des recommandations pour la maintenance. Idéalement, il peut prévoir des points faibles de l'installation avant qu'ils n'aient des répercussions ou ne provoquent des défaillances. L'IA permet ainsi au gestionnaire du réseau électrique d'améliorer la fiabilité de ce dernier grâce à des aides à la décision automatisées. Celles-ci permettront également à l'avenir de mieux planifier des mesures d'extension du réseau et de les mettre en œuvre de manière plus ciblée et plus efficace.

Gestion des énergies renouvelables

En associant les données de l'infrastructure et les données externes, l'IA pourrait également permettre de mieux prévoir la production d'énergie. Une possibilité intéressante pour les énergies renouvelables dont la puissance de production dépend beaucoup des conditions météorologiques. Prévoir la production possible à partir des données passées et actuelles permettrait aux responsables de mieux planifier l'exploitation de leurs installations. La prévisibilité a également des effets positifs sur le réseau électrique. Les données de producteurs d'énergie importants pourraient permettre de mieux planifier son exploitation.

Gestion de la demande

À l'avenir, l'IA pourrait également jouer un rôle dans la gestion de la demande en électricité. L'activation ou la désactivation ciblée de charges permettrait de réagir à la demande en fonction des signaux du marché. Ces interventions sont possibles dans des secteurs industriels gérant des processus de production qui utilisent des quantités variables d'électricité. Une telle gestion de la charge permettrait aussi de compenser les fluctuations de la production issue des énergies renouvelables. Ces processus pourraient être davantage automatisés grâce à l'IA. Des travaux sont en cours dans ce domaine pour élaborer une plateforme intelligente en vue d'influencer l'efficacité énergétique des consommateurs finaux au moyen d'incitations. L'IA pourrait aussi contribuer à améliorer la stabilité des réseaux électriques en injectant automatiquement l'énergie produite par des milliers de foyers.

L'intelligence artificielle chez Swissgrid

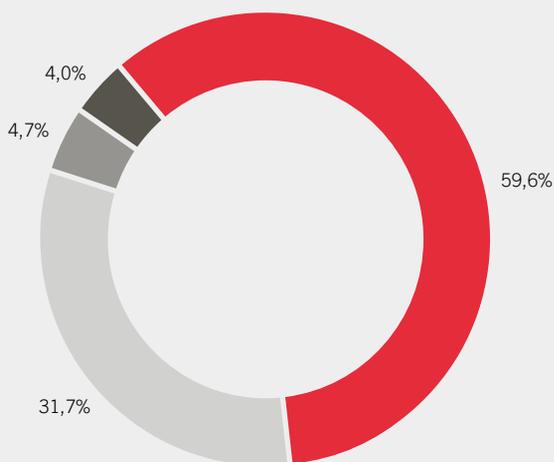
Swissgrid a pris en compte la numérisation en créant l'unité organisationnelle «Research & Digitalisation». Cette dernière est responsable de la recherche et du développement afin d'évaluer les nouvelles technologies, comme l'intelligence artificielle, et de les mettre en œuvre. Swissgrid, qui exploite une infrastructure critique, attache une grande importance à ce que les innovations dans le domaine de l'automatisation et de la numérisation remplissent les critères d'une exploitation sûre du réseau.

L'électricité en chiffres



Près de 60%

de la production d'énergie suisse est issue de l'énergie hydraulique.



- Centrales au fil de l'eau et centrales à accumulation
- Centrales nucléaires
- Centrales thermiques classiques et centrales chaleur-force (énergies renouvelables ou non)
- Diverses énergies renouvelables

Plus de 85 millions d'années:

c'est la durée qu'une ampoule électrique de 60 watts resterait allumée grâce à l'électricité que Swissgrid transporte vers les consommateurs suisses chaque année.

540 300

points de listes de contrôle

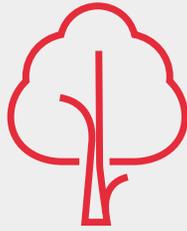
ont dû être traités dans le cadre de la maintenance du réseau de transport en 2018.

15 minutes à peine

seraient nécessaires pour parcourir à pied la plus longue distance à vol d'oiseau entre deux pylônes.

Gorges de Gondo Valais

1230 mètres



Un volume de bois équivalent
au volume d'un cube de
1,5 m de côté (3,375 m³) pousse

toutes les heures

le long des tracés des lignes
de Swissgrid.

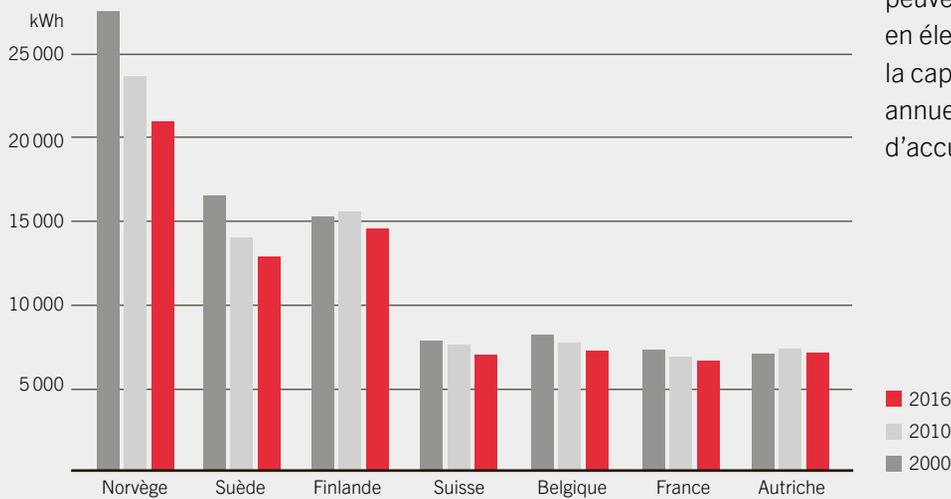
1 697 115

**maisons
individuelles**

peuvent être alimentées
en électricité grâce à
la capacité de stockage
annuelle des lacs
d'accumulation suisses.

Trois fois moins d'électricité

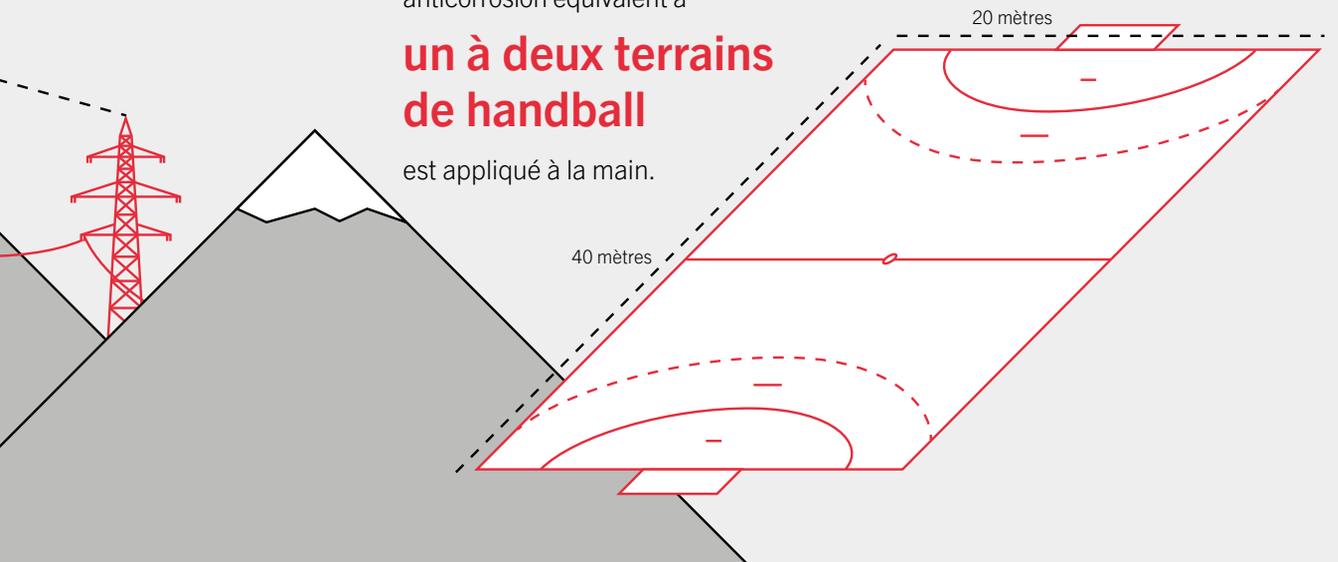
est consommée par les Suisses
que par les Norvégiens.



En fonction de la taille des
pylônes, un traitement
anticorrosion équivalent à

**un à deux terrains
de handball**

est appliqué à la main.



Swissgrid SA
Bleichemattstrasse 31
Case postale
5001 Aarau
Suisse

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

Route des Flumeaux 41
1008 Prilly
Suisse

