Le journal de l'expo...

Galerie Eurêka - **C**entre de **C**ulture **S**cientifique et **T**echnique
de la Ville de Chambéry

POUR QUE LE COURANT PASSE

Une exposition conçue par RTE (Réseau de Transport d'Électricité)
Du 17 mars 2018 au 5 janvier 2019 à la Galerie Eurêka

Entre la Savoie et le Piémont italien se déroule actuellement un projet unique : la construction de la plus longue ligne souterraine électrique au monde ! À l'occasion de ce chantier exceptionnel, l'exposition « Pour que le courant passe » invite à comprendre les chemins de l'électricité des centres de production jusqu'aux zones de consommation, et la nécessité d'une solidarité électrique à l'échelle européenne. Le parcours vous entraîne ensuite à la découverte de la fabuleuse aventure électrique de cette nouvelle interconnexion entre la France et l'Italie.

LE TRANSPORT DE L'ÉLECTRICITÉ

Dans nos sociétés où l'électricité est omniprésente, la demande croissante de production de courant électrique requiert un transport et une distribution jusqu'aux lieux de consommation, toujours plus performants. Face aux besoins en électricité, l'optimisation du transport de grandes quantités de courant est aujourd'hui un enjeu majeur.

UN RÉSEAU ÉLECTRIQUE ORGANISÉ

Un réseau électrique correspond à l'ensemble des infrastructures permettant d'acheminer l'électricité des sites de production (centrales thermiques ou nucléaires, usines hydrauliques, panneaux solaires, éoliennes, etc.) jusqu'aux zones de consommation (chez les particuliers, vers les entreprises, les industries, etc.).
Il est constitué d'un ensemble de lignes à basse, moyenne, haute et très haute tension ainsi que de postes électriques qui sont les points de connexion des lignes électriques. Son rôle est de rendre l'électricité disponible partout, instantanément et à tout moment, et assurer ainsi sa circulation sans interruption.

- **Des lignes électriques ramifiées**

Deux réseaux de nature différente permettent d'acheminer l'électricité : un réseau de transport national assuré par RTE (Réseau de Transport d'Électricité) composé de lignes à très haute et haute tension qui transporte l'électricité depuis les grands centres de production, et un réseau de distribution composé de lignes à moyenne (15 000 ou 20 000 volts) et basse tension (230 et 380 volts) qui alimentent les différentes zones de consommation. Parce que la production doit toujours être égale à la consommation, l'électricité doit circuler sans interruption. Au total, le réseau électrique français se compose de près de 1,4 million de kilomètres de lignes électriques, dont la majorité sont aériennes.

Pour les lignes aériennes, le courant est transporté dans des câbles nus, c'est-à-dire non isolés, pour limiter le poids. Ils sont accrochés aux pylônes ou aux poteaux par l'intermédiaire d'isolateurs : des galettes en verre ou en porcelaine.

Aujourd'hui, de plus en plus de lignes souterraines sont construites afin de réduire l'impact visuel et d'adapter le réseau en fonction de chaque territoire. Cette pose en souterrain entraîne cependant des contraintes : d'une part les câbles doivent être recouverts d'isolants dont l'épaisseur augmente avec la tension, et d'autre part l'environnement (milieux traversés, obstacles rencontrés, etc.) conditionne des modalités particulières de pose.

- **Les postes électriques, nœuds stratégiques du réseau**

Se trouvant aux extrémités des lignes de production et de distribution, les postes électriques peuvent être considérés comme les nœuds stratégiques du réseau électrique. Ils servent à la fois à la transmission et à la distribution de l'électricité, et ont plusieurs rôles :

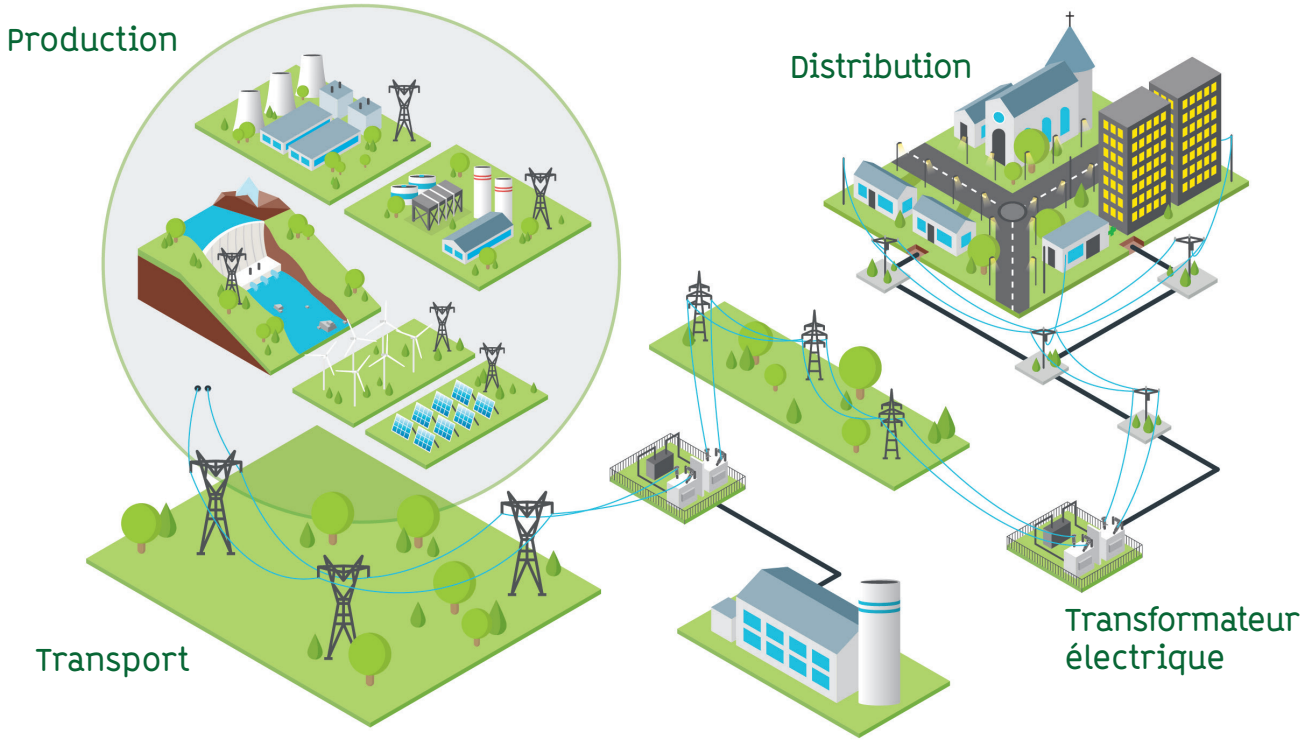
- la transformation de l'électricité en passant d'un niveau de tension à un autre grâce aux transformateurs ;

- l'interconnexion entre les lignes de même niveau de tension et la répartition de l'énergie sur les différentes lignes ;

- une fonction stratégique avec la protection du réseau : un système de capteurs et de disjoncteurs permet la détection d'un défaut sur une ligne et peut éviter la mise hors tension de vastes zones.

Lignes électriques à haute tension

Transformateurs électriques



Les chemins de l'électricité

Le réseau électrique est comparable à un réseau routier avec ses autoroutes et ses voies nationales (lignes haute et très haute tension du réseau de transport), ses voies secondaires (lignes moyenne et basse tension des réseaux de distribution) et ses échangeurs (postes électriques).

© RTE

L'électricité ne se stocke pas, sitôt produite elle doit donc être consommée. La quantité d'électricité demandée par le consommateur doit ainsi être égale à la quantité injectée sur le réseau à tout moment et de manière quasi-immédiate pour éviter le « *black-out* », une coupure généralisée du courant électrique due à un déséquilibre entre l'offre et la demande. Cet équilibre est actuellement atteint par la prévision de la consommation électrique sur la base de données relevées et des conditions climatiques, et par l'ajustement en permanence de la production.

RTE : ACTEUR DU TRANSPORT DE L'ÉLECTRICITÉ EN FRANCE

Aujourd'hui le réseau de transport français compte plus de 105 000 km de lignes aériennes à haute et très haute tension, allant de 63 000 à 400 000 volts, ce qui en fait le plus grand d'Europe. Il correspond à 2,5 fois le tour de la Terre ! À cela s'ajoutent 5 000 km de liaisons souterraines. En 2017, ce sont 475 TWh (térawatt-heure) qui ont été transportés. Ce transport est assuré aujourd'hui par la Société RTE : Réseau de Transport d'Électricité. Créé en 2000 et devenu en 2005 une société anonyme à capitaux publics, filiale du groupe EDF, RTE a comme mission d'entretenir, exploiter et développer le réseau de transport d'électricité. Il est chargé de mener à bien sa mission de service public : équilibrer l'offre et la demande d'électricité, c'est-à-dire, offrir à tous les clients un accès sûr, économique et propre à l'énergie électrique. RTE est également propriétaire de l'ensemble des infrastructures qui constituent le réseau de transport d'électricité. En Savoie, RTE gère un total de 1 820 km de lignes à haute et très haute tension.

Réseau français et naissance de RTE

À la fin de la Seconde Guerre Mondiale, en France, coexistent 1 450 entreprises privées de production, transport et distribution d'électricité. Afin de reconstruire le pays et d'entrer dans l'ère de la modernisation industrielle, toutes ces entreprises sont nationalisées et regroupées, le **8 avril 1946**, au sein d'un établissement public baptisé **EDF** (Électricité De France).

En **2000,** dans le cadre de la loi du 10 février relative à l'ouverture à la concurrence des marchés de l'énergie, les activités de production et de transport de l'électricité doivent être séparées. Cela conduit à la création, le 1er juillet, de **RTE** : Réseau de Transport d'Électricité, qui est alors un service indépendant d'EDF, avec une gestion, une comptabilité et un management séparés.

Par la suite, l'ouverture à la concurrence pour les fournisseurs d'électricité imposant aux opérateurs intégrés de séparer juridiquement leurs activités de réseau, RTE devient en **2005** une société anonyme à capitaux publics, filiale du groupe EDF.

UN RÉSEAU INTERCONNECTÉ ET SOLIDAIRE

Dans un contexte d'accroissement de la consommation électrique, et de développement des sources d'électricité d'origine renouvelable reliées au réseau et dont la production est naturellement intermittente, le réseau a un rôle très important et doit évoluer. Les interconnexions entre réseaux transfrontaliers sont une réponse à ces défis.

En 1967, la première interconnexion voit le jour entre la France, l'Allemagne et la Suisse. Actuellement, le réseau de transport d'électricité français est relié aux réseaux de six pays européens : Grande-Bretagne, Belgique, Allemagne, Italie, Espagne et Suisse.

Grâce à ces interconnexions, des échanges d'électricité ont lieu en permanence, à l'importation comme à

l'exportation. L'interconnexion entre pays voisins permet une assistance mutuelle en cas de grave défaillance technique grâce à une complémentarité de la demande et de la production. Les interconnexions électriques favorisent aussi les transactions commerciales transfrontalières. Historiquement, elles ont permis l'exportation de l'énergie hydraulique, ainsi que l'énergie nucléaire française excédentaire.

Aujourd'hui, ces interconnexions électriques contribuent ainsi à :

- se secourir mutuellement entre pays voisins en cas de problème ;
- recourir aux énergies renouvelables, moins chères, lorsqu'elles sont disponibles ;
- bénéficier de la complémentarité de la demande et des parcs de production.

Aujourd'hui RTE compte 50 liaisons transfrontalières.

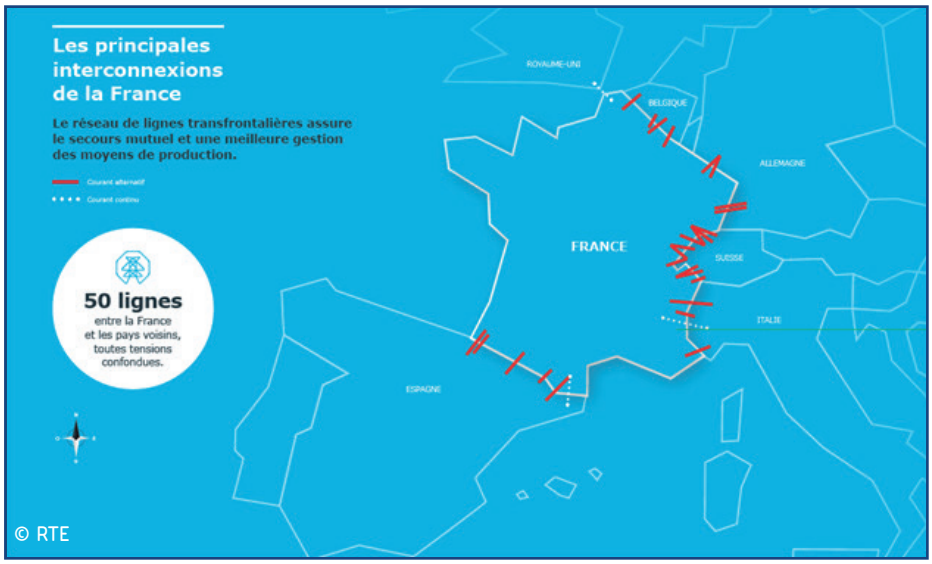
La construction de la liaison souterraine entre la Savoie et le Piémont italien est un projet qui entre dans cette démarche de développement des connexions électriques transfrontalières.

LIAISON SAVOIE-PIÉMONT : UNE FABULEUSE AVENTURE ÉLECTRIQUE

Le projet d'interconnexion électrique Savoie-Piémont est un projet unique, actuellement en construction entre la Savoie et le Piémont. Cette ligne, d'une longueur de 190 km, est construite par RTE et son partenaire italien TERNA. Entièrement souterraine, elle reliera le poste électrique de Grand-Île, situé dans la combe de Savoie sur la commune de Sainte-Hélène-du-Lac, à celui de Piossasco, qui se trouve à Turin. La capacité d'échange d'électricité entre la France et l'Italie va ainsi s'en trouver augmentée de 60 %. En effet, actuellement, la majeure partie du transport électrique entre la France et l'Italie passe par les lignes aériennes Albertville-Rondissone et Albertville-Venaus. La tension de celles-ci est de 400 000 V. La nouvelle liaison souterraine permettra d'augmenter la capacité d'échange souvent saturée de 2 650 MW pour atteindre celle de 4 450 MW.

DANS L'EXPO...

Retrouvez les grandes étapes du chantier de la liaison Savoie-Piémont, du démarrage des travaux à la mise en service de la ligne.



UNE INNOVATION TECHNOLOGIQUE AU CŒUR DE LA LIAISON

Ce projet unique est une prouesse technologique. Sa longueur de 190 km en fait la plus longue ligne souterraine jamais réalisée au monde. Ce tracé compte 95 km en France, autant en Italie. Le niveau de tension de 320 000 V est le plus élevé utilisé pour des câbles à isolation synthétique en tension continue. Et enfin, la puissance de 1 200 W correspond à la consommation électrique des deux Savoie.

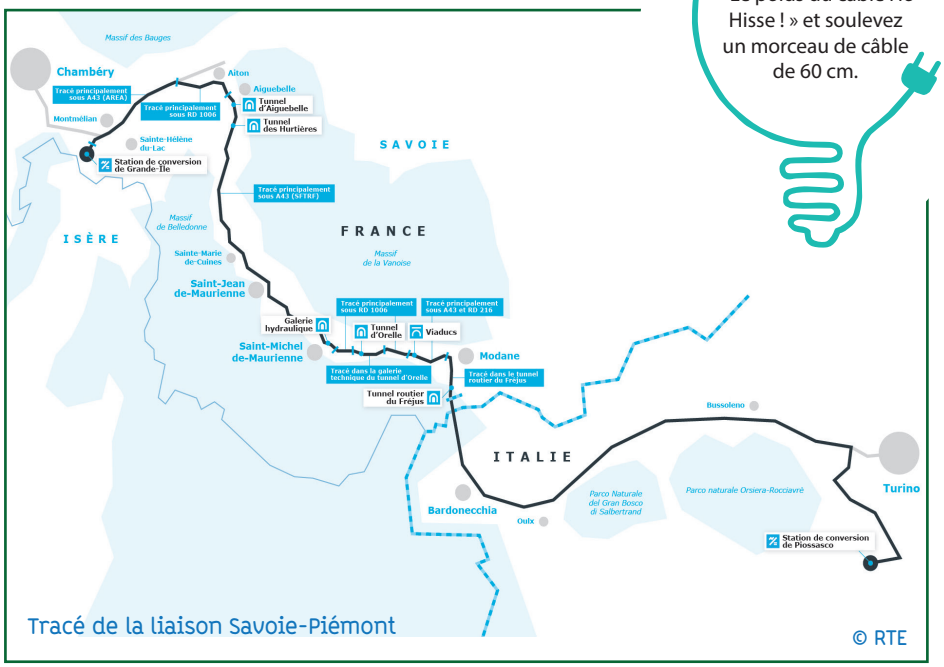
Pour acheminer l'électricité sur une telle distance en limitant les pertes d'énergie, seul le courant continu peut être utilisé. De ce fait, pour insérer cette électricité en courant continu sur les réseaux français et italiens qui sont en courant alternatif, il est nécessaire de créer à chaque extrémité de la ligne des stations de conversion. Celles-ci transforment le courant alternatif en courant continu et vice versa.

L'ÉLÉMENT CLÉ DE L'INTERCONNEXION : LE CÂBLE

Le câble utilisé est développé tout spécialement pour la liaison électrique Savoie-Piémont. Par ses caractéristiques techniques et sa longueur, il représente un vrai défi technologique. Les câbles sont constitués de plusieurs éléments ayant chacun des spécificités particulières. L'âme en aluminium, le semi-conducteur interne, l'isolant en polyéthylène réticulé, l'écran métallique et la gaine de protection extérieure sont autant de couches indispensables au bon fonctionnement du câble. Chaque étape doit donc être maîtrisée pour garantir la longévité de l'ouvrage. Produit par sections de 2 000 m environ qui sont ensuite raccordées, le câble utilisé pour la liaison, soit 190 km, va avoisiner les 3 800 tonnes !

DANS L'EXPO...

Dirigez-vous vers le panneau « Le poids du câble Ho Hisse ! » et soulevez un morceau de câble de 60 cm.



Tracé de la liaison Savoie-Piémont

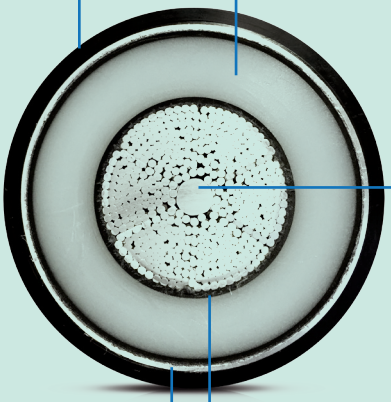
© RTE

LES DIFFÉRENTS CONSTITUANTS DU CÂBLE

Ce câble spécifique est fabriqué en France avec de l'aluminium fourni par l'entreprise Trimet de Saint-Jean-de-Maurienne. Il présente des qualités supérieures de légèreté, de propreté et de moindre sensibilité aux incendies.

Isolant
L'isolant a pour rôle de séparer électriquement deux surfaces différentes, le conducteur d'une part, la terre d'autre part. Il est indispensable que l'isolation soit parfaitement régulière et sans impuretés. Le polyéthylène réticulé a été choisi car il possède d'excellentes qualités en termes de comportement thermique et de vieillissement.

Gaine extérieure
La dernière étape de fabrication du câble consiste à ajouter simultanément une nouvelle couche d'isolant et une gaine assurant la protection de l'ensemble contre l'humidité et les agressions extérieures. Cette dernière enveloppe permet l'impression d'un code de traçabilité unique.



Âme en aluminium
Sur la partie française du parcours, 3 500 tonnes d'aluminium sont nécessaires pour la fabrication de l'âme du câble, c'est-à-dire le conducteur qui permet le transport de l'électricité. Le matériau en aluminium a été préféré au cuivre pour des questions de coût mais aussi de légèreté.

Écran métallique
L'écran métallique permet d'évacuer les « courants de fuites ». Ce courant passe des conducteurs d'un circuit électrique à la terre ou à d'autres éléments conducteurs et est causé généralement par un défaut d'isolation. L'écran métallique permet aussi de rendre pratiquement nul le champ électrique extérieur.

Semi-conducteur
Un semi-conducteur est un matériau dont les caractéristiques électriques sont intermédiaires entre l'isolant et le conducteur. Dans le câble, il sert à rendre le champ électrique homogène autour du conducteur.

© RTE

LE CHANTIER, ÉTAPE PAR ÉTAPE

Pour cette ligne souterraine, le principe est celui de l'enfouissement. Il consiste à ouvrir la chaussée et insérer quatre fourreaux en polyéthylène qui serviront à accueillir les câbles. Deux câbles permettent le transport de l'électricité dans le sens France-Italie, deux dans le sens inverse. Ce doublement permet ainsi de garantir la sureté de fonctionnement de cette ligne. Après l'installation du fourreau, une étape de vérification et de nettoyage est indispensable. Un furet, tête munie de jupes en caoutchouc de la taille exacte du fourreau est propulsé à plus de 20 km/h à l'intérieur de celui-ci. Cette inspection permet de s'assurer que le fourreau n'est ni endommagé, ni obstrué par un obstacle quelconque, ni déformé.

Pour être transportée et utilisée, chaque portion de câble de 2 000 m est enroulée sur un touret. Ces volumineux tourets d'environ 50 tonnes et de 4,5 m de diamètre, sont transportés par la route et manutentionnés grâce à un engin unique au monde, conçu en principe pour acheminer les pièces de remontées mécaniques. Pour approvisionner le chantier, il faut quatre tourets par semaine.

Tiré par un treuil entre deux chambres de jonction, le câble se dévide en près de trois heures, à la vitesse de 10 m/min. Sur l'ensemble de la ligne, 240 tourets de 1,7 km de câble en moyenne seront nécessaires. Les portions de câbles doivent ensuite être raccordées grâce à une reconstitution des différents éléments du câble, pour n'en former qu'un seul. Cela se passe au niveau des chambres de jonction, ces pièces en béton situées sur les bas-côtés des routes et des autoroutes. Celles-ci sont indispensables, sachant qu'il n'est pas possible de produire ni dérouler un câble d'un seul tenant de 190 km de long !

Pour insérer le courant continu de cette interconnexion sur le réseau, des stations de conversion en bout de ligne, transforment le courant et peuvent inverser son sens très rapidement. Gestion des échanges, réglages de la tension et sécurité électrique s'en trouvent améliorés.

UN CHANTIER MAILLON DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

En augmentant les capacités d'échange transfrontalier, cette liaison souterraine va permettre d'accompagner l'évolution vers un modèle énergétique plus durable dans lequel l'Europe s'est engagée. Le chantier de la future interconnexion entre la Savoie et le Piémont s'intègre totalement dans la démarche de la transition énergétique. L'intégration des énergies renouvelables dans les systèmes français et italien s'en trouvera par ailleurs facilitée.

Le transport de l'électricité est aujourd'hui plus que jamais un enjeu majeur et en constante évolution. De nombreuses innovations contribuent à l'optimiser et à adapter le réseau aux besoins actuels liés à la consommation et aux problématiques énergétiques. Pour assurer une distribution au plus près de la demande, la mise en place d'interconnexions européennes, telle que la liaison souterraine Savoie-Piémont, et la solidarité électrique qu'elle implique, sont essentielles.

DANS L'EXPO...
Découvrez le touret grandeur nature !

Document réalisé par l'équipe médiation de la Galerie Eurêka

Galerie Eurêka - C.C.S.T.I. de la Ville de Chambéry
Hôtel de Ville BP 11 105
73 011 CHAMBERY cedex
tel : 04 79 60 04 25

e-mail : galerie.eureka@ccsti-chambery.org
Site Internet : www.chambery.fr/galerie.eureka

Chambéry
GALERIE EURÊKA