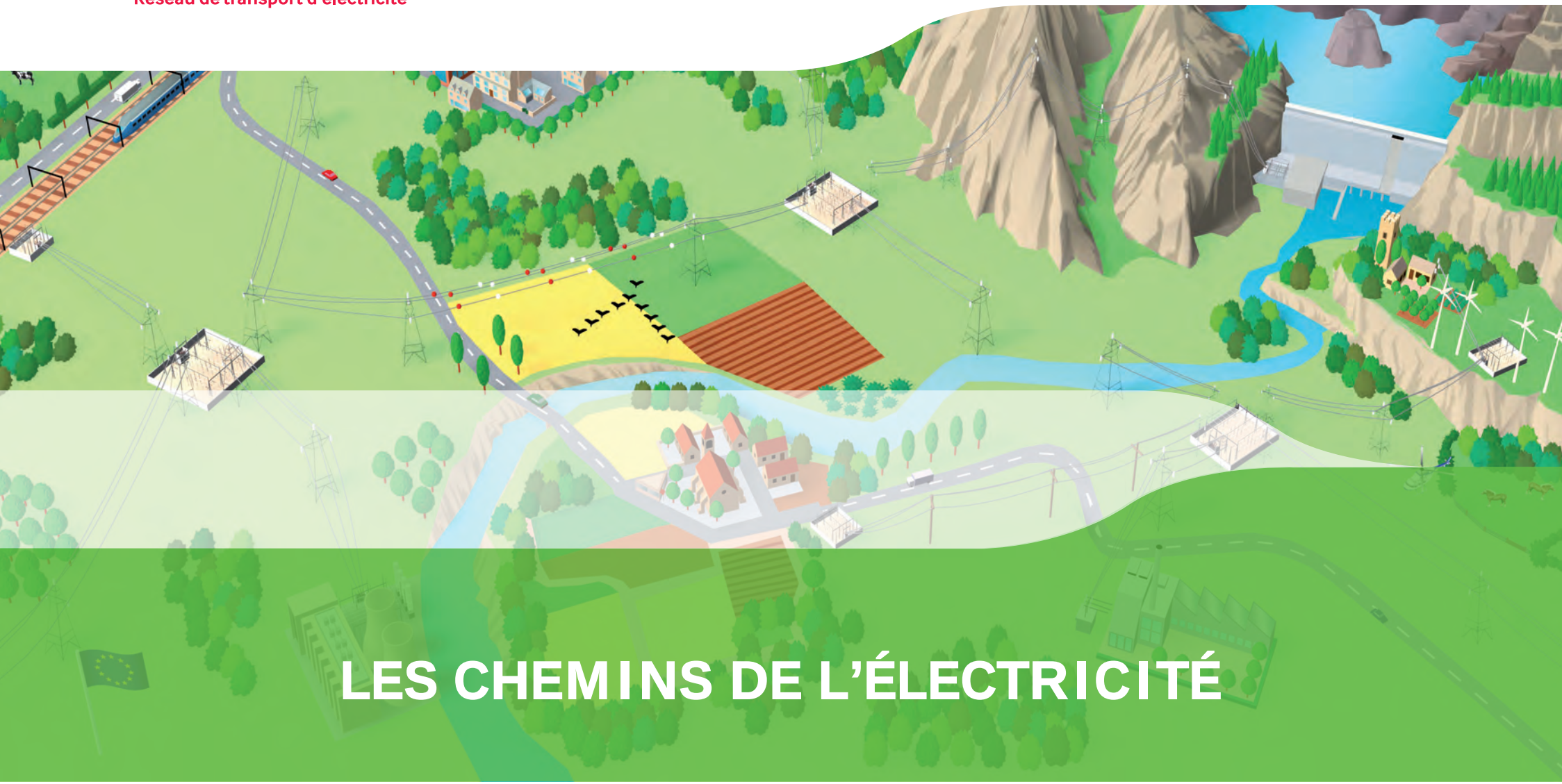
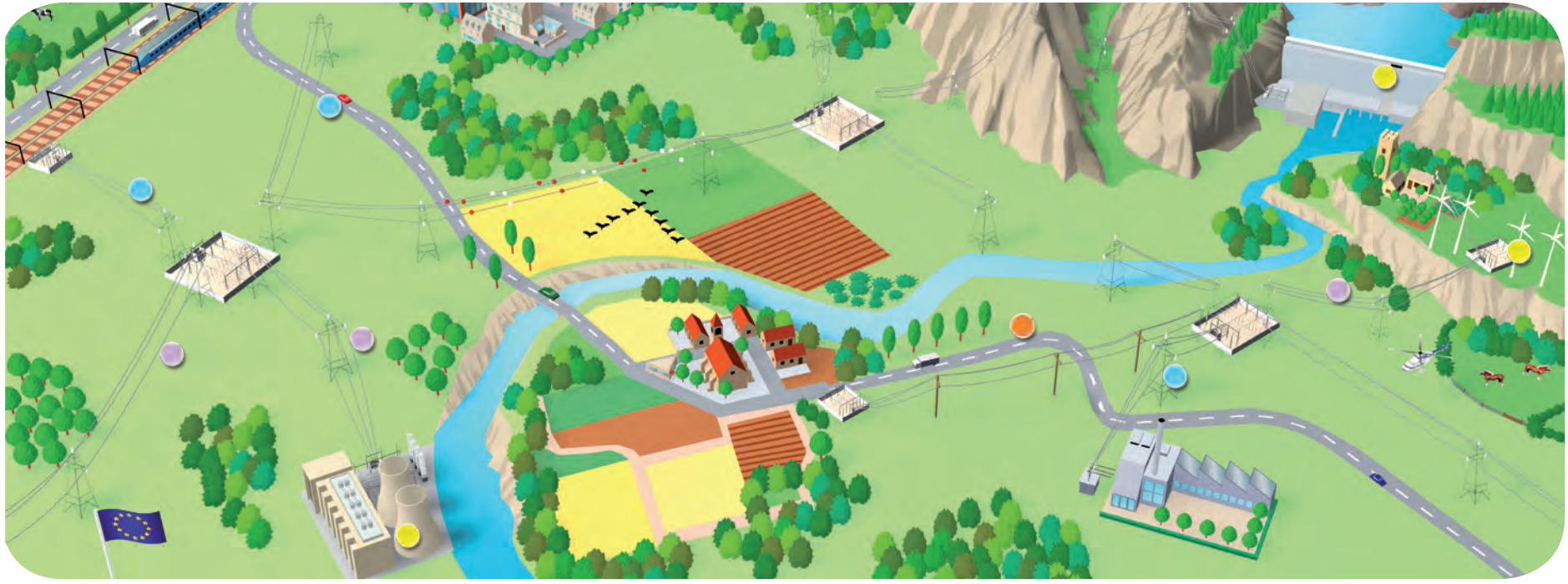
Réseau de transport d'électricité



LES CHEMINS DE L'ÉLECTRICITÉ

Les chemins de l'électricité

L'électricité ne se stocke pas. Pourtant, elle est toujours disponible en temps réel, en toute saison et à tout moment de la journée. Une fois produite, elle emprunte un réseau de lignes aériennes et souterraines que l'on peut comparer au réseau routier, avec ses autoroutes et ses voies nationales (lignes à très haute et haute tension du réseau de transport), ses voies secondaires (lignes moyenne et basse tension des réseaux de distribution) et ses échangeurs (postes électriques).



Production : L'électricité peut être produite de différentes façons, mais presque toujours selon le même principe : la transformation d'un mouvement tournant en énergie électrique, grâce à un alternateur. En France, la production d'électricité provient essentiellement des centrales nucléaires, des usines hydrauliques et thermiques. Elle est également produite à partir d'énergies renouvelables telles que l'éolien.

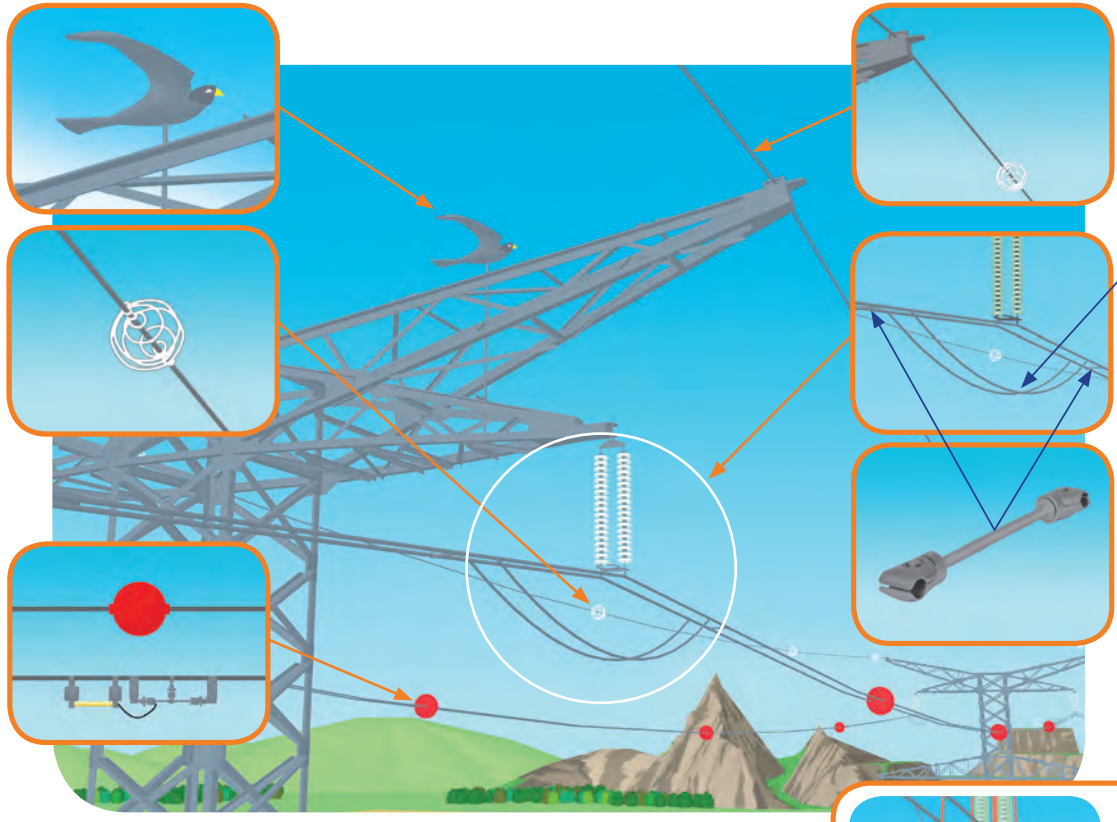
Réseau 400 000 volts : Le courant produit est porté à une tension de 400 000 volts, qui permet de transporter des grandes quantités d'énergie sur de longues distances avec le minimum de pertes d'électricité. C'est ce réseau qui assure l'indispensable solidarité entre les régions et la sécurité d'alimentation de tous. Il est interconnecté aux réseaux des pays voisins.

Réseau d'alimentation régionale : Le transport à l'échelle régionale ou locale est assuré en 225 000, 90 000 et 63 000 volts. Ce réseau permet d'acheminer l'électricité jusqu'aux grands consommateurs industriels et aux réseaux de distribution. Il constitue, avec le réseau 400 000 volts, le réseau de transport d'électricité.

Réseau de distribution : L'électricité passe du réseau de transport au réseau de distribution grâce aux « postes sources ». Ces échangeurs abaissent la haute et très haute tension en moyenne tension (15 000 ou 20 000 volts) ou en basse tension (380 et 220 volts). Les réseaux de distribution alimentent les particuliers, les petits commerçants, les collectivités locales et les petites et moyennes entreprises.

Les lignes aériennes

Le réseau de transport est principalement composé de lignes aériennes. Toutefois, RTE s'engage à réduire chaque année le kilométrage de réseau aérien : entre 2000 et 2009, il a diminué d'environ 1 200 kilomètres et près de 1 300 km de lignes souterraines ont été construites. Les lignes aériennes sont composées de câbles (par lesquels transite le courant électrique) portés par des pylônes.



Protection des oiseaux

Les spirales et les silhouettes de certains rapaces permettent d'éloigner les oiseaux de l'ouvrage et de prévenir les risques de collision sur les câbles.

Balises

Des balises diurnes et nocturnes, insérées sur les câbles à proximité des aéroports, permettent de mieux visualiser la ligne.

Câble de garde

Un câble supplémentaire est disposé au-dessus de la ligne, qui la protège contre la foudre. Equipé de fibres optiques, il permet de transmettre les informations nécessaires pour la protection, la conduite et l'exploitation du réseau.
Il est aussi un moyen d'offrir des solutions haut débit pour les collectivités territoriales.

Bretelles

Placées sur les câbles de part et d'autre de la chaîne d'isolateurs, elles assurent la continuité électrique de la ligne.

Entretoises

Les entretoises permettent de maintenir l'écartement des différents câbles constituant le conducteur.

PRUDENCE
DÉFENSE DE TOUCHER AUX CÂBLES
MÊME TOMBÉS AU SOL

Un risque évident est celui du contact avec les câbles sous tension : une personne touchant ceux-ci, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un objet conducteur, serait électrocutée. Il en serait de même si la personne ou l'objet s'approchait trop près des câbles. Il se produirait alors un arc électrique, ou « amorçage ».
Cette distance d'amorçage augmente avec la tension de la ligne.

Travaux sous tension

Réalisé par des spécialistes, le travail sous tension permet d'effectuer les réparations sur une ligne sans couper le courant.
Il nécessite un équipement de protection spécifique.

Les pylônes

Supports des câbles aériens par lesquels transite le courant électrique, les pylônes sont le plus souvent constitués de treillis et de cornières métalliques. Ils peuvent également être tubulaires en métal ou en béton. Leur rôle est de maintenir les câbles électriques écartés entre eux et à une certaine distance du sol et des obstacles rencontrés afin d'assurer la sécurité des personnes et des installations situées au voisinage de la ligne.

Intégration et fonctionnalité

La topographie des lieux, le respect des sites et de l'environnement ou les conditions climatiques sont autant de paramètres qui ont conduit RTE à mettre au point des familles de supports permettant de disposer les câbles de différentes façons. Ainsi, certains pylônes permettent de diminuer la hauteur totale de la ligne (par exemple, en zone d'atterrissage ou pour réduire l'impact visuel), ou sa largeur (tranchées forestières par exemple).

Ancrage et suspension

Outre leur fonction de support de ligne, certains pylônes dits « d'ancrage », présentent une résistance mécanique plus importante que les autres pylônes, dits de «suspension». Ils s'utilisent lors d'un changement de direction de la ligne ou pour consolider un tronçon de ligne. Ils permettent de limiter la propagation de l'écroulement des pylônes par «effet domino». Ils sont notamment installés dans le cadre du programme de sécurisation mécanique, mis en place par RTE après les tempêtes de décembre 1999.

Pylônes treillis

63/90 kV en triangle

Chat 225 kV

Trianon

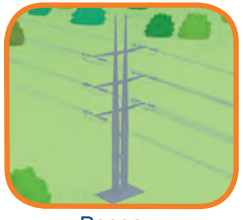
Beaubourg

Pylônes architecturés

RTE a le souci d'anticiper et de prévenir, le plus en amont et au plus près possible des acteurs locaux, les impacts de son activité sur l'environnement. Il veille à insérer au mieux ses infrastructure dans le paysage, et à protéger la faune et la flore. Dans certains sites exceptionnels, des pylônes spéciaux dits «architecturés», peuvent être implantés.

Fougère

Métallique ou Béton



Roseau

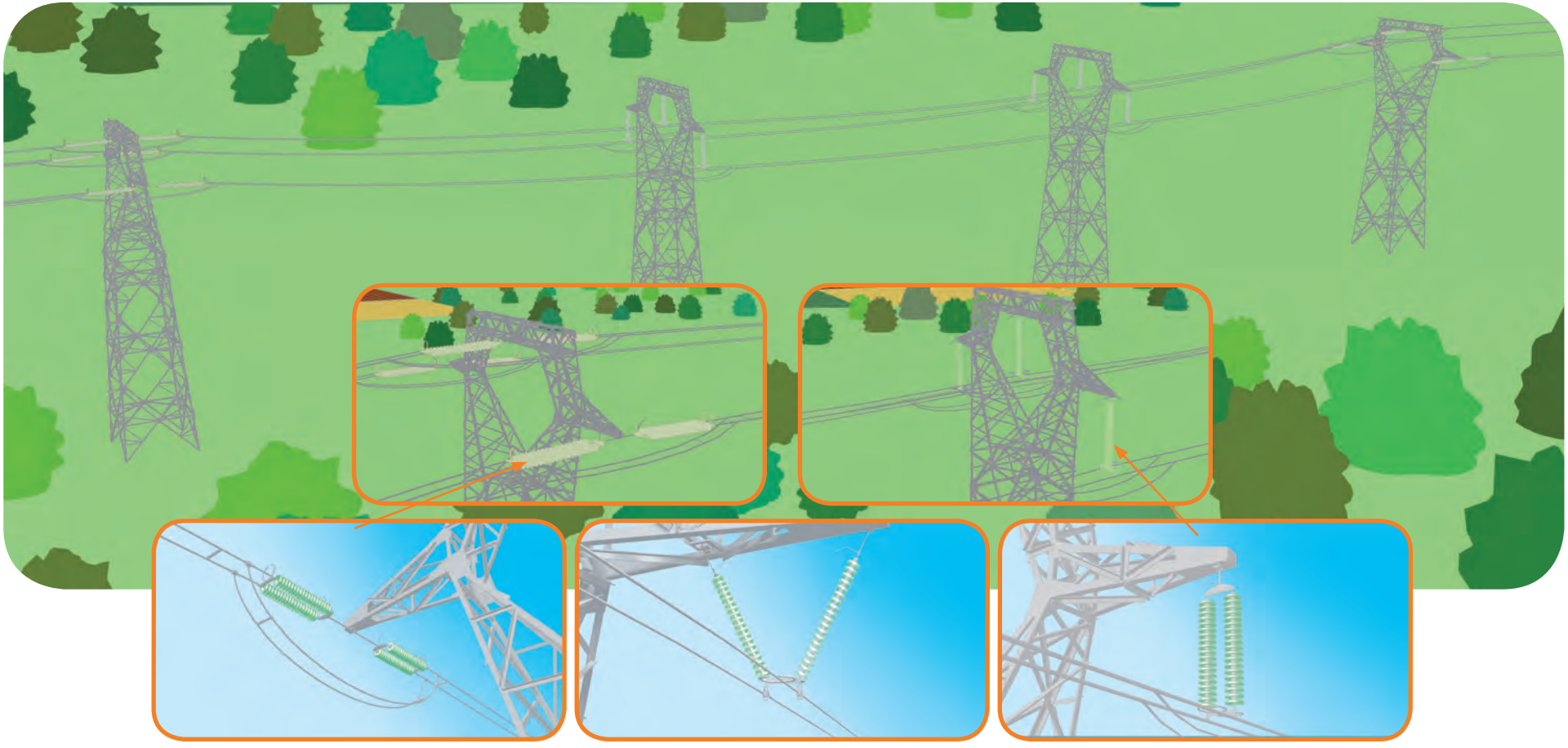
Muguet

Pylônes monopodes

Les supports monopodes ont été conçus pour une utilisation dans un environnement sensible. Contrairement aux pylônes treillis, cette technologie ne permet pas de réaliser de grandes portées et ne supporte pas d'angles importants. Leur utilisation est limitée aux régions non soumises à des conditions climatiques rigoureuses (givre, neige collante).

Les isolateurs

Les isolateurs assurent l'isolement électrique entre les câbles conducteurs et les supports. Sur le réseau de transport, les isolateurs sont utilisés en chaîne, dont la longueur augmente avec le niveau de tension : il faut compter environ 6 isolateurs en 63 kV, 9 en 90 kV, 12 en 225 kV et 19 en 400 kV. La chaîne d'isolateurs joue également un rôle mécanique : elle doit être capable de résister aux efforts dus aux conducteurs, qui subissent les effets du vent, de la neige ou du givre.



Ancrage

Ce type de chaîne, qui se distingue par sa position quasi horizontale, s'utilise sur les pylônes d'ancrage.

Suspension en V

La chaîne en V permet de limiter le balancement latéral des conducteurs.

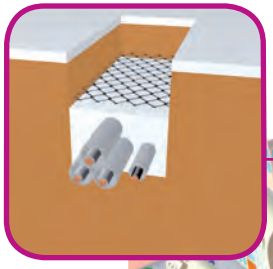
Suspension droite

Ce type d'isolation est la plus fréquemment utilisée.

Les lignes souterraines

En fourreaux PVC

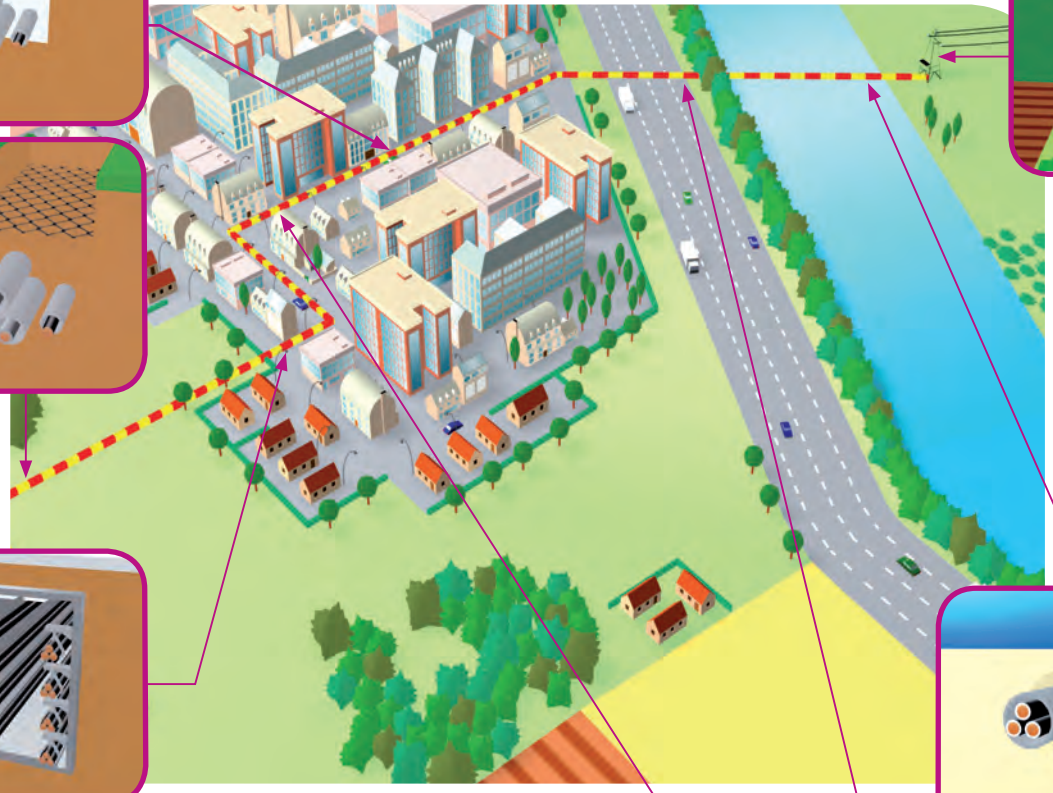
Prédominant en zone urbaine, ce mode de pose consiste à dérouler chaque câble dans un fourreau en PVC, ce qui limite la durée d'ouverture des tranchées. L'ensemble est enrobé de béton, garantissant un environnement thermique homogène autour de la liaison.



En fourreaux PEHD* pleine terre

Cette technique similaire est utilisée pour les ouvrages haute tension en zone rurale, en absence d'autres types de réseaux.

*polyéthylène haute densité



En galerie

La pose en galerie, onéreuse car sans tranchées, est utilisée pour des passages en environnement particulier, comme en zone fortement urbanisée lorsque l'alimentation par lignes aériennes est impossible.

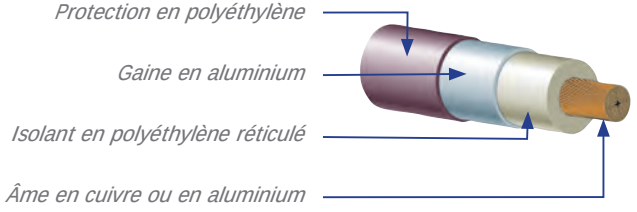
Pylône aérosouterrain

Le pylône aérosouterrain sert d'interface pour le raccordement des câbles souterrains aux lignes aériennes ou aux postes électriques. Cette technologie, très présente pour les tensions 63/90 kV et 225 kV , permet de limiter de manière importante l'emprise au sol. Pour la tension 400 kV, les contraintes de distances électrique imposent la création d'un poste électrique.

En sous-œuvre

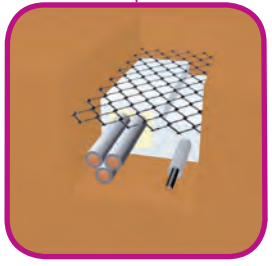
Diverses techniques comme les forages dirigés, les fonçages et les microtunnels, sont réservés au franchissement d'obstacles (voies ferrées, fleuves, ...) sans recourir à l'ouverture d'une tranchée.

Coupe d'un câble souterrain



En caniveaux

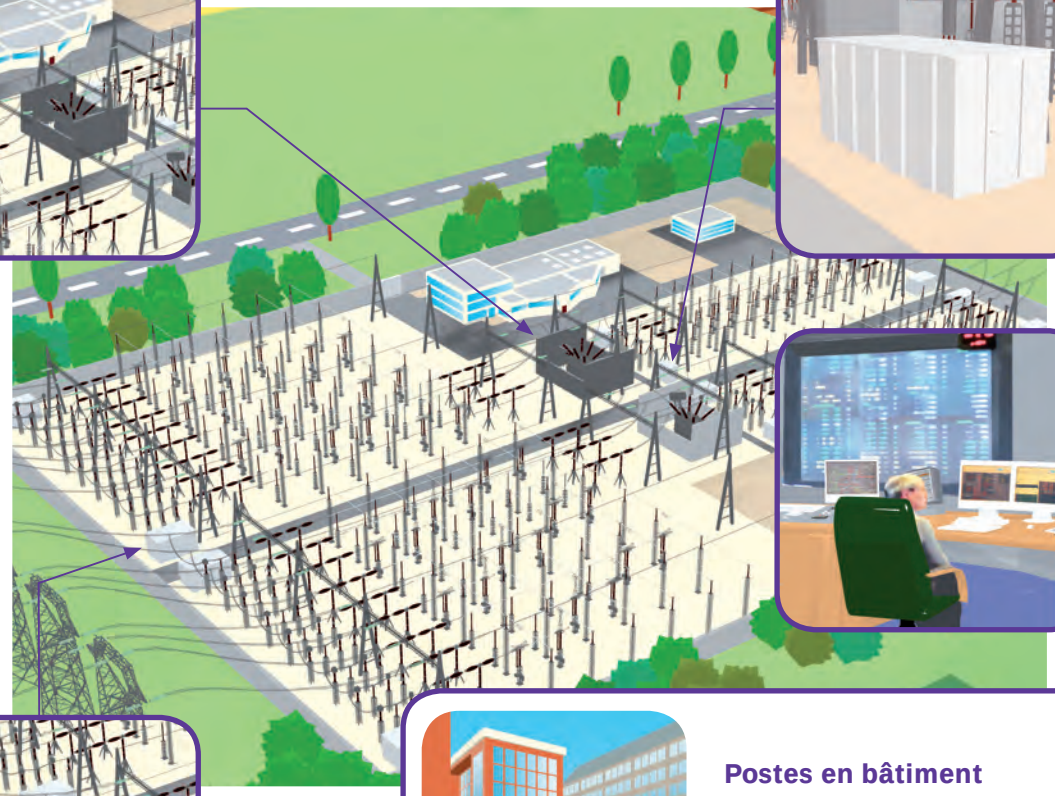
Les câbles sont placés dans des caniveaux en béton armé remplis de sable et munis de couvercle.



Les postes

Transformation

Les postes de transformation permettent d'adapter la tension du réseau au transport (poste élévateur de tension en sortie de centrale électrique) ou à la distribution (poste source), et de passer d'un niveau de tension à un autre (400, 225, et 63 ou 90 kV).



Surveillance et contrôle

Les postes hébergent des systèmes de surveillance et de contrôle du réseau dans des bâtiments de relayage. Ils permettent d'envoyer des informations vers des centres distants qui les analysent et détectent les éventuelles anomalies. Ces centres envoient en retour des ordres télécommandés (ouverture ou fermeture des disjoncteurs et sectionneurs) permettant de répartir le courant sur les différentes lignes ou corriger une anomalie sur le réseau.

Réseau de télécommunications

Les informations transitent sur différents supports de transmission : lignes électriques par la technique des courants porteurs en ligne, fibres optiques installées dans les câbles de garde ou le long des conducteurs électriques, liaisons filaires ou faisceaux hertziens.

Aiguillage

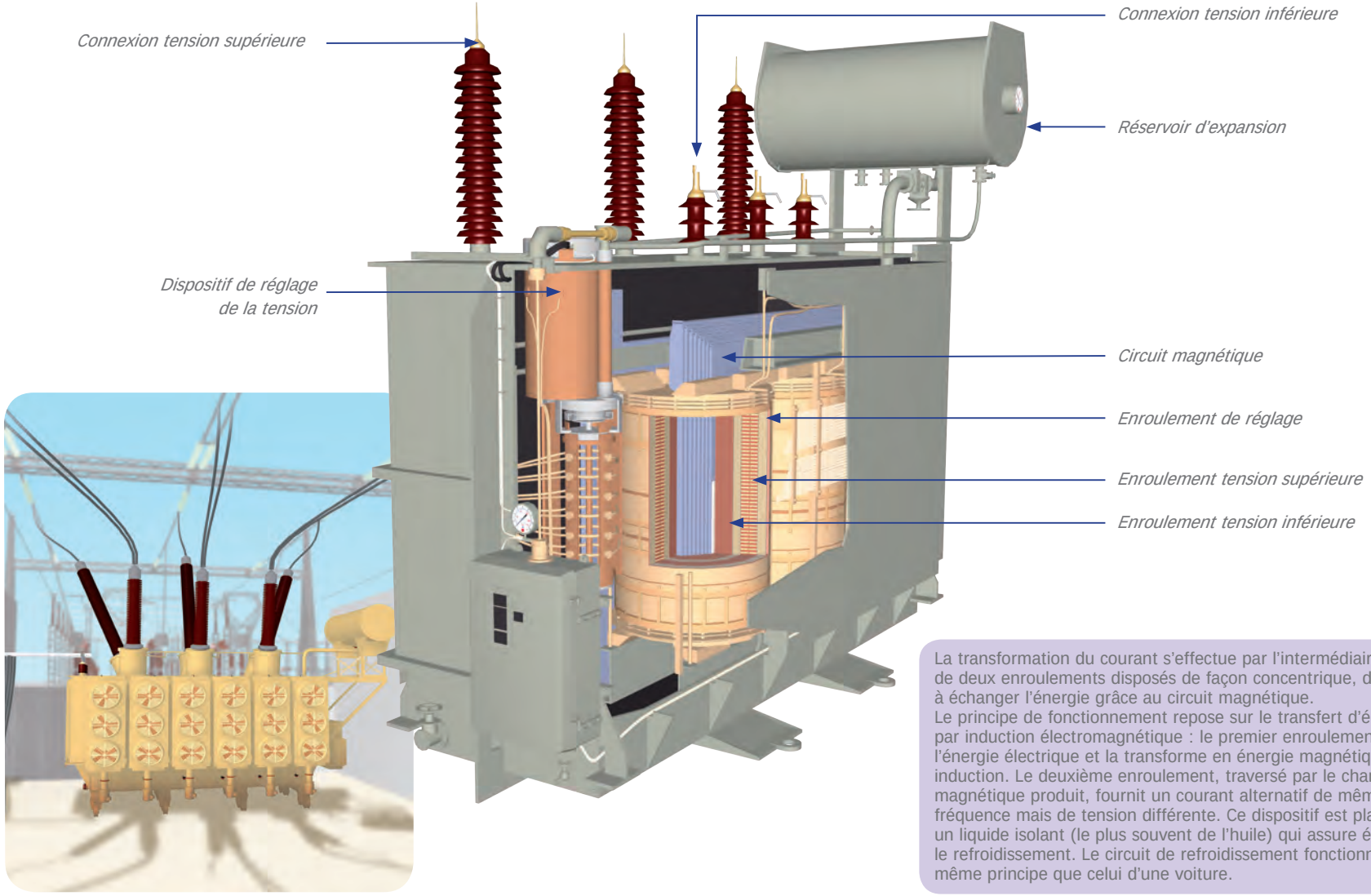
Les postes permettent de répartir le courant entre les lignes situées en amont et en aval du transformateur.

Postes en bâtiment

Dans les zones semi-urbaines ou urbaines, le manque de place nécessite l'utilisation de postes compacts utilisant un gaz sous pression présentant des caractéristiques d'isolement supérieure à celles de l'air. Cette technologie permet donc des gains de place très importants et une bonne intégration dans des milieux contraints.

Le transformateur

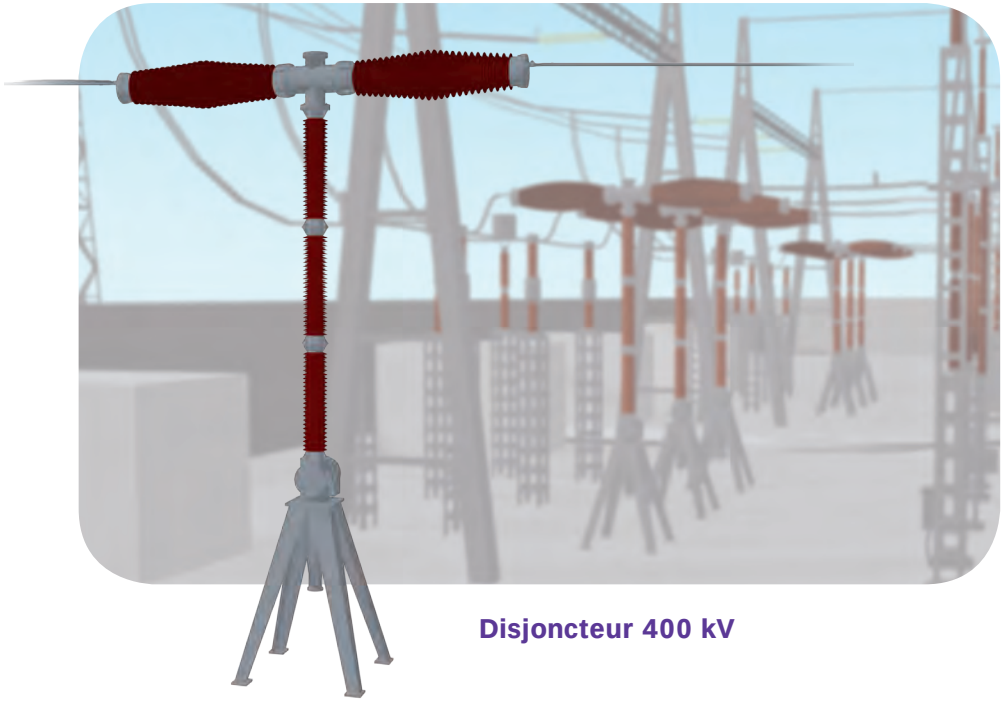
Le transformateur est un appareil destiné à modifier la tension électrique du courant. Il peut permettre d'élever la tension, par exemple en sortie de centrale de production, de 20 000 à 400 000 volts, afin de rendre l'électricité transportable sur de longues distances, en limitant les pertes électriques (effet joule). Il peut également abaisser la tension, par échelons successifs, en fonction de l'utilisateur final et de ses besoins en électricité.



La transformation du courant s'effectue par l'intermédiaire de deux enroulements disposés de façon concentrique, destinés à échanger l'énergie grâce au circuit magnétique.
Le principe de fonctionnement repose sur le transfert d'énergie par induction électromagnétique : le premier enroulement reçoit l'énergie électrique et la transforme en énergie magnétique par induction. Le deuxième enroulement, traversé par le champ magnétique produit, fournit un courant alternatif de même fréquence mais de tension différente. Ce dispositif est placé dans un liquide isolant (le plus souvent de l'huile) qui assure également le refroidissement. Le circuit de refroidissement fonctionne sur le même principe que celui d'une voiture.

Le disjoncteur

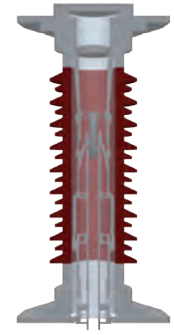
Situé à l'intérieur d'un poste électrique, le disjoncteur est un appareil destiné à protéger les circuits et les installations contre une éventuelle surcharge de courant due à un court-circuit (provoqué par la foudre ou par un contact entre le conducteur et la terre). Il permet aussi l'exploitation du réseau en interrompant ou en rétablissant le passage du courant dans une portion du circuit.



Disjoncteur 400 kV

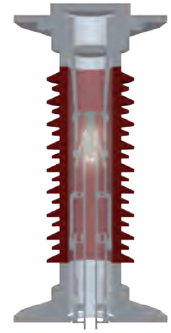
Disjoncteur 63 kV

En haute tension, les courants sont intenses.
A la séparation des contacts du disjoncteur, il se forme un arc électrique qui ne peut pas être interrompu simplement dans l'air comme en basse tension. Son extinction a lieu dans une « chambre de coupure », qui utilise un gaz en surpression projeté sur l'arc pour l'éteindre.
Depuis les années 1970, les disjoncteurs utilisent de l'hexafluorure de soufre (SF6).
Les autres technologies (air comprimé et huile) ont été abandonnées depuis la fin des années 1980.
Au cours des 30 dernières années, les performances des disjoncteurs SF6 ont été améliorées, le nombre de chambres a été divisé par 2 et les commandes oléopneumatiques ont été remplacées par des commandes mécaniques plus fiables.



Position « fermé »

Le courant passe dans la chambre de coupure.



Coupure

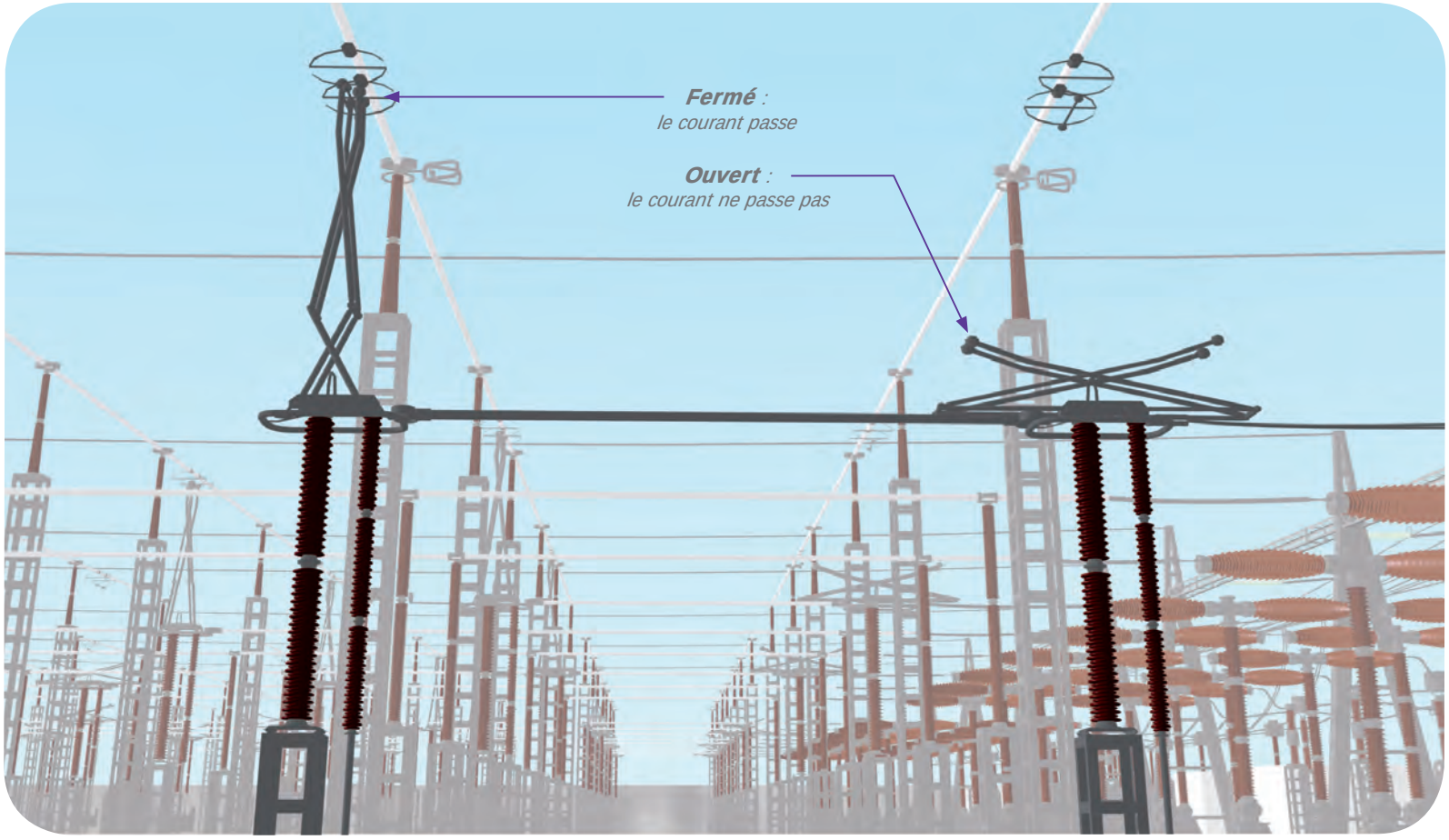
L'énergie liée à la formation de l'arc provoque la surpression du SF6 dans le piston. Le gaz est libéré et provoque le soufflage de l'arc.

Position « ouvert »

L'arc est éteint, le circuit est ouvert et le courant ne passe plus.

Le sectionneur

Situé dans un poste électrique, le sectionneur assure une coupure visible du circuit électrique. Cette coupure certaine est primordiale car elle permet d'intervenir pour l'entretien ou la réparation des appareils en toute sécurité. En mettant hors tension ou sous tension certains circuits du poste. Il assure la fonction d'aiguillage en répartissant les transits d'énergie entre les lignes électriques raccordées au poste. La commande du sectionneur peut être électrique ou manuelle.



Sectionneur d'aiguillage

RTE
1, Terrasse Bellini
92919 La Défense cedex
www.rte-france.com