

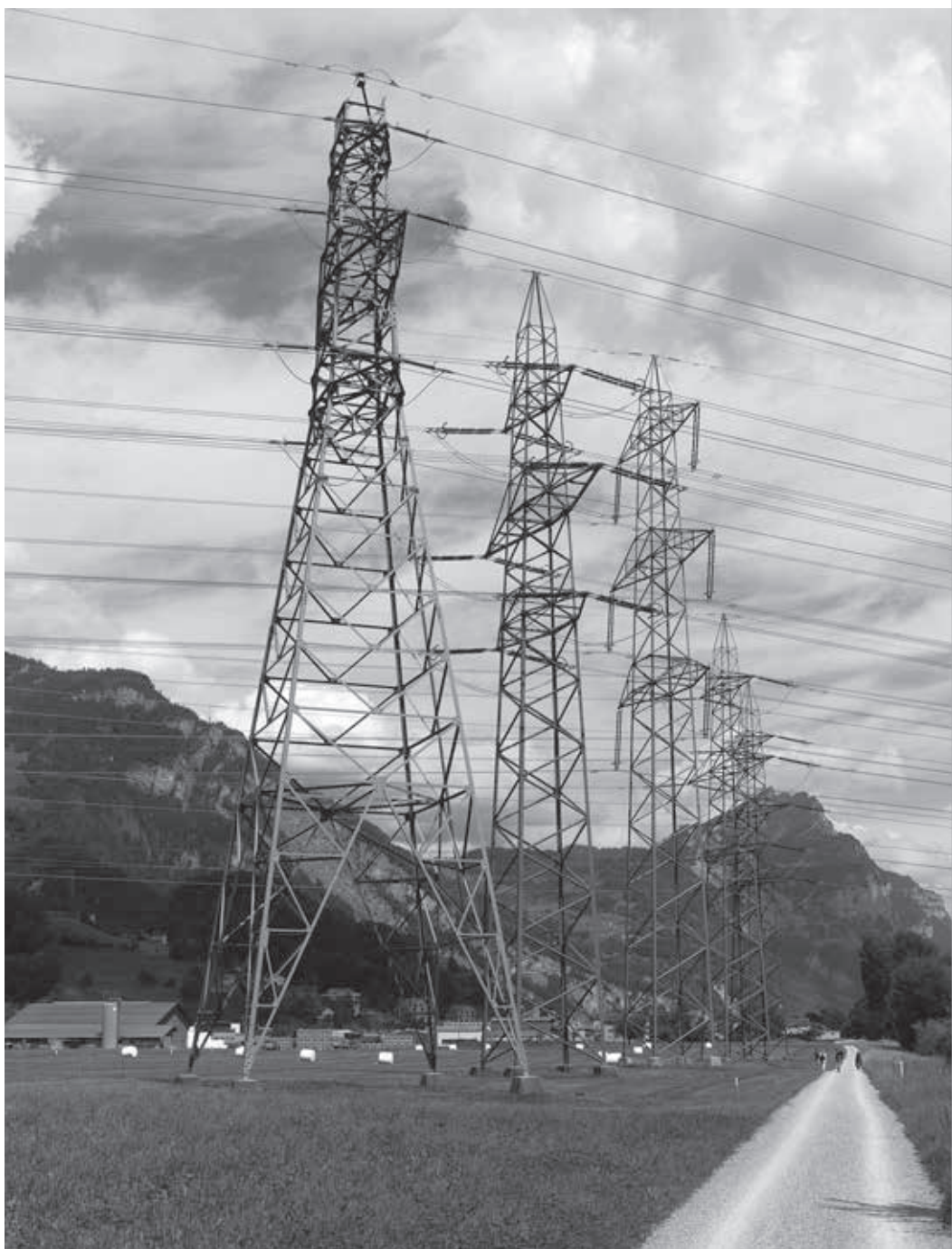
Un réseau robuste comme condition première d'une transition énergétique réussie

Marc Vogel

marc.vogel@swissgrid.ch

Afin que la Stratégie énergétique 2050+ puisse se concrétiser, il est essentiel de disposer d'un réseau de transport d'électricité performant. En novembre 2021, le Conseil fédéral a publié son Scénario-cadre pour la planification du réseau d'électricité, qui impose aux gestionnaires de réseau un cadre contraignant pour leur planification. Ces nouvelles contraintes obligent ainsi Swissgrid à adapter sans cesse sa conception du futur réseau de lignes à très haute tension suisse. Son plus grand défi est de prendre en compte les mutations en cours dans le domaine de la production d'énergie.

L'électricité est au cœur du fonctionnement de notre société ; que ce soit directement ou indirectement, nous en sommes tributaires pour presque toutes nos activités quotidiennes. Ainsi, la transition énergétique que nous avons amorcée représente un défi d'autant plus énorme qu'il va falloir, à l'avenir, assurer une distribution vingt-quatre heures sur vingt-quatre toujours aussi fiable. Les centrales nucléaires et les centrales au charbon vont être progressivement mises hors service à travers toute l'Europe. Elles sont peu à peu remplacées par quantités de petites sources d'électricité renouvelable – éoliennes ou solaires – dont la production est dépendante de l'heure et de la météo. Or, pour que le réseau fonc-



Lignes à haute tension dans la plaine de la Linth entre Weesen et Ziegelbrücke.

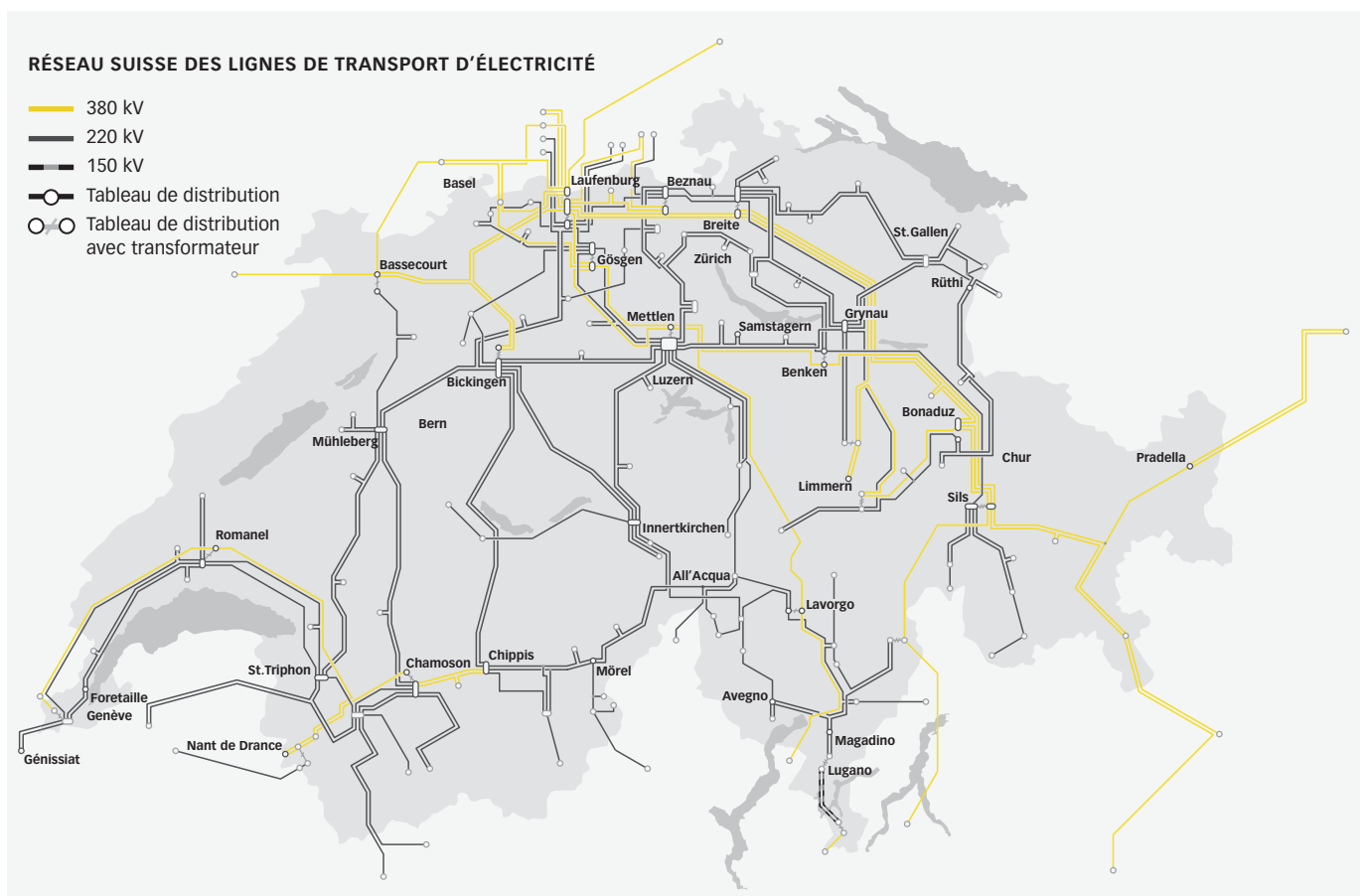
tionne de manière stable, il est nécessaire qu'à chaque seconde, la quantité d'électricité produite corresponde exactement à la demande.

Du bon usage des nouvelles technologies

Il va falloir changer nos habitudes et utiliser désormais le courant au moment où il est produit, c'est-à-dire quand le soleil brille ou que le vent souffle. Jusqu'à présent, nous autres consommateurs nous sentions libres de nous brancher à la prise à n'importe quel moment de la journée, pour nous chauffer, faire la cuisine, nous rafraîchir ou encore re-

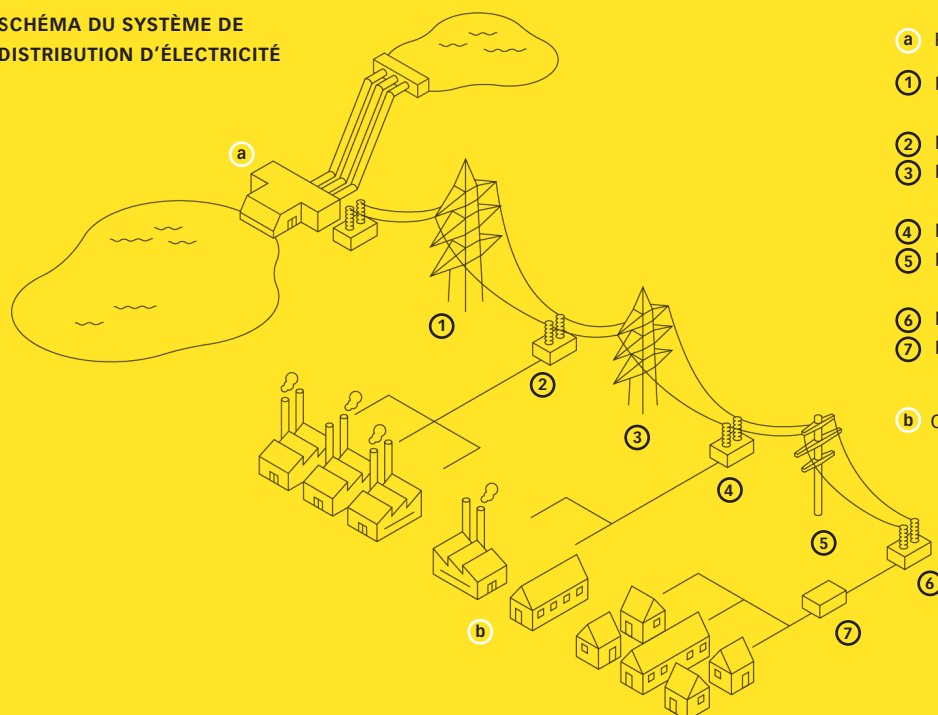
charger nos appareils. Certains d'entre nous choisissaient, de faire leur lessive la nuit pour profiter de l'électricité nucléaire en bande. Notre seul souci était de disposer d'un logement agréable, d'un frigo à + 5°C et d'une batterie de voiture bien chargée au moment du départ. À l'avenir, nous dépendrons de technologies sophistiquées qui géreront à notre place notre consommation, afin que l'énergie solaire puisse être valorisée de manière optimale. L'autoconsommation d'électricité permettra d'éviter les pointes de réinjection de courant dans le réseau qui, s'il est moins sollicité, aura moins besoin d'être renforcé.

Lorsque les multiples producteurs décentralisés fourniront trop de courant, on utilisera ce dernier pour faire remonter de l'eau dans nos lacs d'accumulation, chauffer de l'eau dans des réservoirs ou charger les batteries des voitures électriques. C'est ainsi que nous stockerons notre énergie, que nous pourrons aller puiser dans ces « réservoirs » par temps nuageux ou les jours sans vent. S'il est un élément particulièrement difficile à gérer, c'est le stockage intersaisonnier : comment conserver pour l'hiver, le courant produit au cours des longues journées d'été ou grâce à l'eau de fonte des neiges ? Il existe pourtant des solutions à ce problème,



Le réseau de transport actuel permet de fournir à toutes les régions de l'électricité de manière stable et d'assurer les échanges de courant avec l'étranger.

SCHÉMA DU SYSTÈME DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ



a PRODUCTEURS

- ① Niveau de réseau 1: très haute tension dans le réseau de transport 220/380 kV
- ② Niveau de réseau 2: transformateur
- ③ Niveau de réseau 3: haute tension dans le réseau de distribution interrégional 50 à 150 kV
- ④ Niveau de réseau 4: transformateur
- ⑤ Niveau de réseau 5: moyenne tension dans le réseau de distribution régional 10 à 35 kV
- ⑥ Niveau de réseau 6: transformateur
- ⑦ Niveau de réseau 7: basse tension dans le réseau régional 400/230V

b CONSOMMATEURS



Paysage marqué par l'énergie à proximité de la centrale nucléaire de Mühleberg.

par exemple le couplage des secteurs, qui consiste à fabriquer en été de l'hydrogène avec les surplus d'électricité, puis à l'utiliser en hiver pour refabriquer de l'électricité.

Échanges internationaux d'électricité

Ces révolutions technologiques vont nécessiter une optimisation du réseau de distribution, voire son extension ponctuelle, afin de lui permettre de s'adapter aux nouvelles habitudes de production et de consommation. C'est précisément la tâche des gestionnaires de réseau.

Swissgrid, la société gestionnaire du réseau de transport d'électricité suisse, a pour mission de planifier, construire et exploiter le réseau de lignes électriques à très haute tension, long de 6700 kilomètres. Avec ses 41



Vue sur le panorama des Alpes bernoises depuis Frauenkappelen.

lignes transfrontalières, la Suisse est complètement intégrée aux pays voisins. Nos surplus d'électricité partent à l'étranger, tandis que nos déficits sont comblés grâce à des importations, surtout en hiver. Sont directement connectés à ce réseau à très haute tension toutes les usines hydroélectriques et nucléaires, ainsi que tous les gros gestionnaires de réseau, tels que les services industriels des villes et les sociétés cantonales d'approvisionnement. Ces gestionnaires, à leur tour, alimentent les consommateurs finaux d'électricité.

Les embouteillages affectent aussi les réseaux électriques

Le réseau de distribution d'électricité relie toutes les installations électriques, qu'elles soient de production ou de consommation.

Comparable à un réseau routier constitué de rues de quartier, de rues principales, de routes cantonales et d'autoroutes, il comprend quatre niveaux de tension : basse tension (400 V) à l'intérieur des bâtiments, moyenne tension, haute tension et très haute tension. Comme le réseau routier peut être perturbé par des embouteillages, le réseau électrique peut être affecté par des congestions. Des travaux de maintenance ou des mises hors service de lignes, ou encore de grandes variations de production ou de consommation sont à l'origine de ces perturbations. Si cela se produit, les besoins du consommateur final ne peuvent pas être entièrement satisfaits.

La multiplication des installations solaires et éoliennes, de même que l'augmentation du nombre de véhicules électriques et de pompes à chaleur sollicitent en premier lieu le

réseau de distribution à basse tension, mais finalement aussi le réseau national et transfrontalier de transport d'électricité. L'Union européenne (UE) planifie, au large des côtes de toute l'Europe, la construction de plusieurs parcs éoliens géants, dont la puissance cumulée équivaldra, à terme, à celle de 300 centrales nucléaires, ce qui entraînera des flux toujours plus importants d'électricité à travers le continent. Située au centre de l'Europe, la Suisse sera donc de plus en plus souvent menacée de congestion de réseau. En effet, en raison de l'enlisement des négociations avec l'UE concernant un accord bilatéral sur l'électricité, elle ne pourra avoir qu'une influence limitée sur l'évolution du marché de l'électricité. Sans droit de parole au sein des instances concernées, notre pays sera de plus en plus souvent exclu des processus de décision européens et du marché international. En effet, nous ne pouvons pas prendre part aux couplages de marchés, ce qui nous oblige à supporter des surcharges imprévisibles sur notre réseau de transport d'électricité. Or, il faut tenir compte de ces imprévus dans la planification de notre réseau.

Le Scénario-cadre suisse (SC CH) pour la planification du réseau électrique fournit des informations sur les avancées de la transition énergétique et sur les technologies de production mises en œuvre.

Trois scénarios se dessinent pour l'avenir

Le SC CH a été élaboré par l'Office fédéral de l'énergie, soutenu par un groupe d'accompagnement. Après une phase de consultation publique, le projet de scénario-cadre a été approuvé par le Conseil fédéral en novembre 2022. Trois scénarios y sont décrits, qui esquisseront le développement d'ici à 2040 des technologies de production, ainsi que l'évolu-



Lignes à haute tension traversant les Alpes près du col du Nufenen.

tion probable de la demande des principaux consommateurs, tels que le commerce ou l'industrie.

On présume que l'évolution effective, encore inconnue à ce jour, se situera quelque part dans cette fourchette. Le Scénario-cadre va permettre de dimensionner le futur réseau électrique de telle manière qu'il reste suffisamment stable, quelle que soit l'évolution de la situation.

Stratégie de planification de Swissgrid

Le Réseau stratégique 2040 présente les extensions de réseau à réaliser d'ici 2040. Swissgrid développe ce réseau en étroite collaboration avec les gestionnaires de réseau concernés, les centrales électriques et les che-

mins de fer fédéraux (CFF). Au cours d'un processus de régionalisation, ces partenaires ont évalué le niveau de consommation futur dans chaque région, ainsi que le genre et l'intensité de la réponse technologique à mettre en place. Ils ont ainsi pu décliner les objectifs nationaux du SC CH dans les différentes régions.

Un modèle de réseau européen permet de simuler, selon les trois scénarios, la charge qu'auront à supporter les différentes lignes en 2040 ; cela permet de prévoir les futurs goulets d'étranglement du réseau actuel.

Avant de prévoir la construction de nouvelles lignes électriques, Swissgrid envisage une exploitation plus efficace du réseau ac-

tuel dans le but de le rendre apte à supporter le surplus de charge. La ligne peut être exploitée de manière sûre à chaque instant jusqu'à sa limite si, par exemple, des capteurs mesurent différents paramètres, comme la température, le rayonnement solaire, la vitesse du vent ou la hauteur de la flèche de la ligne qui dépend des conditions météorologiques.

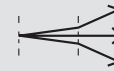
En outre, de nouvelles technologies rendent possible une répartition de la charge à égalité sur différentes lignes existantes, ce qui permet d'augmenter globalement le débit. Au cas où de telles mesures ne suffiraient pas, il faudrait envisager le renforcement de certaines lignes existantes ou, en dernier ressort, la construction d'une nouvelle ligne de

PROCÉDURES D'AUTORISATION DE PROJETS DE RÉSEAU

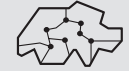
LE PROJET RÉSEAU STRATÉGIQUE 2040 VA PERMETTRE DE CONSTRUIRE UN RÉSEAU

Planification

Scénario-cadre



Évaluation des besoins



Scénarios / Régionalisation

Plan pluriannuel / Réseau stratégique

Tous les quatre ans

Tous les quatre ans

Projet Réseau stratégique

Processus de développement du réseau

UN ROBUSTE, CAPABLE D'ASSURER UN APPROVISIONNEMENT SÛR EN ÉLECTRICITÉ, MÊME D'ICI 2040.

Planification de projets

Coordination territoriale



Procédure de plan sectoriel national (Plan sectoriel des lignes de transport d'électricité PSE) / Plan directeur cantonal

En fonction des projets sur demande auprès de Office fédéral de l'énergie (OFEN)

Procédure d'approbation



Plan d'approbation des plans
Tribunal administratif fédéral / Tribunal fédéral

En fonction des projets sur demande auprès de Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI)

Réalisation

Réalisation des projets



Construction et mise en service

Après approbation

Vérification des projets



Coûts et bénéfices

Après la mise en service

transport. Dans ce dernier cas, on recourrait certainement à des solutions combinant la ligne électrique avec d'autres infrastructures.

Accélérer l'extension du réseau

Swissgrid est responsable de la planification et de la réalisation des lignes de transport. La procédure d'autorisation et d'approbation de la Confédération comprend six phases, au cours desquelles les différentes parties prenantes jouent un rôle central. Les variantes proposées sont discutées au sein d'un groupe de travail mis en place par l'OFEN, constitué de représentants des services fédéraux et cantonaux, des organisations environnementales et de Swissgrid. Ce groupe, chargé d'émettre par la suite des recom-

mandations, a pour base de travail le système d'évaluation des lignes de transport d'électricité de la Confédération. Cet outil permet de passer en revue non seulement les critères techniques, mais également des facteurs relatifs au développement territorial, à la protection de l'environnement ou à la rentabilité économique. Les milieux concernés peuvent prendre position sur les propositions du groupe de travail dans le cadre d'une audition publique, mais c'est en fin de compte au Conseil fédéral de prendre les décisions concernant la nouvelle ligne : périmètre d'étude, corridor du tracé, technologie (ligne aérienne ou câblage souterrain). Actuellement, il faut compter une quinzaine d'années entre le lancement du projet et la mise en service d'une nouvelle ligne. À l'avenir, il faudra que ce dé-

lai puisse être réduit, afin que le réseau reste en étroite adéquation avec l'évolution du système énergétique.

—

LIENS :
Brochure : Planification du réseau chez Swissgrid

➔ <https://tinyurl.com/grid-planification>

Projet Réseau stratégique

➔ <https://tinyurl.com/grid-strategie>

Procédures d'autorisation de projets de réseau

➔ <https://tinyurl.com/grid-procedures>

Aperçu des projets

➔ <https://tinyurl.com/grid-projets>

Brochure : Les technologies du réseau à très haute tension suisse. Ligne aérienne et câblage souterrain

➔ <https://tinyurl.com/grid-technologies>



MARC VOGEL, *1970, a suivi des études d'électrotechnique à l'Université technique de Karlsruhe. Jusqu'en 2002, il a contribué, en tant que collaborateur de l'entreprise MVV Energie AG, à l'organisation du commerce de l'énergie, notamment dans le cadre de la libéralisation du marché de l'électricité en Allemagne. En Suisse, il a d'abord travaillé chez Atel, avant d'entrer, en 2005, chez Swissgrid, où il a assumé différentes fonctions. Il dirige actuellement le projet Réseau stratégique 2040.