

6.2.2 Pose mécanisée

a) Trancheuses

Il existe deux types de machines : les trancheuses à roue et les trancheuses à chaîne.

La trancheuse à roue est généralement réservée aux terrains difficiles comme la pose de fourreaux le long d'une chaussée d'autoroute nécessitant de « couper » le revêtement. La tranchée reste étroite et un dispositif en arrière de la trancheuse, permet la mise en place des tubes ainsi que du sable et le grillage avertisseur.



La trancheuse à chaîne se différencie par le fait que la roue dentée est remplacée par une chaîne à godets. Ce type de machine permet de réaliser des tranchées plus larges et plus profondes.

Un dispositif à bande transporteuse permet d'évacuer les matériaux d'extraction pour les remplacer par un remblai de granulométrie appropriée.

Ces machines sont utilisées quand plusieurs tubes ou gaines ont besoin d'être placés simultanément.

A noter qu'il est possible d'atteindre des profondeurs supérieures à 2 mètres.

Ces techniques, suivant les terrains, permettent de poser quotidiennement plusieurs centaines de mètres. En général, l'utilisation de tubes conditionnés en touret de grande longueur évite des arrêts trop fréquents de la trancheuse.

Pour les diamètres supérieurs à 160 mm, les tubes Polyéthylène conditionnés en longueurs droites sont préalablement soudés bout-à-bout le long de la zone de pose.

6.3 - POSE SANS TRANCHÉE

6.3.1 Forage

a) Forage dirigé

Le forage dirigé permet d'enterrer une canalisation en limitant au minimum la gêne pour les riverains dans le respect de l'environnement. Alors que les techniques de tranchées sont réservées à la pose en campagne, le forage dirigé peut, lui, être utilisé en zone urbaine.

Issue et dérivée des forages pétroliers, cette technique fait appel à l'utilisation d'un matériel spécifique et permet de réaliser des travaux impossibles à réaliser autrement ou très coûteux (par exemple : passage sous une rivière).

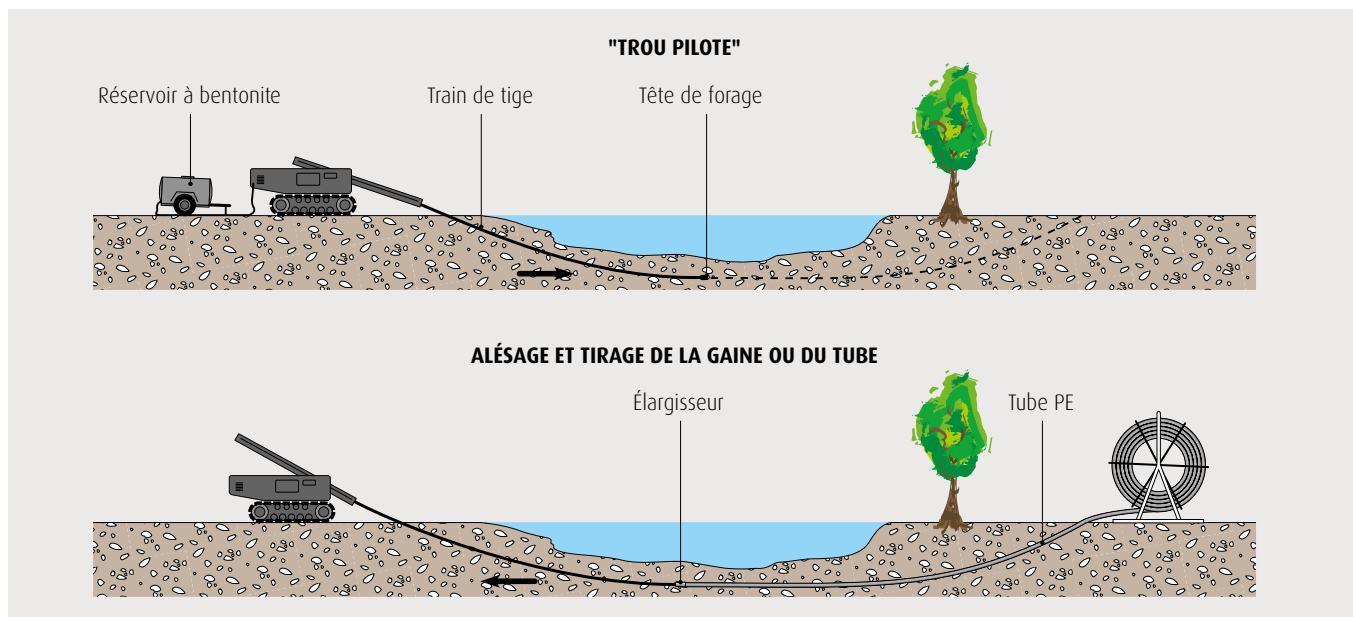
Principe

La technique du forage dirigé se décompose en deux étapes :

- **la réalisation du trou pilote,**
- **l'alésage et tirage simultané du tube.**

LE TROU PILOTE

Une tête de forage, adaptée au terrain que l'on pénètre, est amenée en rotation et poussée, combinée ou avec des tiges métalliques rigides qui se vissent les unes dans les autres.



Simultanément à cette poussée-rotation, de la « bentonite » (mélange thixotropique de boue, argile, eau, plastifiant) est injectée au niveau de la tête de forage ce qui permet la lubrification de l'outil tout en consolidant le trou. Elle permettra également par la suite le passage de l'aléasseur en rendant malléable la zone du forage.

La profondeur, la direction et l'inclinaison de la tête sont communiquées à la surface par une sonde émettrice incorporée dans l'outil.

L'opérateur peut ainsi contrôler en permanence la direction du forage et procéder aux modifications éventuelles de trajectoire en jouant sur l'angle d'inclinaison de la tête directement à partir de la foreuse.



L'ALÉSAGE ET LE TIRAGE

Quand la tête de forage ressort à l'extrémité du trou pilote, un « tunnel » d'environ 10 cm de diamètre a donc été créé qu'il suffit « d'élargir » en ramenant en sens inverse, vers la foreuse, le train de tige à l'extrémité duquel un « élargisseur » a été installé (1,2 à 1,5 fois le diamètre de la canalisation à installer).



Immédiatement derrière cet alésage, le tube PE est accroché et donc tiré vers la foreuse en même temps que le trou se fait. Il peut arriver qu'en raison de la nature du terrain, plusieurs alésages progressifs soient nécessaires.

C'est bien sûr lors du dernier tirage que le tube est placé et tracté jusqu'aux puits d'entrée.

Précaution

Ce travail est toujours assuré par des professionnels dotés d'un matériel approprié au travail envisagé. Il dépend :

- de la longueur de la canalisation à mettre en place,
- de la nature du terrain,
- du diamètre du trou à réaliser.

Dans tous les cas une étude préalable de la composition du terrain est nécessaire, ainsi que la connaissance et la localisation des canalisations existantes.

Domaines d'application

- Gaines pour passage de câbles électriques
- Gaines pour passage de fibres optiques
- Tubes pour le Gaz
- Tubes pour l'Eau potable
- Tubes pour l'Assainissement (sous pression)
- Dépollution
- Chauffage urbain...

TYPES DE TUBES

Le choix des tubes est essentiel pour la bonne réalisation du travail. D'une façon générale il est préconisé des tubes de SDR 11 qui offrent de bonnes caractéristiques aux efforts de traction lors de la pose.

Pour les chantiers de petite longueur et n'offrant pas de difficultés particulières, des tubes de SDR 13,6 peuvent être utilisés.

Pour les diamètres supérieurs à 160 qui ne permettent pas la livraison sur touret, il est nécessaire d'utiliser des longueurs droites qui seront soudées bout à bout.

Si les efforts de traction risquent d'être importants, des tubes PE 100 sont préconisés, en conservant le même SDR.

Force de traction admissible pour tube PEHD pour usage sous pression

$$\text{Force traction} = S \text{ en mm}^2 \times \text{contrainte en MPa}/10$$

(D'après TS 15223 validated design per meters of buried plastic system).

Pour les utilisations de tubes en fourreaux, l'usage a montré qu'il est possible de multiplier ces valeurs par deux. Il faut cependant rester prudent compte-tenu des risques d'ovalisation pouvant résulter de l'opération de tirage.

Forces exprimées en décanewtons pour usage fourreaux			
Diamètre ext	SDR 13.6	SDR 11	SDR 9
90	1700	2100	2600
110	2600	3200	3900
125	3300	4100	5000
160	5500	6800	8300
180	6900	8600	10500
200	8600	10600	13000
225	10900	13400	16400
250	13400	16600	20300
280	16900	20800	25500
315	21300	26400	32300
355	27100	33500	41000
400	34400	42600	52100
450	43600	53900	65900
500	53800	66600	81400
560	67600	83500	102100
630	85500	105700	129300

b) Fusées

Réservée aux petites distances, la pose à la fusée est couramment utilisée. Elle offre l'avantage d'un matériel simple et peu encombrant, idéale pour la réalisation de petits branchements sans ouvrir la chaussée.

Principe

Un tube d'acier muni d'une tête de forage adaptée au terrain, avance sous l'effet d'un marteau pneumatique à l'intérieur de ce tube appelé « fusée ».

Le tube Polyéthylène est fixé à l'arrière de la fusée au moyen d'un dispositif de maintien. Il est tiré au fur et à mesure de l'avancement de l'outil de forage.

6.3.2 Rénovation

a) Tubage de canalisation avec vide annulaire

Rénovation ou renforcement des réseaux et des branchements sans ouverture de tranchée en mettant à profit les avantages du PE :

- Conditionnement en grande longueur
- Souplesse
- Légèreté
- Insensibilité à la corrosion

Principe

Poser, dans la conduite existante utilisée comme fourreau, un tube PE conditionné en grandes longueurs sur touret, sur couronne ou en barres préalablement assemblées.

TECHNIQUE DE TUBAGE

Les avantages des techniques résident dans l'économie et le gain de temps qu'elles procurent (peu de terrassements) ainsi que la moindre gêne occasionnée aux riverains.

Les limitations à la mise en œuvre sont les suivantes :

- Le diamètre intérieur utile de la conduite à tuber.
- La présence d'éléments réduisant la section de passage (branchements pénétrants par exemple)
- La propreté de la conduite à tuber.

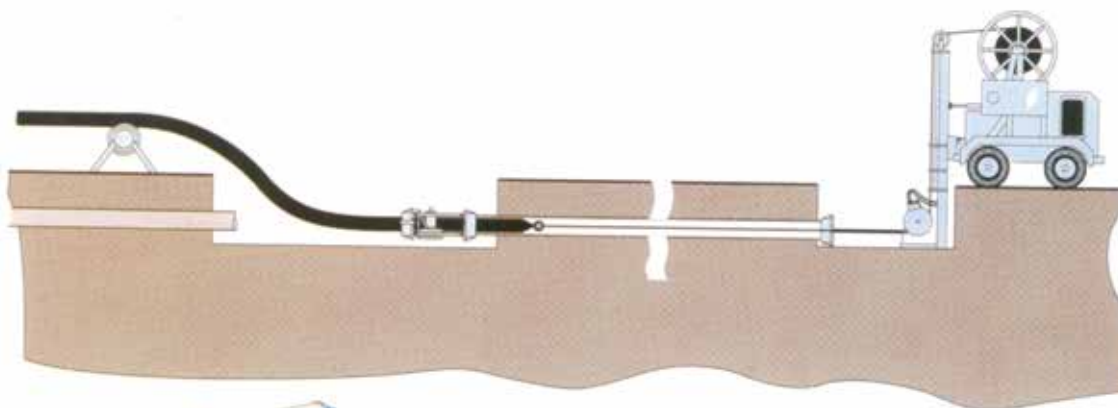
Usuellement il est retenu que le diamètre extérieur du tube en PE est égal au maximum à 2/3 du diamètre intérieur du fourreau.

D'une manière générale, les dimensions relatives du tube PE et du fourreau sont fonction du débit à assurer et de la perte de charge admissible.

RÉALISATION DES TRAVAUX

Les phases principales sont les suivantes:

- 1- Isolement et nettoyage du tronçon à tuber.
- 2- Passage de l'aiguille du câble de traction.
- 3- Mise en place des protections et introduction du tube PE.



Réduction à chaud



Réduction à froid

4- Réalisation des jonctions. Elles sont réalisées sur un tube libéré des contraintes dues au tirage. Si les extrémités de la partie tubée doivent être raccordées sur des canalisations en place, autres qu'en Polyéthylène, il est impératif d'installer un dispositif qui compense la dilatation et le retrait du tube PE.

5- Essais.

6- Reprise des branchements.

ESSAIS

Il convient de procéder aux essais de résistance mécanique et d'étanchéité habituels.

b) Autres techniques de rénovation

D'autres techniques de rénovation des réseaux mettant en œuvre des tubes en Polyéthylène sont utilisées pour des canalisations, jusqu'au diamètre 1000.

SWAGE LINING

Cette technique consiste à insérer dans une conduite en place un tube en Polyéthylène de diamètre temporairement réduit de manière qu'une fois ce tube installé, il reprenne son diamètre initial en se plaquant sur la paroi interne de la canalisation à rénover.

C'est parce que le Polyéthylène possède des propriétés bien particulières (visco-élasticité et aptitude au fluage) que cette technique de swage lining peut être mise en œuvre : étirement sans modification de ses propriétés mécaniques, chauffage puis refroidissement sans destruction de la structure moléculaire du matériau, puis retour à son état initial.

Principe d'exécution

Ce procédé consiste :

- à réduire préalablement avant l'introduction le diamètre du PE (de 7 à 15%) par un passage en filière conique :

- à froid pour les diamètres < à 250 mm
- à chaud à 80°C pour les diamètres ≥ 250 mm ;
- à introduire par tirage avec un effort de traction constant le tube en Polyéthylène dans la canalisation existante pour maintenir cette réduction avec un allongement d'environ 4 % ;
- à relâcher la conduite qui reprend son diamètre initial en moins de 24 heures en se plaquant sur la paroi de l'ancienne conduite.

Avantages

Pour la conduite rénovée :

- pas de vide annulaire,
- faible réduction de la section de passage,
- utilisation de tubes PE dont les caractéristiques dimensionnelles sont généralement usuelles,
- le revêtement interne de la conduite réhabilitée peut-être autostructurant ou ne pas l'être,
- la préparation des tronçons se fait en surface avec soudure classique au miroir.

REPLACEMENT PLACE POUR PLACE PAR EXTRACTION

Ce procédé consiste à extraire par tirage les canalisations en fonte grise de diamètre 60 à 150 mm et à les remplacer par des tubes en Polyéthylène de même diamètre ou d'un diamètre nominal supérieur (pouvant aller jusqu'à 250 mm).

Principe d'exécution

La canalisation en fonte grise est extraite par tronçon de 10 à 30 mètres par application d'une force de 30 à 60 tonnes transmise par des câbles et des vérins hydrauliques.

Au fur et à mesure de l'extraction, le tuyau en fonte grise est brisé et la nouvelle conduite en PE est simultanément tractée.

TUBE PE REPLIÉ

Cette technique consiste à insérer dans la conduite à rénover un tube en Polyéthylène plié en forme de U puis « regonflé » de façon à ce que le tube reprenne sa forme initiale en étant plaqué sur la paroi interne de la canalisation en place.

Avantages de ces divers procédés

- Conservation du tracé de la canalisation en service,
- Réduction des nuisances de chantier et par conséquent diminution des gênes occasionnées aux riverains.
- Rapidité de mise en œuvre en milieu urbain.

6.4 - POSE EN AÉRIEN

6.4.1 Généralités

Sont considérées comme installées en aérien toutes canalisations posées aussi bien à l'intérieur des bâtiments qu'à l'air libre. Les canalisations posées dans des caniveaux, des égouts, des puits sont également concernées par ces recommandations.

Rappel : les canalisations en polyéthylène pour la distribution du gaz ont une utilisation exclusivement enterré. Elles ne doivent pas être posées en aérien.

6.4.2 Données

Les éléments ci-après doivent être pris en considération :

- température des fluides,
- nature des fluides,
- densité des fluides,
- conditions de site (températures, expositions, ...),
- conditions de pose (influences de la température, de la saison...),
- série du tube (PN et MRS ou SDR).

COMPENSATION DES VARIATIONS DE LONGUEUR :

Compensation des variations de longueur :

Les variations de longueur doivent être compensées à la faveur des changements de direction de la canalisation en utilisant des bras ou des lyres de dilatation.