

Éléments importants du réseau de transport

# Postes de couplage et transformateurs



# Le réseau de transport suisse

Avec une longueur totale de plus de 6700 kilomètres, 125 sous-stations et 147 postes de couplage, le réseau de transport suisse constitue la colonne vertébrale de la sécurité de l’approvisionnement en électricité du pays. La mission de ce réseau dit à très haute tension est d’acheminer l’énergie produite par les centrales électriques à une tension de 380 ou 220 kilovolts (kV) vers les réseaux de distribution régionaux et locaux, d’où elle est ensuite acheminée vers les consommatrices et les consommateurs.



**6700 km**

de lignes à très haute tension



**147**

postes de couplage



**21**

transformateurs



**12 000**

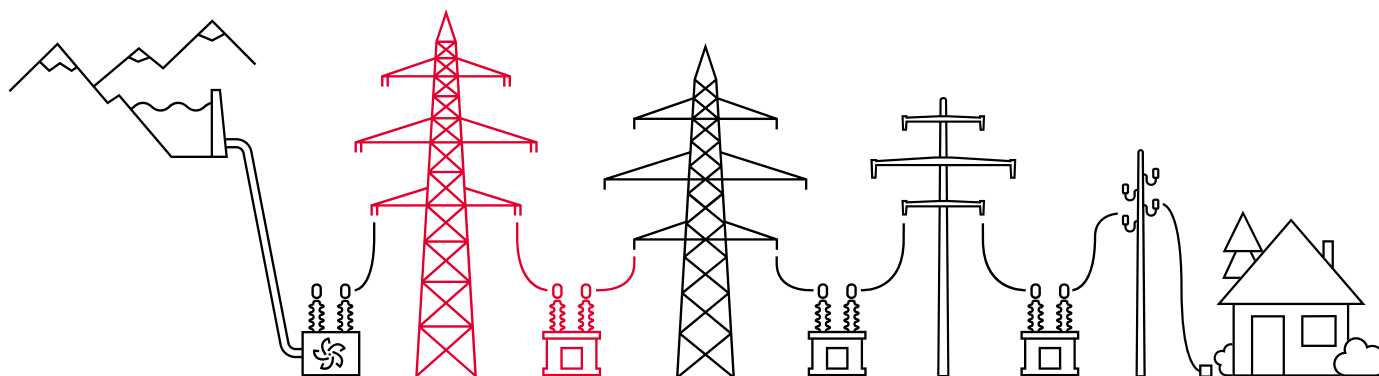
inspections par an

# Sous-stations et postes de couplage

Les sous-stations font partie des éléments essentiels du réseau à très haute tension, car elles constituent les points névralgiques du réseau électrique. Les sous-stations se composent de transformateurs et de postes de couplage. Le réseau à très haute tension de Swissgrid comprend 125 sous-stations qui abritent 147 postes de couplage et 21 transformateurs. Si chaque sous-station possède un poste de couplage, toutes les sous-stations ne sont pas équipées de transformateur.

Les postes de couplage situés dans les sous-stations relient les lignes à très haute tension entre elles. Grâce à des manœuvres de couplage, les opératrices et opérateurs des centres de contrôle de Swissgrid situés à Aarau et Prilly peuvent couper ou raccorder des lignes. Cela permet de contrôler les flux d’énergie, d’éviter les surcharges et de mettre les lignes hors tension lors des travaux d’inspection. Les sous-stations sont également équipées de systèmes de protection. En cas d’interruption de l’alimentation (p. ex. en cas de foudre sur une ligne), ces dispositifs coupent de manière ciblée les blocs d’alimentation concernés.

Certains postes de couplage de Swissgrid sont également équipés d’un transformateur. Ce dernier réduit ou augmente la tension et raccorde ainsi le réseau à très haute tension aux réseaux de distribution et aux installations de production. Pour aller des producteurs jusqu’aux consommatrices et consommateurs, le courant électrique passe par de nombreux postes. Les postes de couplage constituent donc des carrefours électriques où différentes routes se croisent. Les mutations du système énergétique représentent de nouveaux défis pour le réseau à très haute tension. C’est pourquoi Swissgrid prépare ses sous-stations et ses postes de couplage à affronter l’avenir.



Pour que le courant parvienne jusqu’à notre prise électrique, il faut diviser la tension par mille (de 380 000 volts ou 220 000 volts à 400 ou 230 volts). Cette opération s’effectue en plusieurs étapes et à différents niveaux du réseau. Le courant en provenance des centrales électriques et de l’étranger est acheminé vers le réseau de transport avec une tension de 380 kV ou 220 kV. Ce niveau est appelé niveau de très haute tension.



# Sous-stations et environnement

## Les champs électromagnétiques

Nous sommes entourés de champs électriques et magnétiques, que ce soit à notre domicile, au travail ou en pleine nature. C'est notamment le cas de nos appareils ménagers qui nécessitent du courant, qui lui-même, génère des champs électriques et magnétiques. Les lignes aériennes et les moyens d'exploitation d'une sous-station sont également entourés de champs électriques et magnétiques. C'est pourquoi les sous-stations situées dans la zone de desserte de Swissgrid sont soumises à des lignes directrices et des contrôles stricts qui réglementent les effets des champs électromagnétiques sur l'homme, les animaux et l'environnement.

## Les émissions sonores

Les décharges électriques à la surface des moyens d'exploitation d'une sous-station peuvent provoquer du bruit. On peut parfois entendre un léger grésillement à proximité de ces installations qui peut s'amplifier en fonction des conditions météorologiques, par exemple en cas de pluie ou de neige. Les spécialistes qualifient ce phénomène d'effet couronne. C'est pourquoi les sous-stations de Swissgrid sont soumises aux dispositions légales relatives aux émissions sonores, qui réglementent leur impact sur l'homme et l'environnement.

## Entretien des paysages, protection des eaux, protection de l'environnement : la sous-station de Mühleberg

Dans le cadre de la rénovation de la sous-station de Mühleberg, le remplacement des postes de couplage en plein air par un poste de couplage intérieur a permis de renaturer une surface équivalente à quatre terrains de football, c'est-à-dire de la transformer en un habitat écologiquement précieux pour les plantes et les animaux.

Ainsi, des mares, des tas de branches et de pierres ont trouvé place sur le site de la sous-station pour servir d'habitat aux amphibiens et aux reptiles, ce qui, au-delà de l'aménagement, permet de faire le lien avec les zones humides des environs. Les éléments de construction existants, tels que les fondations enfouies, sont devenus le nouvel habitat de petits mammifères, les anciens puits en béton constituent dès lors un lieu d'hibernation et l'ancien bâtiment du transformateur abrite désormais des chauves-souris. Les nouveaux bâtiments ont été conçus avec sobriété et dans des couleurs qui s'intègrent aussi bien à la structure existante de l'installation qu'au paysage environnant.



Voir l'article de blog :  
Alliance de la technique et  
de la nature



# Mesures de construction dans les sous-stations

Dans le cadre du virage énergétique, les exigences posées au réseau à très haute tension évoluent. Le réseau de transport suisse est aujourd'hui l'un des plus sûrs et des plus stables au monde. Cependant, il existe des congestions structurelles. Afin d'y remédier et de préparer le réseau aux défis de demain tels que le virage énergétique, Swissgrid entretient et modernise en permanence ses infrastructures et garantit ainsi à la Suisse la certitude d'un avenir énergétique durable.

## Le permis de construire

Comme pour les projets de lignes, les sous-stations sont également soumises aux procédures d'autorisation de la Confédération. L'autorisation pour une rénovation, un bâtiment de remplacement ou un transformateur est accordée par l'Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI), ou, en cas de procédure judiciaire, par les tribunaux. Les délais d'approbation pour les sous-stations sont généralement plus courts que ceux des lignes, car les recours sont moins nombreux.

## L'exploitation et l'entretien

Afin de garantir la fiabilité du réseau national et d'approvisionner la Suisse en énergie, Swissgrid procède chaque année à plus de 12 000 inspections au sein de ses installations. Comme pour les lignes à très haute tension, les postes de couplage nécessitent un entretien et des inspections régulières.

Les composants des postes de couplage isolés à l'air sont constamment exposés aux intempéries. C'est pourquoi ils ont besoin d'un nettoyage et d'un entretien plus importants que les postes de couplage isolés au gaz.

Il faut également entretenir le transformateur : la qualité de l'huile isolante est surveillée en permanence et changée si nécessaire.



Vérification à Romanel de la pression d'une chambre du poste de couplage 220 kV isolé au gaz

# Les technologies des postes de couplage

La technique primaire du réseau de transport désigne en principe les moyens d'exploitation, tels que les disjoncteurs, les transformateurs ou les générateurs, qui sont exposés aux courants et tensions élevés pendant l'exploitation et qui transmettent l'énergie. La technique des circuits secondaires, quant à elle, se compose d'éléments tels que les armoires électriques et les systèmes de communication. Ces éléments doivent être isolés des composants de l'installation soumis à la très haute tension. En ce qui concerne le réseau à très haute tension, différents milieux isolants sont utilisés dans les postes de couplage, notamment certains gaz comme l'hexafluorure de soufre (SF6) ou des mélanges de gaz.

## Les postes de couplage isolés à l'air

Les postes de couplage dans lesquels l'air est utilisé comme milieu isolant entre les différentes parties de l'installation sont appelés postes de couplage isolés à l'air (AIS - air insulated switchgear). En raison des propriétés électriques de l'air – contrairement au SF6 par exemple – ces installations nécessitent beaucoup de place et sont donc beaucoup plus volumineuses que les postes de couplage isolés au gaz.

## Les postes de couplage isolés au gaz

Les postes de couplage isolés au gaz (GIS - gas insulated switchgear) sont des postes de couplage entièrement étanches au gaz, dans lesquels le gaz SF6, entre autres, sert de milieu isolant. Si ce gaz incolore et inodore est sans danger pour l'homme et l'animal, il contribue fortement au réchauffement climatique. Comparé à l'air, le gaz possède de meilleures propriétés isolantes, ce qui permet de réduire la distance entre les différents éléments. Ces installations sont par conséquent plus compactes que les postes de couplage isolés à l'air et mieux protégées contre les influences extérieures.

## Jouer la carte de la sécurité : les redondances

La redondance joue un rôle essentiel dans le réseau à très haute tension. Afin d'éviter la surcharge d'un élément du réseau, Swissgrid applique la règle connue sous le nom de règle n-1. Celle-ci stipule qu'en cas de défaillance de n'importe quel élément du réseau, tous les autres éléments du réseau à très haute tension doivent encore disposer d'une capacité suffisante pour transporter l'énergie supplémentaire. L'interconnexion flexible des lignes dans les sous-stations permet de contrôler le flux d'énergie électrique, et par conséquent d'éviter la surcharge de certains tronçons de ligne.

## La puissance réactive

Les postes de couplage de Swissgrid ont une autre fonction importante : ils stabilisent le niveau de tension dans le réseau. Lors du transport du courant alternatif, des champs magnétiques et électriques se forment et disparaissent en permanence. Il s'agit ici d'une propriété physique du courant. La puissance réactive entre alors en jeu. La puissance réactive et le courant réactif nécessaires sont utilisés pour générer des champs électrostatiques ou électromagnétiques. Comme ces champs se forment et disparaissent au rythme de la tension alternative, l'énergie oscille constamment entre le producteur et le consommateur électrique. Il est impossible d'utiliser cette énergie ou de la transformer en une autre forme d'énergie. Cette puissance sollicite le réseau d'approvisionnement électrique, qui transporte le courant réactif en plus du courant actif, ainsi que les générateurs ou le transformateur, qui génèrent la puissance réactive.



Exemple d'un poste de couplage isolé au gaz : la structure compacte permet de réduire d'environ un tiers la surface de terrain nécessaire.



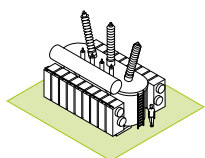
# Structure et technique des installations

Bien qu'il existe différents types de construction, tous les postes de couplage de Swissgrid sont construits selon un principe similaire. Tous les moyens d'exploitation présents dans un poste de couplage jouent un rôle essentiel. Leur forme et leur taille varient en fonction du lieu d'utilisation et de la tâche à accomplir. Chacun contribue à ce que l'ensemble de l'installation puisse fonctionner de manière sûre et fiable.

## Les composants individuels

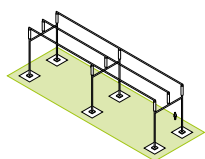
### 1 Le transformateur

Le transformateur constitue le cœur du réseau. Les transformateurs augmentent ou réduisent la tension de l'énergie électrique ou du courant. En effet, plus la tension est élevée, moins les pertes sur les lignes électriques sont élevées. Le réseau à très haute tension a une tension élevée afin de transporter l'énergie sur de longues distances en limitant les pertes au maximum. Les 21 transformateurs de Swissgrid raccordent le réseau de 380 kV au réseau de 220 kV. La tension est réduite à 400 ou 230 volts pour que l'énergie produite par les centrales électriques puisse être utilisée par les consommatrices et consommateurs finaux.



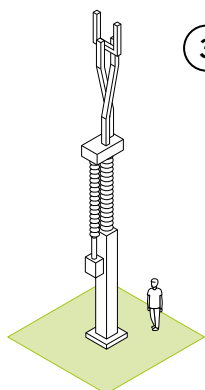
### 2 Le jeu de barres

Un jeu de barres permet de raccorder les lignes à très haute tension qui se rejoignent dans une sous-station. Les cellules de couplage permettent de distribuer l'énergie des différentes lignes à très haute tension via les jeux de barres, ce qui permet de contrôler le flux de puissance dans le réseau.



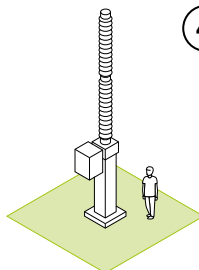
### 3 Le sectionneur

Le sectionneur sépare clairement le circuit de la ligne aérienne et le poste de couplage. Cette séparation permet de mettre l'élément de réseau hors tension. Cependant, la coupure effective est assurée par le disjoncteur.



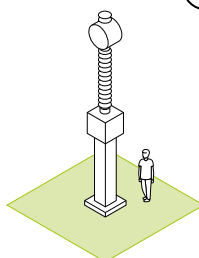
### 4 Le disjoncteur

Les disjoncteurs permettent de brancher ou de couper certains éléments du réseau électrique. En d'autres termes, ils peuvent isoler des lignes ou des centrales électriques du réseau pour les mettre hors tension ou les raccorder au réseau. Les disjoncteurs et les sectionneurs sont commandés à partir des centres de conduite du réseau.



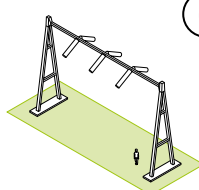
### 5 Le transformateur de mesure

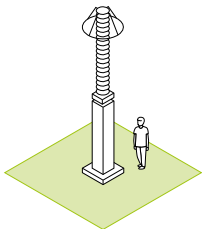
Les transformateurs de mesure font partie des instruments de contrôle du poste de couplage. Ils mesurent la tension ainsi que l'intensité du courant. Les valeurs mesurées sont transmises aux équipements de protection et de contrôle-commande installés localement ainsi qu'aux centres de conduite du réseau de Swissgrid à Aarau et Prilly. Sur place, les experts de Swissgrid peuvent identifier, notamment à l'aide de ces valeurs, la situation de réseau en temps réel. Si nécessaire, ils peuvent prendre les mesures qui s'imposent.



### 6 Le portique d'ancrage

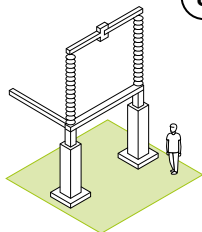
Le portique d'ancrage est constitué d'une structure grillagée sur laquelle les câbles des lignes aériennes sont fixés et tendus pour être stabilisés. Cette construction supporte le poids propre des câbles ainsi que la force exercée par le vent et le gel sur ces derniers.





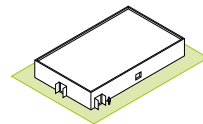
### 7 Le parafoudre

Le parafoudre protège les principaux composants du poste de couplage contre les tensions électriques trop élevées qui peuvent survenir, par exemple en cas de foudre. Il préserve ainsi les éléments de l'installation, comme les transformateurs, sans interrompre l'approvisionnement.



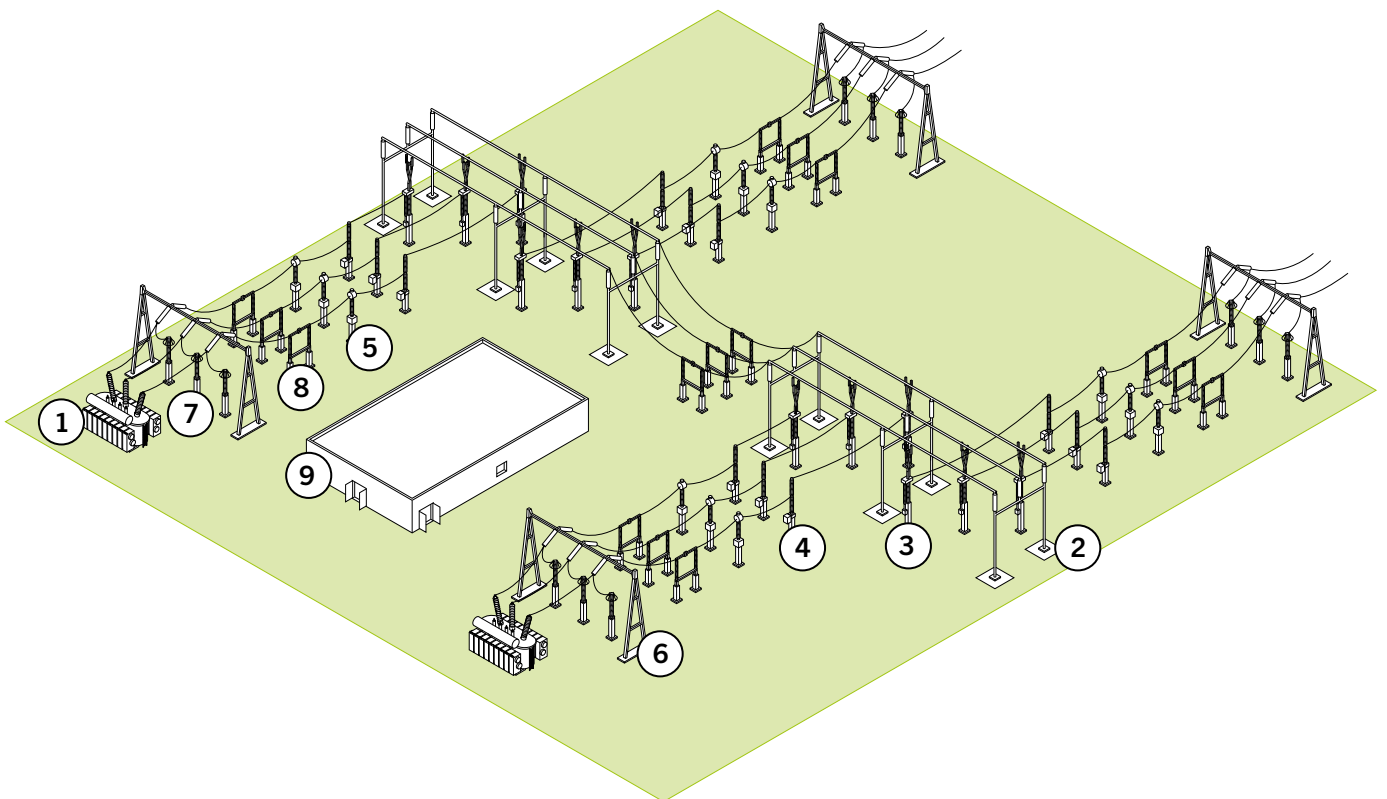
### 8 Le sectionneur de terre

Le sectionneur de terre permet de mettre à la terre un des éléments de l'installation qui a été coupé et est donc hors tension. Il évite les risques dus à la charge sur les éléments mis hors tension. Associé aux sectionneurs de ligne, il permet de créer un environnement de travail sûr au sein du poste de couplage.



### 9 Le bâtiment d'exploitation / le générateur de secours

Le bâtiment d'exploitation abrite les techniques de protection, de commande et de communication. Il regroupe les valeurs de mesure de tout le poste de couplage, ce qui permet de commander et de contrôler très rapidement tous les éléments. Ces données sont également transmises aux centres de conduite de Swissgrid à Aarau et Prilly. Par ailleurs, le bâtiment d'exploitation dispose de son propre approvisionnement en électricité, incluant des batteries qui garantissent le bon fonctionnement du poste de couplage.



Représentation graphique d'une sous-station avec des transformateurs : les sous-stations sont pilotées depuis les centres de conduite d'Aarau et de Prilly. Si nécessaire, les responsables d'installation peuvent toutefois prendre le contrôle des sous-stations et procéder à la coupure sur site.



Approfondissez vos connaissances en ligne :  
technologies de construction de lignes