

Les technologies du réseau à très haute tension suisse

Ligne aérienne et câblage souterrain





Extension et modernisation du réseau de transport

Le réseau de transport suisse

Le réseau de transport suisse, d'une longueur totale de 6700 kilomètres, et ses 146 postes de couplage constituent la colonne vertébrale de l'approvisionnement sûr en électricité de la Suisse. Ce réseau, nommé réseau à très haute tension, transporte l'énergie produite par les centrales électriques sous une tension de 380 ou 220 kilovolts vers les réseaux de distribution locaux et régionaux, d'où elle est acheminée vers les consommateurs.

Extension et modernisation

Le réseau de transport suisse fait actuellement partie des réseaux les plus stables et les plus sûrs du monde. Les exigences envers ce réseau ont toutefois évolué en raison de la libéralisation du marché et de la production croissante d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables. Il existe d'ores et déjà des congestions structurelles sur le réseau de transport suisse. Swissgrid entretient et modernise en permanence l'infrastructure afin d'éliminer ces dernières, de préparer le réseau aux futurs défis, tels que le tournant énergétique, et d'assurer l'avenir énergétique durable de la Suisse.



6700 km

En Suisse, Swissgrid entretient plus de 6700 km de lignes à très haute tension et 12 000 pylônes.



42 km

Le pourcentage de câbles souterrains dans le réseau de transport de Swissgrid est inférieur à 1%.



40 t

Une bobine de câbles peut peser jusqu'à 40 t, ce qui correspond à 40 voitures.



15 cm

Le diamètre d'un câble souterrain d'une ligne à très haute tension de 380 kV correspond à peu près au diamètre d'une raquette de tennis de table.

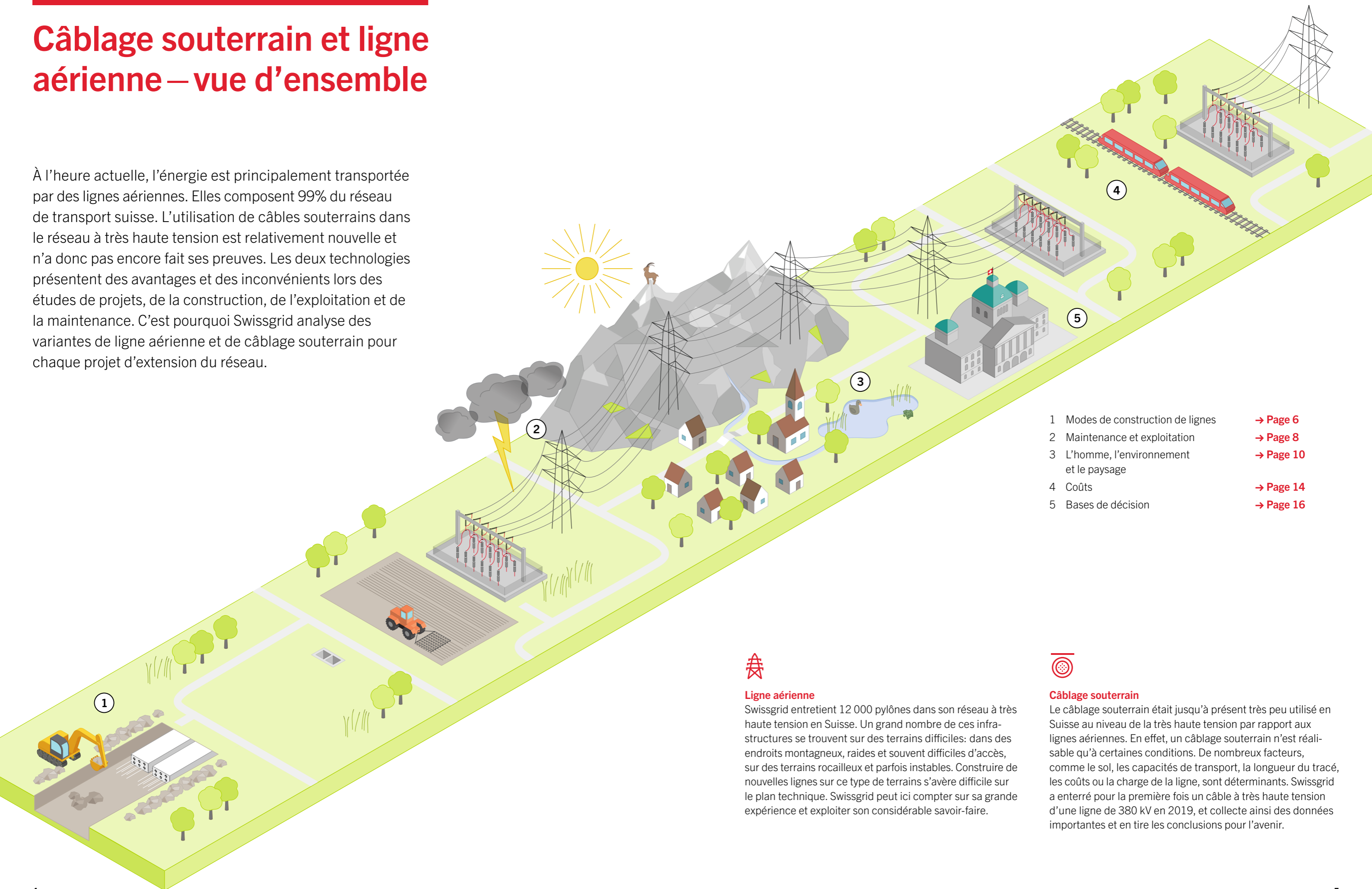


15 ans

Les grands projets d'infrastructure prennent beaucoup de temps. Il s'écoule en moyenne 15 ans (voire plus) entre le début d'un projet et la mise en service en raison des procédures d'autorisation qui durent plusieurs années, des fréquentes oppositions et des décisions juridiques.

Câblage souterrain et ligne aérienne – vue d'ensemble

À l'heure actuelle, l'énergie est principalement transportée par des lignes aériennes. Elles composent 99% du réseau de transport suisse. L'utilisation de câbles souterrains dans le réseau à très haute tension est relativement nouvelle et n'a donc pas encore fait ses preuves. Les deux technologies présentent des avantages et des inconvénients lors des études de projets, de la construction, de l'exploitation et de la maintenance. C'est pourquoi Swissgrid analyse des variantes de ligne aérienne et de câblage souterrain pour chaque projet d'extension du réseau.



- 1 Modes de construction de lignes → Page 6
- 2 Maintenance et exploitation → Page 8
- 3 L'homme, l'environnement et le paysage → Page 10
- 4 Coûts → Page 14
- 5 Bases de décision → Page 16



Ligne aérienne

Swissgrid entretient 12 000 pylônes dans son réseau à très haute tension en Suisse. Un grand nombre de ces infrastructures se trouvent sur des terrains difficiles: dans des endroits montagneux, raides et souvent difficiles d'accès, sur des terrains rocailloux et parfois instables. Construire de nouvelles lignes sur ce type de terrains s'avère difficile sur le plan technique. Swissgrid peut ici compter sur sa grande expérience et exploiter son considérable savoir-faire.



Câblage souterrain

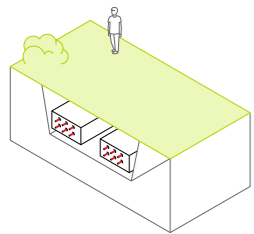
Le câblage souterrain était jusqu'à présent très peu utilisé en Suisse au niveau de la très haute tension par rapport aux lignes aériennes. En effet, un câblage souterrain n'est réalisable qu'à certaines conditions. De nombreux facteurs, comme le sol, les capacités de transport, la longueur du tracé, les coûts ou la charge de la ligne, sont déterminants. Swissgrid a enterré pour la première fois un câble à très haute tension d'une ligne de 380 kV en 2019, et collecte ainsi des données importantes et en tire les conclusions pour l'avenir.

Modes de construction de lignes



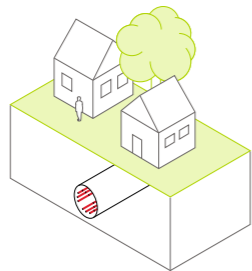
Tracé: voici comment le câble est enterré

Des clarifications détaillées sont nécessaires avant de décider du tracé de la ligne et du mode de construction de cette dernière. Les caractéristiques géologiques du sol, les infrastructures de transport et d'approvisionnement, la présence de cours d'eau et de nappes phréatiques ainsi que les éventuels projets de construction sont par exemple analysés.



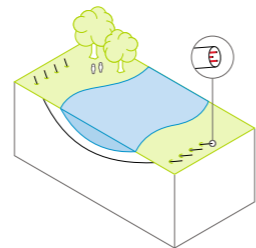
Batterie de tubes

La variante la plus facile et la plus rentable. Pour ce faire, une tranchée est creusée à ciel ouvert. Des conduites de câbles sont alors installées dans la tranchée, puis bétonnées avant d'être recouvertes de terre. Ensuite, il n'y a plus qu'à tirer les câbles dans les tuyaux de protection de câbles.



Tunnel

Technique utilisée en terrains montagneux et rocheux, ou pour franchir certains obstacles, par exemple des zones habitées ou voies ferrées. Les tunnels sont construits sous forme de galeries ou par pousse-tube, les câbles sont installés sur des supports spécifiques.

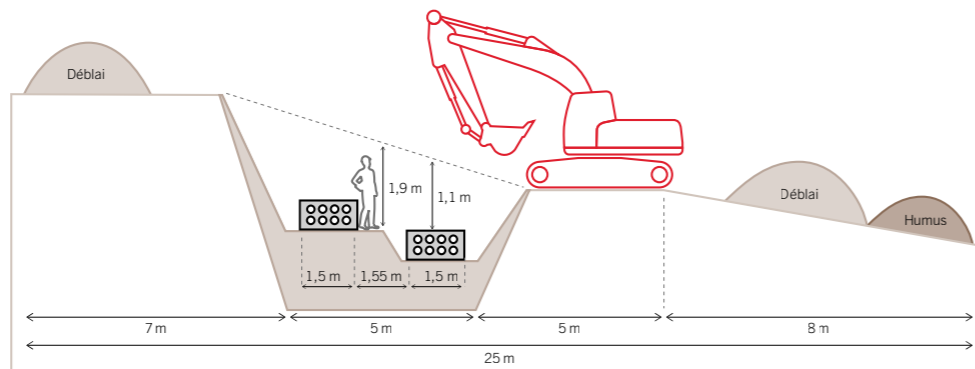


Forage dirigé

Une tête de forage orientable progresse dans le sol, passant au-dessous d'obstacles tels que des rivières ou des routes. Un liquide stabilisant est giclé derrière la tête de forage. Puis des tubes vides sont installés pour les câbles.

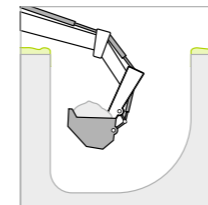
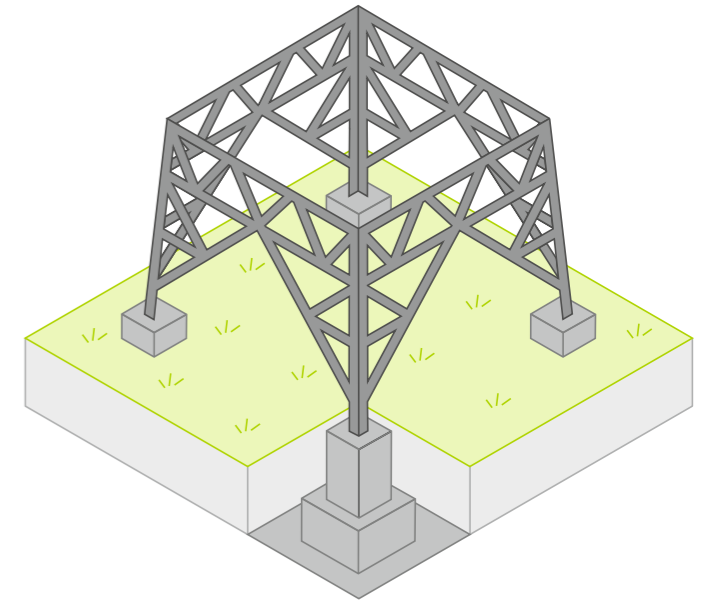
Mode de construction le plus courant

Les câbles souterrains sont en général tirés au moyen d'une méthode de construction à ciel ouvert. Un tracé de 25 mètres de large est tout d'abord défini, puis une tranchée d'environ 5 mètres de large destinée aux câbles est ensuite creusée en son milieu. Les tuyaux de protection de câbles y sont ensuite posés à l'aide de gabarits, en deux parties de six à huit éléments chacun. Ils sont ensuite bétonnés en deux batteries de tubes, puis la tranchée est recouverte de terre. Il n'y a alors plus qu'à tirer les câbles dans les tuyaux de protection de câbles.

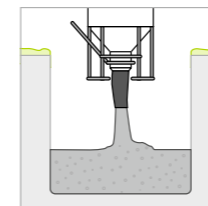


Construction d'une ligne aérienne: sur des fondations stables

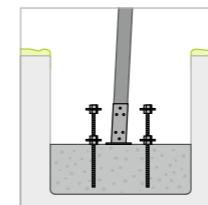
Un pylône d'une ligne à haute tension nécessite une superficie maximale de 15 x 15 mètres. Sa fondation, composée de quatre socles, est construite de manière très stable: elle doit non seulement supporter le pylône, mais également garantir la stabilité de l'ensemble pour ne pas basculer en cas de fort vent. Selon la hauteur du pylône et le terrain – notamment en montagne, où les pylônes sont souvent installés dans des zones raides ou instables, des mesures de sécurité supplémentaires s'imposent. Des instruments de mesure spéciaux surveillent le moindre mouvement de sol jusqu'à une profondeur de 25 mètres. Des mesures telles que la pose de treillis métalliques ou le renforcement des socles en béton protègent les pylônes des avalanches, des chutes de pierres ou autres coulées de boue.



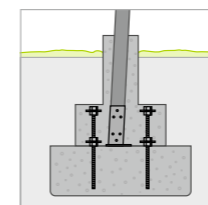
Un puits doit être creusé à l'endroit du futur emplacement du pylône, à la pelle mécanique, au marteau-piqueur ou par minage.



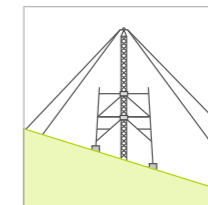
Les parois du puits doivent être sécurisées et renforcées. La base du socle est ensuite bétonnée au niveau du sol. Le socle mesure jusqu'à 4 x 4 mètres.



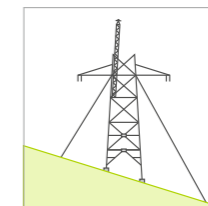
Les éléments inférieurs en acier du pylône sont ancrés dans le béton. Des pieux métalliques supplémentaires renforcent et stabilisent la fondation de part et d'autre de l'ancrage.



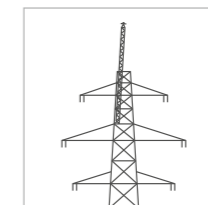
Les éléments en acier sont recouverts de plusieurs couches de béton armé. Le socle se rétrécit jusqu'au niveau du sol en plusieurs paliers.



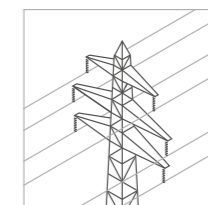
Une fois les fondations bétonnées, le montage du pylône peut débuter à l'aide d'une grue mobile, d'un hélicoptère ou d'une tour de montage (telle qu'illustrée sur le graphique).



Des hélicoptères ou des camions transportent les éléments du pylône. Grâce à la tour de montage, ceux-ci sont montés pièce par pièce.



Le pylône grandit continuellement en hauteur. Sur les terrains escarpés, certains éléments du pylône sont montés par hélicoptère.



Une fois la construction du pylône achevée, les câbles électriques – les fameux conducteurs – sont suspendus au niveau des isolateurs à l'aide de palans.

Maintenance et exploitation

Les lignes aériennes et les câbles souterrains présentent des avantages et des inconvénients dans l'exploitation et la maintenance du réseau. L'expérience en matière d'exploitation de lignes câblées souterraines à très haute tension est minime dans le monde entier. Les problèmes techniques, comme le maintien de la tension, augmentent proportionnellement au nombre de tronçons enterrés du réseau de transport. En effet, les deux technologies présentent différentes caractéristiques électriques qui ont des répercussions sur la stabilité et la disponibilité du réseau de transport.

Entretien et durée de vie

Lignes aériennes

Les lignes aériennes et les pylônes sont régulièrement inspectés et entretenus afin de garantir la disponibilité permanente du réseau de transport. Une ligne aérienne a une durée de vie d'environ 80 ans.

Câbles souterrains

Les stations aérosouterraines, les câbles eux-mêmes et les chambres de jonction font partie d'un tracé de câbles souterrains. Selon les estimations actuelles, la durée de vie d'un câble souterrain est d'environ 40 ans.

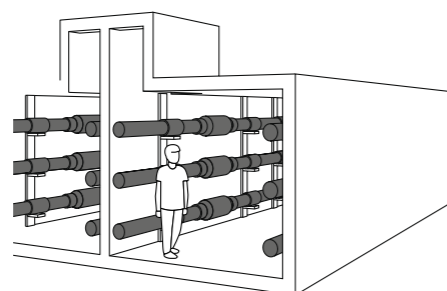
Perturbations

Lignes aériennes

Les lignes aériennes sont très exposées aux caprices de la nature. Elles souffrent ainsi plus fréquemment de perturbations et d'interruptions que les câbles souterrains bien protégés dans le sol. Il est toutefois possible de les réparer en quelques minutes ou quelques heures.

Câbles souterrains

Les perturbations au niveau des câbles souterrains sont plus rares. Leur élimination prend par contre beaucoup plus de temps que pour les lignes aériennes, étant donné qu'ils sont alors souvent endommagés et doivent être remplacés. Elle peut durer plusieurs semaines ou plusieurs mois, étant donné que les câbles sont dimensionnés et fabriqués sur mesure pour chaque projet. Retirer le câble endommagé et tirer le nouveau câble sont des opérations très complexes en raison de leur poids élevé.

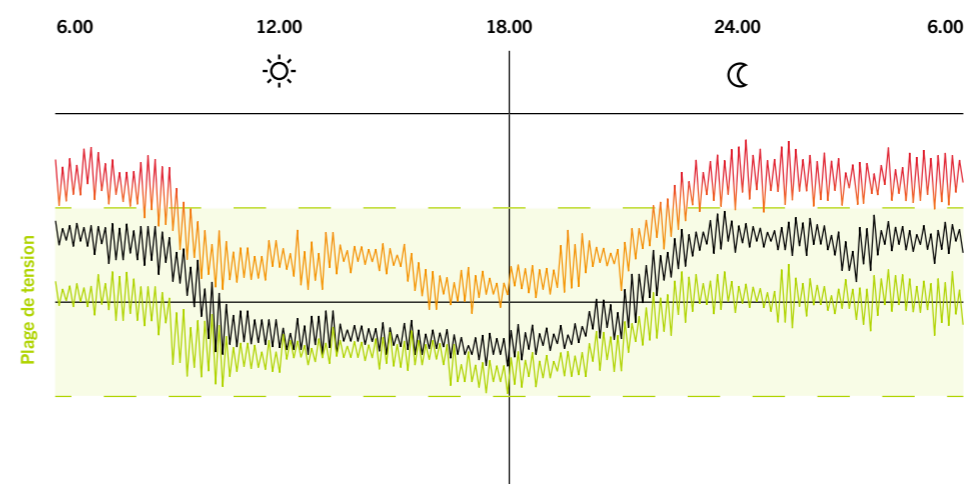


Chambres de jonction

Les chambres de jonction sont construites pour relier les tronçons de câbles d'environ un kilomètre chacun et restent en général accessibles pendant toute la phase d'exploitation. Les jonctions permettent de relier les différents tronçons du câble et font partie des pièces les plus complexes avec les boîtes d'extrémité.

Tension

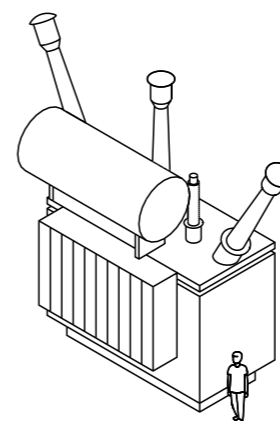
La tension dans le réseau de transport change continuellement d'une seconde à l'autre. Elle dépend d'une part de la quantité d'électricité dans le réseau. Si peu de courant circule, par exemple durant la nuit, la tension est élevée. D'autre part, le nombre de kilomètres de câbles souterrains dans le réseau de transport joue également un rôle. En effet, les câbles souterrains augmentent plus fortement la tension que les lignes aériennes en raison de leurs caractéristiques physiques. Lors de l'étude de projet d'une ligne à très haute tension, Swissgrid ne prend pas uniquement en compte la ligne en tant que telle. Swissgrid réfléchit également à l'impact de la ligne sur la stabilité et la disponibilité de l'ensemble du réseau de transport.



Tout dépend du ratio de câblage souterrain

Le centre de conduite du réseau de Swissgrid doit veiller à ce que la tension évolue sur une plage donnée afin d'éviter d'exposer les installations électriques à des dommages. Elle peut lancer des contre-mesures en demandant aux centrales électriques d'augmenter ou réduire leur production. Si la part de câblages souterrains dans le réseau de transport augmente, à un moment donné, ces mesures ne suffisent plus. Des mesures complémentaires s'imposent pour réduire la tension, à savoir des installations de compensation. Mais celles-ci ont besoin d'espace, coûtent de l'argent et génèrent beaucoup de bruit. En outre, des composants techniques supplémentaires augmentent la complexité de l'ensemble et ainsi les risques d'erreur sur le réseau de transport.

- beaucoup de lignes câblées souterraines
- peu de lignes câblées souterraines
- 100% de lignes aériennes



Installations de compensation

Swissgrid doit veiller à ce que la tension ne soit jamais trop élevée dans l'ensemble du réseau de transport. Elle peut ordonner aux centrales électriques de réduire la tension ou construire des installations de compensation qui réduisent la tension. Ces installations présentent l'inconvénient d'augmenter les pertes électriques. Elles sont toutefois indispensables pour des

câbles souterrains d'une longueur supérieure à 20 kilomètres environ. Ces installations de compensation, qui ont environ la taille d'un camion en fonction de leur puissance, sont placées si possible à proximité d'une station aérosouterraine ou d'une sous-station, mais peuvent également se trouver dans une zone dégagée.

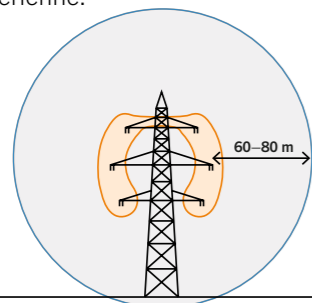
L'homme, l'environnement et le paysage

La protection du paysage constitue un argument en faveur du câblage souterrain. En effet, la majeure partie de l'infrastructure est cachée dans le sol à la différence des pylônes des lignes aériennes. Les câbles souterrains laissent cependant eux aussi des traces. Les stations aérosouterraines raccordent les tronçons de lignes câblées souterraines aux tronçons de lignes aériennes. Des chambres de jonction servent au contrôle et à la réparation des jonctions de câbles. Les voies d'accès et les tranchées en forêt sont également des signes visibles des deux technologies. De plus, les deux technologies créent des champs magnétiques et électriques ainsi que des bruits perceptibles.

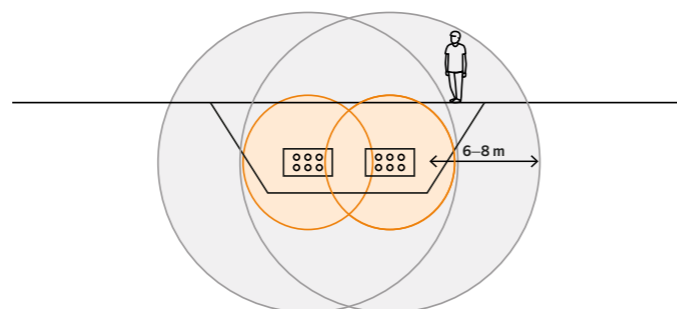
Les champs électriques et magnétiques

Les champs magnétiques peuvent nuire à la santé à partir d'une certaine intensité. Deux valeurs limites doivent être respectées en Suisse afin de prévenir ce problème: 1 microtesla pour les installations situées dans des lieux à utilisation sensible, comme les écoles ou les terrains de jeux, et la valeur limite d'immission de 100 microteslas pour tous les lieux où des personnes pourraient se trouver. Elle assure notamment une protection contre tous les risques scientifiquement connus pour la santé.

Le champ magnétique juste en dessous d'une ligne aérienne est inférieur à celui présent juste au-dessus d'un câble souterrain. La portée du champ magnétique des câbles souterrains est par contre plus faible, étant donné que leurs champs se compensent partiellement en raison de leur disposition. La valeur limite d'une installation est respectée à une distance latérale comprise entre 6 à 8 mètres pour les câbles souterrains. La distance doit être de 60 à 80 mètres pour une ligne aérienne.

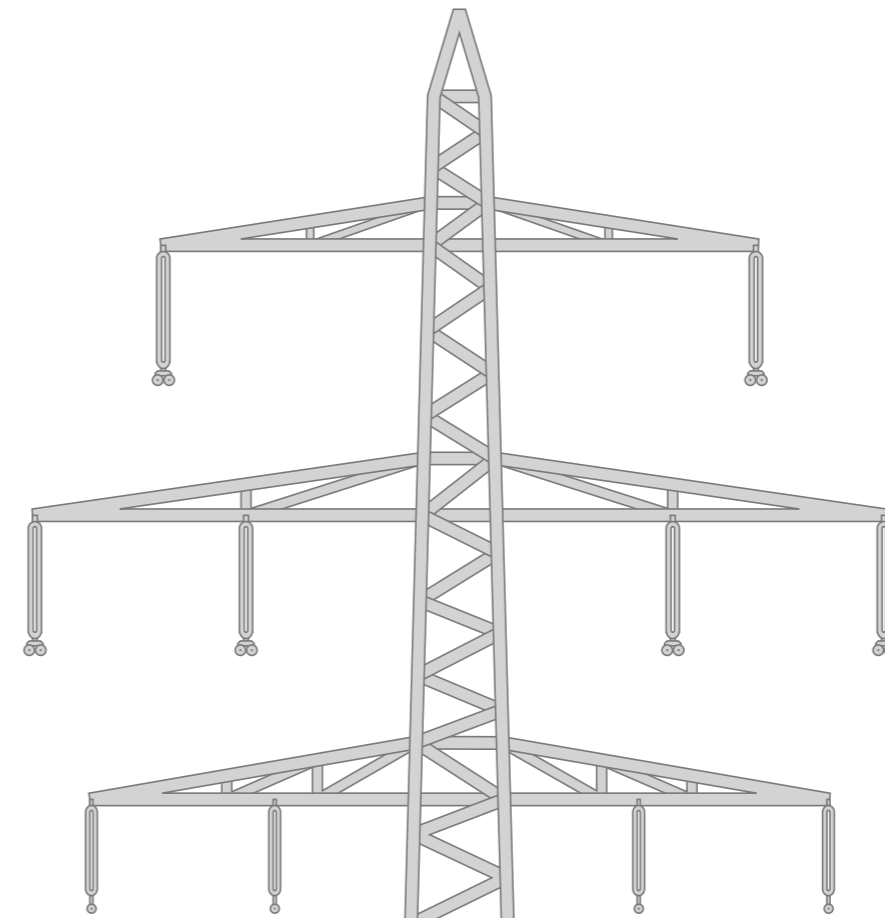


○ 1 microtesla ● 100 microtesla



Bruit

De petites décharges électriques dans l'air se produisent constamment sur les lignes aériennes. Cet effet, nommé «effet de couronne» en physique, provoque des bruits que l'oreille humaine perçoit comme des grésillements ou des bourdonnements. Si l'air est très humide, en cas de pluie, de givre, de neige mouillée ou après un orage, l'effet de couronne (ou effet Corona) est renforcé et les grésillements sont plus bruyants. Les câbles souterrains eux-mêmes ne produisent pas de bruit, à la différence des infrastructures liées comme les stations aérosouterraines ou les installations de compensation.

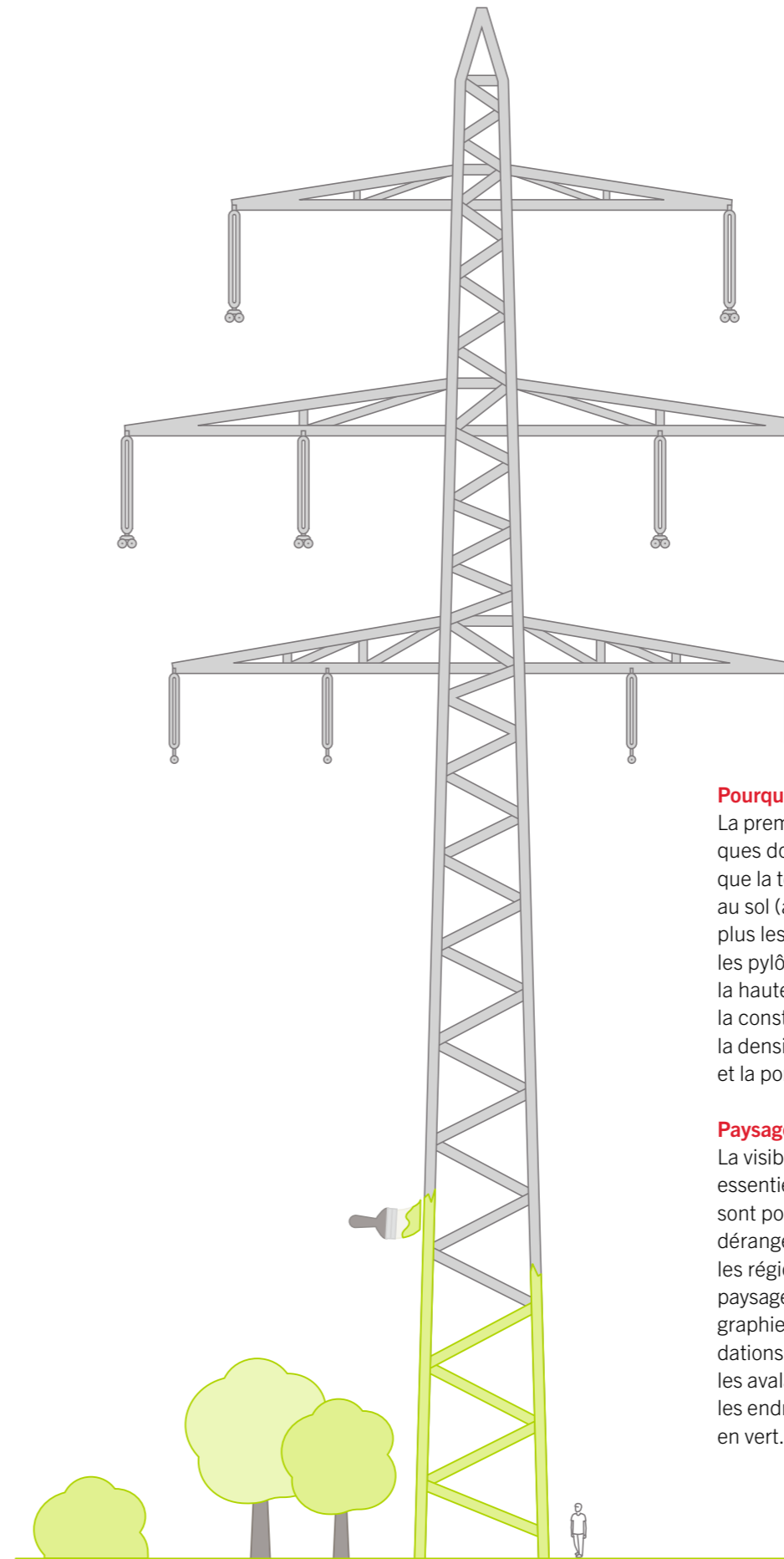


Pourquoi les pylônes électriques sont-ils si hauts?

La première réponse est d'ordre physique. Les lignes électriques doivent être suspendues suffisamment haut afin que la tension ne se décharge pas à travers l'air sur des objets au sol (arc électrique). Plus la tension d'une ligne est élevée, plus les pylônes doivent être hauts. Les distances entre les pylônes ont également une influence considérable sur la hauteur de ces derniers. Cela apporte une flexibilité dans la construction des lignes: selon le relief, le paysage ou la densité de construction, il est possible d'adapter la hauteur et la portée des pylônes.

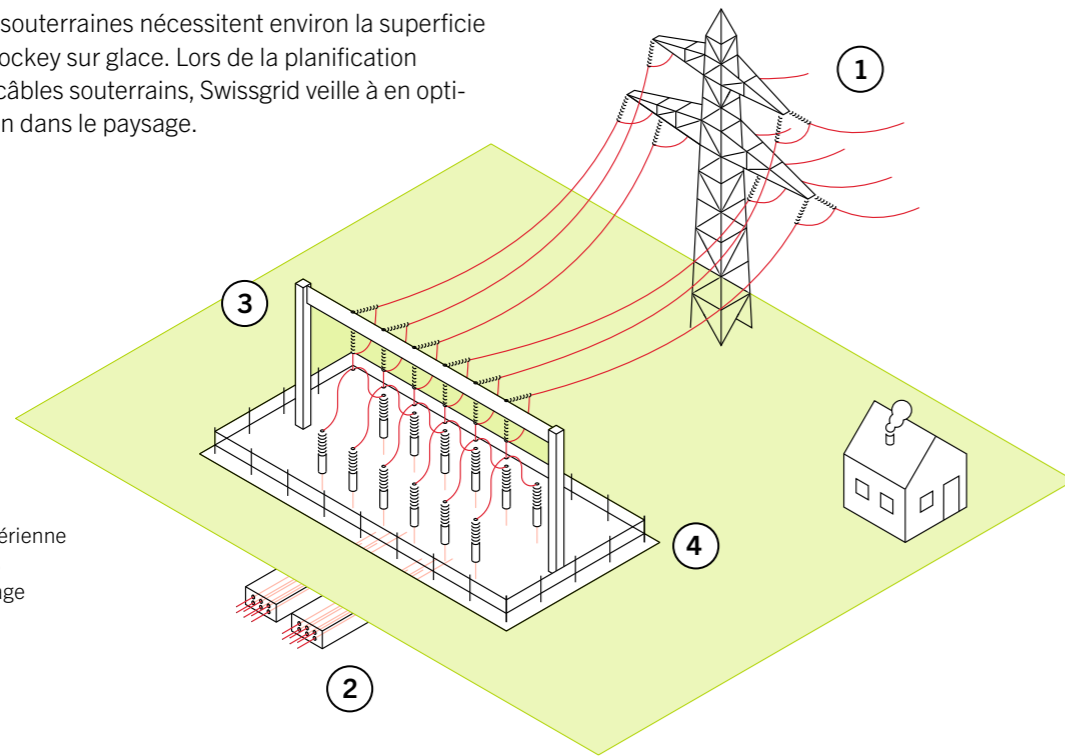
Paysage et choix du tracé

La visibilité des pylônes et des lignes constitue un critère essentiel lors de la définition du tracé de la ligne. Les pylônes sont positionnés et leur hauteur est choisie de sorte à déranger le moins possible le paysage environnant. Dans les régions montagneuses, outre les aspects esthétiques du paysage, le choix du tracé est fortement influencé par la topographie. En effet, les pylônes doivent reposer sur des fondations solides et être sécurisés contre les coulées de boue et les avalanches. Pour réduire la visibilité des lignes dans les endroits exposés, Swissgrid peint les pylônes galvanisés en vert.

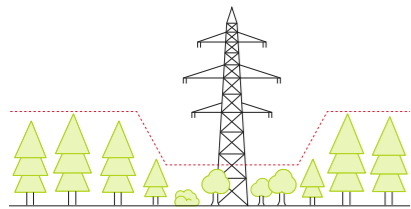


Stations aérosouterraines

Des stations aérosouterraines sont nécessaires pour raccorder les câbles souterrains avec les lignes aériennes. Leurs supports d'ancrage, d'une hauteur d'environ 25 mètres, en sont la caractéristique la plus frappante. Ils captent les lignes du dernier pylône et les raccordent aux câbles souterrains. Les stations aérosouterraines nécessitent environ la superficie d'un terrain de hockey sur glace. Lors de la planification d'un tronçon de câbles souterrains, Swissgrid veille à en optimiser l'intégration dans le paysage.

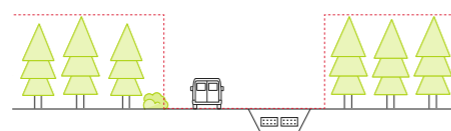


- 1 Pylône de ligne aérienne
- 2 Batterie de tubes
- 3 Structure d'ancrage
- 4 Dalle de sol



Coupes de végétation et tranchées pour lignes aériennes

La construction de lignes aériennes dans des zones forestières exige une coupe de végétation, notamment pour les routes d'accès, les dépôts ou la construction des fondations de pylône. Une partie de ces surfaces peut à nouveau être végétalisée, une fois les travaux de construction achevés. Sous les lignes aériennes, seuls des arbres à basse tige peuvent être plantés.



Coupes de végétation et tranchées pour câbles souterrains

Lorsque des câbles souterrains traversent des zones forestières, une coupe de végétation est nécessaire afin de libérer de l'espace pour la construction de la tranchée. Une fois les travaux de construction achevés, une partie des surfaces défrichées peut être à nouveau végétalisée. Les racines pouvant causer des dommages, une tranchée doit être maintenue dégagée au-dessus des batteries de tubes, et ce, de manière durable (zone à maintenir libre). Des coupes de végétation durables s'imposent également lorsque les stations aérosouterraines sont installées en zones forestières.



Coûts

Les coûts de construction d'une ligne à haute tension peuvent fortement différer d'un cas à l'autre. Tout d'abord, il est essentiel d'évaluer si le projet concerne la construction d'une nouvelle ligne ou la transformation d'une ligne existante. Décisif ensuite, le type de technologie de ligne: ligne aérienne ou câblage souterrain. Troisièmement, les coûts de construction dépendent de la zone traversée. La topographie et le sol sont des critères essentiels, mais aussi les risques naturels potentiels, ainsi que les «détours» qu'une ligne doit effectuer en raison des obstacles humains et naturels à contourner. La règle générale est qu'un câblage souterrain coûte deux fois plus cher qu'une ligne aérienne dans les cas les plus favorables. Dans le pire des cas, il peut être dix fois plus cher. Les coûts de chaque projet de ligne sont répercutés sur les factures d'électricité des consommateurs.



Ligne aérienne

Nouvelle construction	Longueur	Coût total de la construction	Coût de la construction par kilomètre
① Mörel – Ulrichen	30 km	CHF 100 millions	CHF 3,3 millions
② Chamoson – Chippis	30 km	CHF 100 millions	CHF 3,3 millions
③ Airolo – Lavorgo	23 km	CHF 67 millions	CHF 2,9 millions
④ Beznau – Birr: tronçons de lignes aériennes	5,2 km	CHF 14 millions	CHF 2,7 millions
⑤ Chippis – Mörel	44 km	CHF 120 millions	CHF 2,7 millions

Augmentation de la tension de lignes aériennes existantes	Longueur	Coût total de la construction	Coût de la construction par kilomètre
⑥ Pradella – La Punt	50 km	CHF 34 millions	CHF 0,68 million
⑦ Bickigen – Chippis	106 km	CHF 51 millions	CHF 0,48 million
⑧ Bassecourt – Mühleberg	45 km	CHF 5 millions	CHF 0,1 million

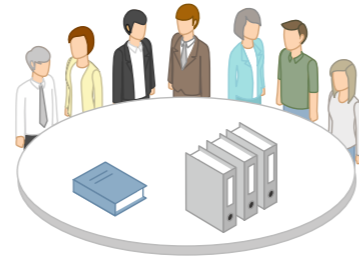


Câblage souterrain

Câblage partiel	Longueur	Coût total de la construction	Coût de la construction par kilomètre
④ Beznau – Birr: tronçon câblé de Gäbihübel	1,3 km	CHF 20 millions	CHF 15,4 millions

Bases de décision

Le Conseil fédéral prend la décision quant à la construction d'un câblage souterrain ou d'une ligne aérienne dans la procédure de plan sectoriel. Elle résulte de l'examen complet des intérêts en jeu. Un groupe d'accompagnement, que l'Office fédéral de l'énergie met en place pour chaque projet depuis plusieurs années, joue alors un rôle important. Il est chargé de dépassionner le débat et de permettre de prendre des décisions claires et objectives. Il dispose d'un modèle d'évaluation spécial à cette fin.



Qui participe au groupe d'accompagnement?

Selon le projet, le groupe d'accompagnement est composé de représentants d'offices fédéraux (par exemple développement territorial, environnement, circulation routière), de l'Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI), de la Commission fédérale de l'électricité (ElCom), d'autorités cantonales, d'une organisation de protection de l'environnement et de Swissgrid. Chaque partie dispose d'une voix.

Quelles sont les tâches du groupe d'accompagnement?

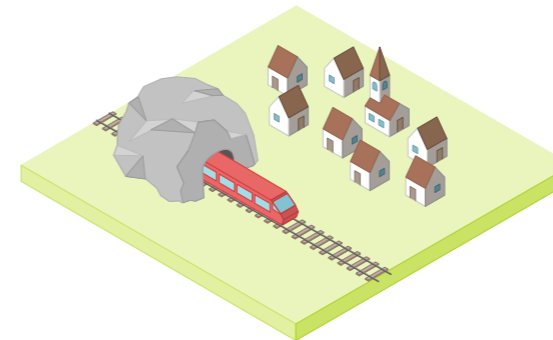
Il émet des recommandations relatives la définition de la zone de planification et du corridor de planification ainsi qu'à la technologie (ligne aérienne ou câblage souterrain) à l'attention du Conseil fédéral. Il discute, des variantes proposées par Swissgrid et les évalue. Certains offices fédéraux ont introduit une méthodologie afin de trouver des solutions qui suscitent l'acceptation la plus large possible, le «Modèle d'évaluation pour lignes de transport». Elle permet de peser les points forts et faibles de manière objective, complète et systématique.

Comment ce modèle d'évaluation fonctionne-t-il?

Ce modèle s'appuie sur quatre piliers: le développement territorial, les aspects techniques, la préservation de l'environnement et la rentabilité. Chaque pilier comporte trois à quatre groupes de critères de deux à sept sous-critères chacun, différemment pondérés. Le groupe d'accompagnement attribue des points et les multiplie avec la pondération, à l'exception des aspects économiques, où les coûts réels sont pris en compte. La comparaison du total des points fournit une base de décision, sans remplacer la balance des intérêts par les membres du groupe d'accompagnement.

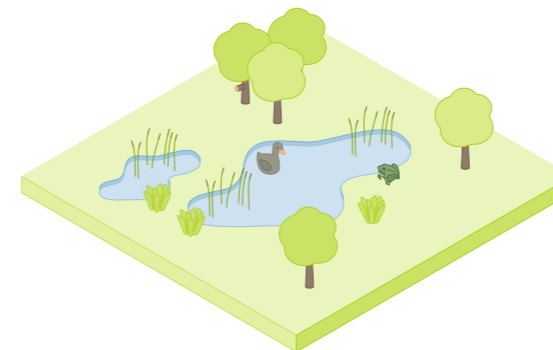


Modèle d'évaluation pour les lignes de transport



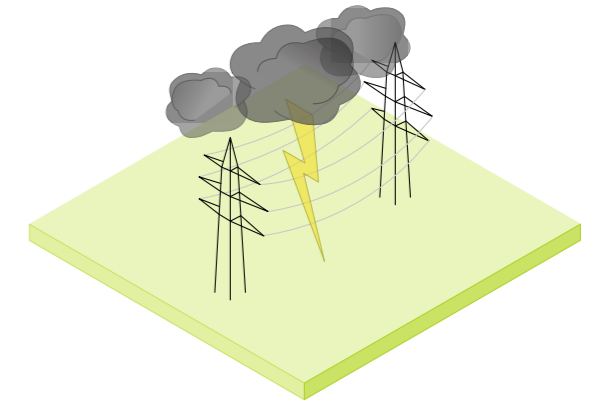
Développement territorial

- **Préserver les ressources**
La variante choisie doit exploiter l'espace de la manière la plus économe possible et doit être regroupée avec d'autres infrastructures, le cas échéant.
- **Protéger l'espace urbain**
Les espaces urbains et les zones de détente doivent être préservés.
- **Objectifs de planification**
Il faut également tenir compte des planifications, des projets ou des concepts généraux.



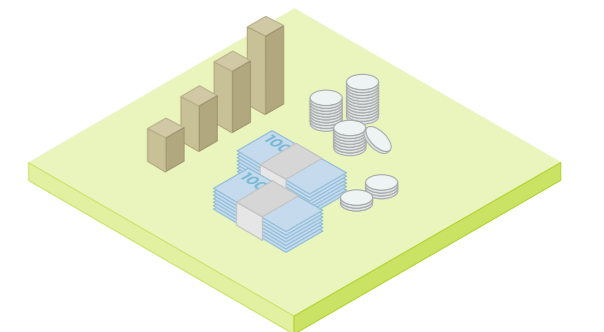
Environnement

- **Protection contre les immissions**
Il existe des valeurs limites qu'il faut respecter en ce qui concerne la protection contre les effets du rayonnement électromagnétique et du bruit.
- **Protection du paysage**
La consigne «préserver le plus possible» s'applique en ce qui concerne la protection du paysage. Il convient de réévaluer les différents tronçons de paysages. Les réserves naturelles d'importance nationale doivent uniquement être impactées s'il n'existe pas d'autres options. De plus, il faut tenir compte des biotopes, des réserves d'oiseaux migrateurs ou des espaces réservés aux eaux.



Aspects techniques

- **Exploitation du réseau**
Les variantes doivent satisfaire aux exigences techniques minimales en ce qui concerne la résistance, la sensibilité aux perturbations ou la durée de réparation, par exemple.
- **Fiabilité et sécurité**
Il faut également évaluer les risques liés aux dangers naturels ou aux intempéries.
- **Cycle de vie**
Les pertes énergétiques et l'écobilan sont calculés sur le cycle de vie global des différentes variantes.



Aspects économiques

- **Coûts d'investissement et d'exploitation**
Les coûts, réels ou normalisés (coûts au kilomètre), sont estimés. Ils comprennent, d'une part, les investissements et les investissements de compensation pendant toute la durée d'utilisation et, d'autre part, les investissements concernant les mesures d'accompagnement.
- **Coûts imputables**
Le régulateur doit évaluer chaque projet d'extension du réseau du point de vue économique, étant donné que les coûts sont répercutés sur la facture d'électricité des consommateurs.

Avec énergie vers l'avenir

Swissgrid, société nationale pour l'exploitation du réseau et propriétaire du réseau, a pour mission de garantir une exploitation, fiable et non discriminatoire du réseau suisse. Elle assure aussi l'entretien, la rénovation et l'extension du réseau suisse à très haute tension dans un souci d'efficacité et de viabilité environnementale. Sur ses sites d'Aarau, Prilly, Castione, Landquart, Laufenburg, Ostermundigen et Uznach, Swissgrid emploie environ 500 collaborateurs qualifiés de 20 nationalités différentes. La société est membre du Réseau européen des gestionnaires de réseau de transport d'électricité (REGRT-E). À ce titre, elle intervient aussi dans la planification du réseau, la gestion système et la régulation des échanges d'électricité sur le marché européen. La majorité du capital-actions de Swissgrid est la propriété commune de différentes entreprises d'électricité suisses.



Swissgrid SA
Bleichemattstrasse 31
Case postale
5001 Aarau
Suisse

Route des Flumeaux 41
1008 Prilly
Suisse

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



Approfondissez vos connaissances en
ligne: technologies de construction de
lignes

www.swissgrid.ch/besucherzentrum