

## 1.1 LE RACCORDEMENT SOUTERRAIN

### Caractéristiques techniques de la liaison souterraine

L'utilisation des câbles souterrains est évoquée quand il s'agit de répondre à des exigences d'impact visuel ou de fortes densités de population. RTE met en œuvre cette technologie pour plus de 50 % des nouveaux ouvrages pour les liaisons à 63 000 volts. A noter que les liaisons exploitées en 63000 volts sont construites avec des câbles correspondant à du 90000 volts (seule référence technique désormais utilisée pour tous les raccordement 63000 volts et 90000 volts)

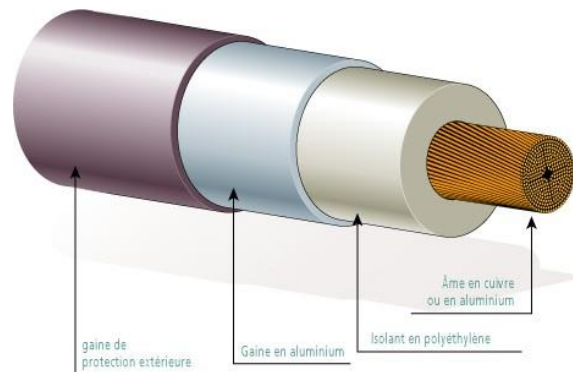


Figure 1 | *Schéma de coupe d'un câble isolé*

Les conducteurs électriques, isolés par l'air en aérien, ont besoin d'un isolant spécifique en souterrain (isolant synthétique, technologie la plus utilisée aujourd'hui), dont l'épaisseur augmente avec la tension. Ces câbles présentent des variations au niveau de la composition de leurs écrans (aluminium), de leurs âmes (cuivre ou aluminium) et de leurs diamètres. Ceci conditionne leur poids et leur capacité à supporter des intensités plus ou moins élevées pour une tension donnée.

Une liaison souterraine est constituée de trois câbles conducteurs, isolés et protégés, ainsi que de câbles annexes nécessaires à l'exploitation de la liaison : câble de mise à la terre pour protéger les conducteurs et câble de télécommunication (fibre optique).

L'ensemble de ces câbles sont déroulés en fond de fouille et enterrés à environ 1 m de profondeur.

### La description des modes de travaux

La pose des liaisons souterraines nécessite l'ouverture d'une tranchée d'environ 1 m de profondeur pour 50 à 70 cm de large. RTE pratique plusieurs modes de pose, en fonction de la nature du câble utilisé, du milieu traversé et des obstacles rencontrés :

- La pose en fourreau PEHD (Polyéthylène haute densité) consiste à dérouler les câbles sur de grandes longueurs dans des fourreaux qui sont installés directement en terre. Cette technique

de pose est utilisée en sous-sol peu ou pas encombré par les réseaux, comme en zones rurales (milieux agricoles, chemins, routes secondaires...). ;

- La pose en fourreau PVC (Polychlorure de vinyle), consiste à dérouler les câbles dans des fourreaux qui sont enrobés de béton. Cette technique de pose est utilisée en sous-sol fortement encombré par les réseaux, comme les zones urbaines ou semi-urbaines, et sous les chaussées fréquentées.

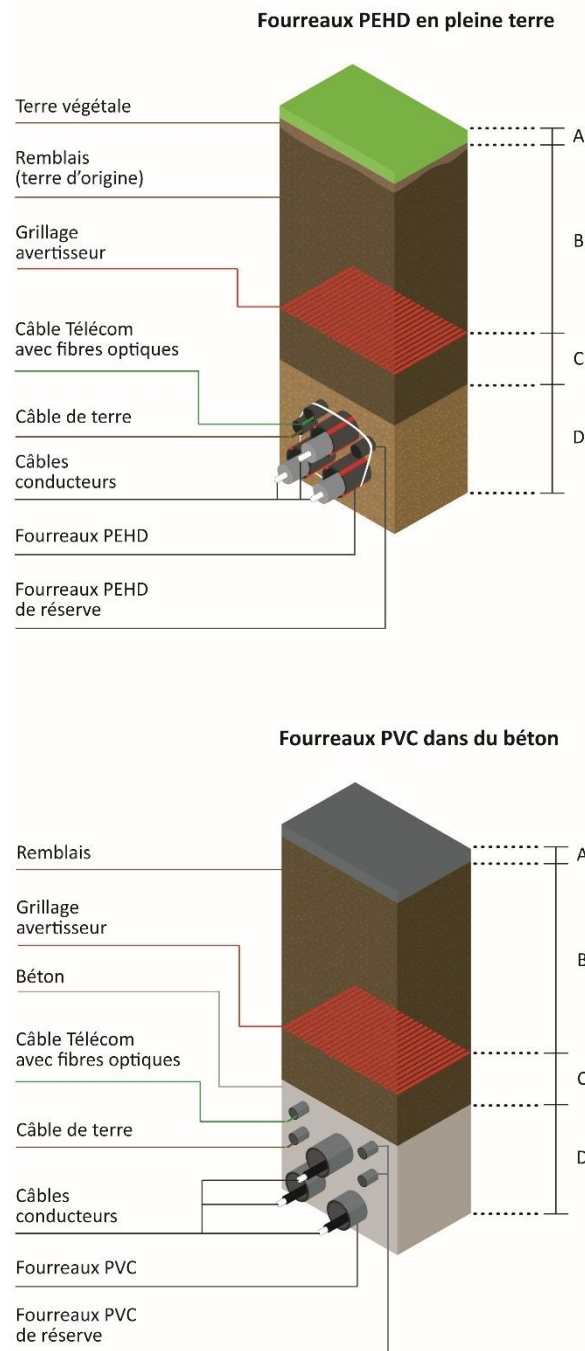
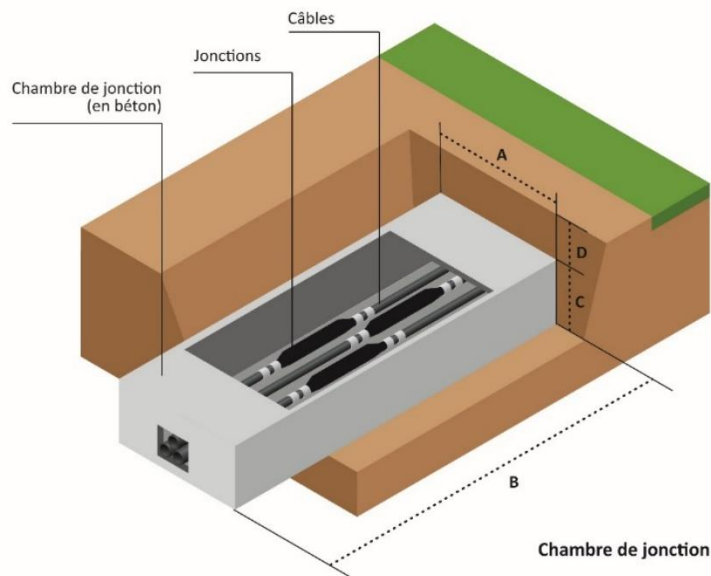


Figure 2 | Principe de pose des câbles souterrains

Les câbles, livrés sur des tourets, sont déroulés par tronçons successifs de l'ordre de 800 m pour les liaisons 63 000 volts. Ces tronçons sont raccordés entre eux à l'intérieur de chambres de jonction souterraines.

Les chambres de jonction sont creusées à environ 2 m de profondeur. Une fois les jonctions réalisées, les chambres sont ensablées, recouvertes de dalles en béton et remblayées.



**Figure 3 | Principe de pose des câbles souterrains**

En phase exploitation, les liaisons souterraines ne nécessitent pas de visite périodique de contrôle ou d'entretien.

### Déroulement du chantier

Les opérations de pose d'une liaison souterraine en tranchée se déroulent généralement de la façon suivante :

- Décapage de la terre végétale ou découpe de la chaussée, selon le contexte ;
- Ouverture de la tranchée et blindage de la fouille ;
- Mise en place et raccordement des fourreaux ;
- Remblayage de la fouille avec un compactage soigné et mise en place du grillage avertisseur au fur et à mesure de l'avancement linéaire du chantier ;
- Réfection des sols (chaussées, chemins, espaces verts ou autres) ;
- Déroulage des câbles par tronçons ;
- Nettoyage et remise en état du site.



*Figure 4 | Pose des fourreaux PEHD en milieu rural et PVC en bordure de voirie*



*Figure 5 | Déroulage d'un câble souterrain au niveau d'une jonction (à gauche) et réfection d'une chaussée après travaux (à droite)*

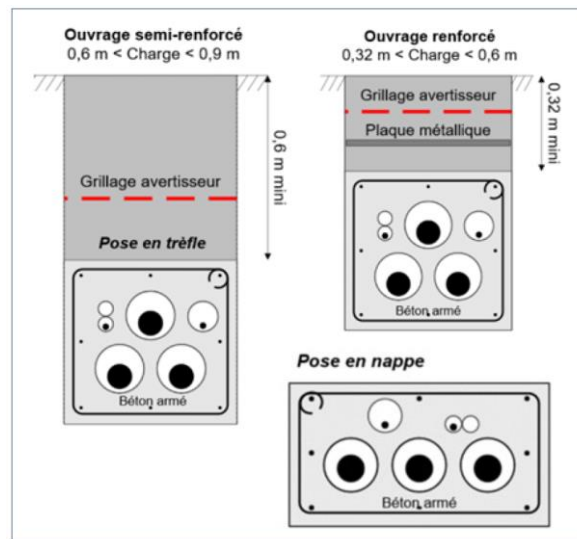
## Techniques de franchissement

Lorsque le tracé de la liaison souterraine rencontre des obstacles ponctuels (réseaux, routes à forte circulation, cours d'eau, voies ferrées...), différentes techniques de pose peuvent être utilisées pour franchir ces obstacles sans les impacter.

### Pose en « nappe »

Dans la pose en nappe les trois câbles qui constituent la liaison souterraine sont posés les uns à côté des autres. Cette disposition permet de limiter la profondeur d'enfouissement notamment quand la liaison souterraine doit passer au-dessus de réseaux qui limitent la profondeur disponible, comme les égouts par exemple, des ouvrages en béton permettent le passage des câbles à faible profondeur.

La fouille nécessaire a alors une profondeur de 0.70 à 0.80 m pour une largeur d'environ 1.20 m. Ces ouvrages renforcés en béton armé sont surmontés d'une tôle en acier et d'un grillage avertisseur.



*Figure 6 | Schéma d'une pose en nappe, au regard de la pose habituelle en trèfle*

### Pose en sous-cœuvre

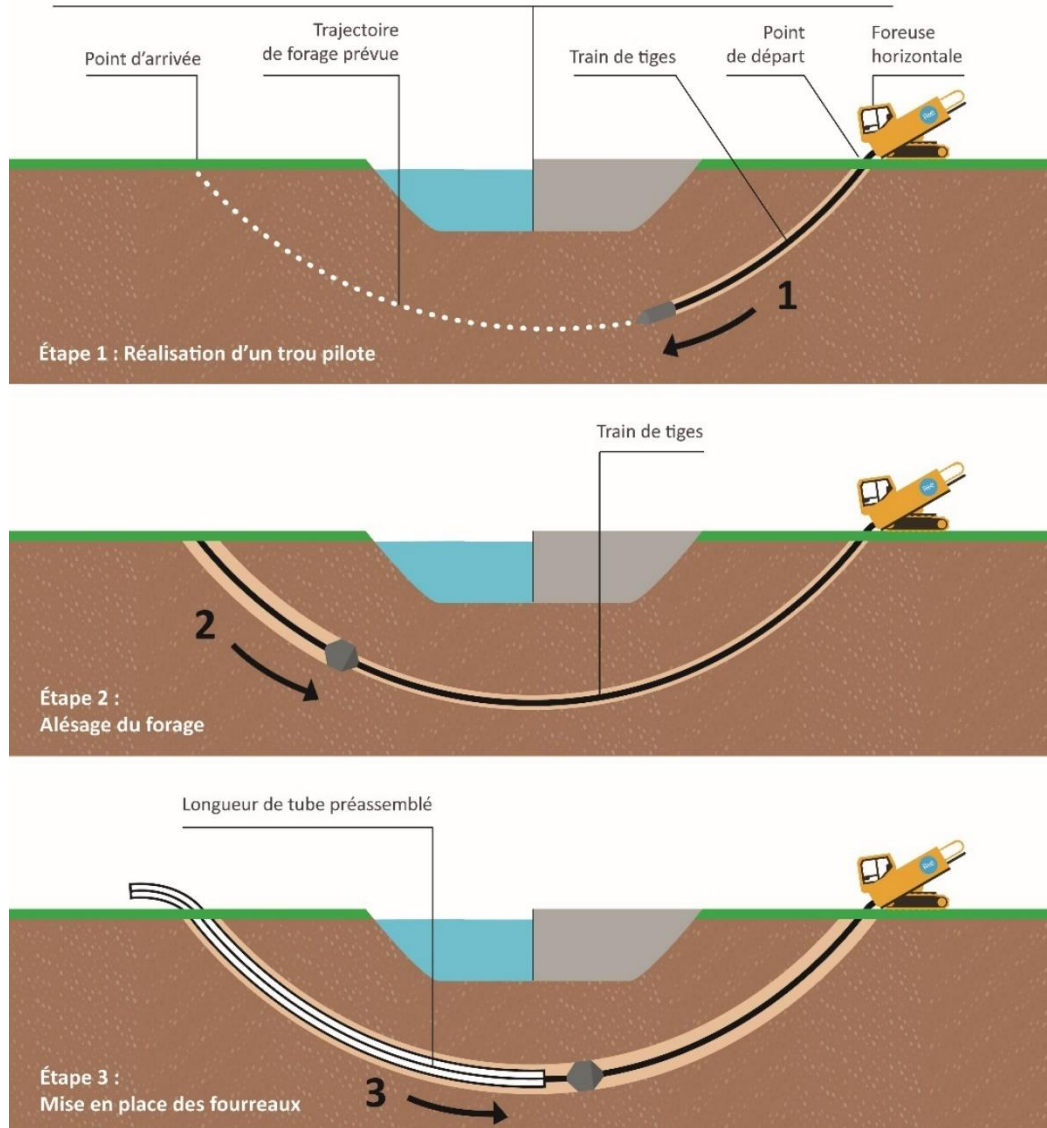
Pour faire passer les fourreaux sous des obstacles sans ouvrir de tranchée, RTE peut avoir recours aux techniques du forage dirigé ou du fonçage.

Dans le cas d'un forage, les fourreaux sont dirigés par un dispositif de guidage permettant de suivre un profil prédéfini et de franchir des obstacles plus longs de manière fiables. Cette technique est généralement utilisée dans le cas du franchissement de rivières ou d'axes de circulation importants. Le linéaire concerné peut atteindre plusieurs centaines de mètres et la durée d'un forage est généralement de 3 à 6 semaines en fonction de sa longueur et des difficultés de réalisation.



### Passage en sous-œuvre - Forage dirigé

Le forage dirigé permet de franchir des obstacles comme des routes, des voies ferrées, des cours d'eau ou autres. Une emprise pour les installations de chantiers est également à prévoir.

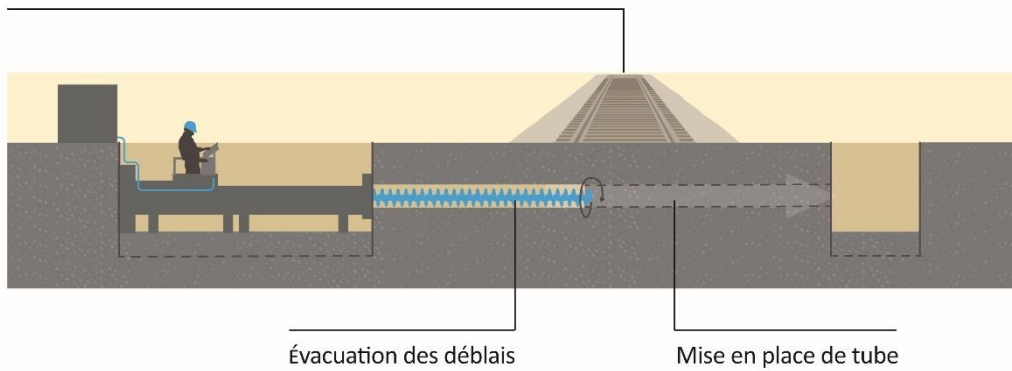


**Figure 7 | Mise en œuvre d'un forage dirigé**

Le fonçage horizontal consiste à creuser des fosses de chaque côté de l'obstacle et à placer une foreuse dans l'une d'entre elles. Celle-ci pousse horizontalement des tubes en acier dont l'intérieur est équipé de tarières. Ils sont soudés entre eux pour constituer le forage. Une fois les fourreaux mis en place et raccordés, les fosses de forage sont remblayées.

### Passage en sous-œuvre - Fonçage

Le passage en sous œuvre permet de franchir des obstacles comme des routes, des voies ferrées, des cours d'eau ou autres.



**Figure 8 | Mise en œuvre d'un fonçage**