



Rosny s/ bois 17 juin 2009

**GUIDE TECHNIQUE  
des Travaux à Proximité des ouvrages enterrés  
règles de l'art**

**propositions FSTT  
pour les Techniques Sans Tranchée**

**AVERTISSEMENT**

**Le présent document est un document de travail  
qui fait encore l'objet de débat entre les différents acteurs  
Les éléments qui y figurent sont donc susceptibles d'évoluer**

# TECHNIQUES SANS TRANCHEE

## GUIDE TECHNIQUE des Travaux à Proximité des ouvrages enterrés

### (Règles de l'art)

#### Préambule

1- Les techniques de travaux sans tranchée sont généralement utilisées pour le franchissement d'obstacles. Pourtant elles peuvent être une solution économiquement adaptée dans d'autres situations en optimisant le tracé des ouvrages à construire ou en s'affranchissant de tranchées et de toutes leurs conséquences techniques, économiques et environnementales. Sans remplacer totalement les travaux de terrassement, ces techniques présentent de nombreux avantages pour l'environnement (réductions des nuisances pour les riverains et la circulation, réduction de près de 90% des déblais-remblais, réduction du bruit (en dBA\*h) de 30 à 70% selon les procédés, 3 à 5 fois moins d'émission de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>), gain de temps important).

Le retour d'expérience montre que l'utilisation des techniques sans tranchée peut également réduire sensiblement les risques encourus par les personnels des entreprises et par les riverains.

Il reste que comme pour les techniques à ciel ouvert, les techniques sans tranchée, exigent une connaissance précise de la localisation des ouvrages enterrés existants. Les recommandations et les règles de l'art décrites dans les fiches du présent guide en particulier les distances d'approche des ouvrages existants, **impliquent que la localisation de ces ouvrages enterrés existants soit connue avec une précision de  $\pm 10$  cm dans les trois dimensions.**

Avant toute utilisation des techniques sans tranchée comme des techniques traditionnelles, l'entreprise doit s'assurer que cette condition est remplie, sinon elle doit demander au maître d'ouvrage ou à son maître d'œuvre d'ordonner la réalisation préalable d'investigations complémentaires.

Pour les opérations de remplacement, le tracé de l'ouvrage étant imposé, la vigilance doit être plus forte. D'autre part les techniques de localisation perdent de leur précision pour des ouvrages proches. Dans ces cas, des sondages sont donc recommandés.

2- Les distances recommandées dans ce guide prennent en compte les distances réglementaires entre ouvrages augmentées de l'imprécision de localisation de l'ouvrage existant ( $\pm 10$  cm) et de celle de la technique utilisée. Si certains ouvrages (celui qui est posé ou l'existant) nécessite une distance de pose plus importante que la distance minimale indiquée au chapitre 1.4 des fiches, il faudra tenir compte des recommandations spécifiques des exploitants de ces ouvrages.

3- Comme pour les techniques à ciel ouvert, une connaissance géotechnique minimum peut être recommandée, cela sera signalé sur les fiches correspondantes.

4- Ce guide technique décrit les règles de l'art pour assurer la sécurité des réseaux enterrés et protéger les personnels et les riverains des risques dus aux dommages éventuels causés à ces ouvrages. La sécurité du chantier et des personnels durant l'installation, le déroulement et le repli du chantier ainsi que toutes les opérations annexes ne font pas partie du présent guide.

## 0- DEFINITIONS et REFERENCES

1 - Techniques dirigées : techniques dont la trajectoire peut être modifiée volontairement à tout moment du forage, permettant ainsi de maîtriser la proximité de réseaux souterrains préalablement localisés et leurs croisements.

2 - Techniques guidées : techniques non dirigées dont la maîtrise de la trajectoire dépend de paramètres fixés tel que l'alignement dans le puits de travail ou l'utilisation d'une canalisation existante.

3 - Techniques localisables : techniques dont le positionnement dans les trois axes de la tête de l'outil peut être connue et enregistrée sur l'ensemble de la trajectoire.

4 - Techniques détectables : techniques dont l'outil est pourvu d'un dispositif permettant d'obtenir des informations sur sa position.

### **Références :**

**Pour le forage dirigé et le microtunnelage** : Forages dirigés. Microtunneliers, Recommandations. Projet National Microtunnels. FSTT, IREX, ministère chargé de l'Équipement, Paris : Hermès, Lavoisier, (sept. 2003).

**Pour l'assainissement** : Norme NF EN 12 889 mise en oeuvre sans tranchée et essai des branchements et collecteurs d'assainissement (mai 2000).

Pour les travaux à proximité des canalisations de gaz : Arrêté du 22 décembre 2008 modifiant l'arrêté du 13 juillet 2000 modifié portant règlement de sécurité de la distribution de gaz combustible par canalisations.

A consulter pour préciser les recommandations génériques des fiches du guide et pour tenir compte des aspects spécifiques du chantier.

# 1 - FORAGE DIRIGE

## 1.1- Description

Technique dirigée et localisable.

Le forage horizontal est une technique de génie civil permettant de poser des canalisations et des câbles sans ouvrir de tranchée en passant éventuellement sous des obstacles (chaussées, bâtiments, cours d'eau...) sans intervenir directement sur ces obstacles.

Pose de canalisations en 3 phases :

- Durant le forage pilote les tiges de faible diamètre (40-60 mm) sont poussées par la machine (foreuse). La tête de forage biseautée permet de diriger le forage. La sonde dont elle est équipée fournit en permanence sa localisation et son orientation. Selon la nature du terrain, le sol sera en partie comprimé en partie extrait. L'injection d'un fluide de forage permet de déliter le sol, de l'évacuer, de lubrifier et refroidir le train de tiges et de consolider les parois du forage en formant un *cake* avec le terrain.
- Des alésages successifs en tirant le train de tiges en retour permettent d'obtenir un conduit au diamètre voulu ( $\approx 1,5$  fois le diamètre de la canalisation à poser). Le fluide de forage évacue le matériau extrait.
- La canalisation préparée à l'avance et lubrifiée par le fluide de forage est ensuite tirée et mise en place.

## 1.2- Risques potentiels

Le forage dirigé est localisable avec une précision de quelques cm (2 à 5% de la profondeur) sauf en cas de fortes perturbations électromagnétiques. Il est dirigeable lorsque les présentes règles de l'art sont appliquées. En conséquence, les risques résultent :

- du manque de précision de la localisation des ouvrages enterrés,
- des contraintes provoquées par la réaction du sol (risque limité car une grande partie des déblais est évacuée par le fluide de forage) lors du passage du forage,
- de l'infiltration du fluide de forage sous pression dans des discontinuités du sol,
- de la création de fontis, si le débit d'extraction est trop important par rapport à la vitesse d'avancement,
- d'une modification de la trajectoire par augmentation des rayons de courbure lors d'un alésage trop rapide, ou tout simplement par cisaillement du terrain (sol mou).

## 1.3-Recommandations

- disposer d'un plan de forage avec une coupe longitudinale indiquant la position des obstacles et ouvrages existants et une vue en plan,
- utiliser de préférence les machines mini ou midi pour des forages à faible profondeur, pour des canalisations  $\leq 200$ mm. Pour des forages plus importants en longueur et surtout en diamètre pour lesquels une machine maxi serait jugée nécessaire, il faut envisager de passer plus profond en s'affranchissant des réseaux existants,

- déterminer à l'avance les rayons de courbures tenant compte de la nature du terrain et de la canalisation à poser (longueur, diamètre, matériau, contraintes acceptables),
- choisir l'outil de forage et l'aléreur en fonction de la nature du terrain,
- adapter le fluide de forage en fonction de la nature du terrain,
- adapter la vitesse d'alésage dans les courbes et en fonction du débit de fluide,
- surveiller en permanence la trajectoire lors du forage pilote,
- surveiller en permanence la pression, le débit et le retour du fluide de forage,
- vérifier que la réception du signal de la sonde n'est pas perturbée (brouillage électromagnétique près de lignes HT, de voies SNCF, ...).
- étalonner la sonde et le récepteur sur le chantier en configuration de travail
- faire vérifier annuellement le matériel de mesure (sondes et récepteur) par un organisme agréé par le fabricant ou selon une procédure interne validée par celui-ci.

#### 1.4- distance entre la trajectoire prévue et l'ouvrage existant (entre génératrices)

Il s'agit de la distance entre la génératrice du dernier alésage et celle de l'ouvrage existant (pris sur l'axe les reliant). En cas de courbe, il faut tenir compte du risque de rectification de cette courbe lors des alésages.

Croisement de l'ouvrage existant		Tir parallèle à l'ouvrage existant	
Aléreur < 300 mm	Aléreur > 300 mm	Aléreur < 300 mm	Aléreur > 300 mm
<b>30 cm</b>	<b>Diamètre de l'aléreur</b>	<b>30cm</b>	<b>Diamètre de l'aléreur</b>

En cas de croisement ponctuel, ces distances peuvent être réduites sous réserve de dégager l'ouvrage existant.

## 2- FUSEES

### 2.1- Description

Technique qui peut être localisable.

L'outil est constitué d'un cylindre à l'intérieur duquel un marteau pneumatique se déplace et frappe une tête-enclume tronconique.

Cette fusée réalise un tunnel par refoulement et compression du sol, dans lequel sera ensuite posé une canalisation ou un fourreau.

Des diamètres de 45 à 300 mm sont possibles en plusieurs passes dans des terrains très variés mais qui doivent être compressibles. Selon les conditions géologiques, les distances pratiquées varient de 5 à 25 m.

La précision du tir dépend de la position et du calage lors du départ, ainsi que des caractéristiques du sol.

Les fusées peuvent être équipées d'une sonde qui permet de les localiser (sauf en cas de fortes perturbations électromagnétiques). Mais non-dirigeables, il est impossible de rectifier leur trajectoire (sauf en réalisant des fouilles intermédiaires préalables pour corriger la trajectoire le cas échéant).

### 2.2- Risques potentiels

Le mode de fonctionnement des fusées nécessite un sol avec des caractéristiques de frottement suffisantes, compressible et fissible, sans être mou ou sableux pour éviter toute déviation. Très sensibles à la consistance du sol, les fusées privilégient le passage dans les couches les plus meubles et peuvent être déviées par des obstacles ou des interfaces de couches de sol de compressibilité différentes (parois d'anciennes tranchées).

Les risques résultent donc :

- des déviations de la trajectoire, qui peuvent être plus ou moins importantes,
- des contraintes sur le terrain et les ouvrages à proximité, qui peuvent être fortes
- des vibrations dues à la percussion.

### 2.3-Recommandations

- proscrire les fusées de gros diamètres (>120mm) sans dispositif (sonde) de localisation,
- pour les fusées non localisables, ouvrir une fouille pour dégager les ouvrages croisés à partir d'une distance supérieure à 2 fois la longueur de la fusée. Ne pas en utiliser dans les terrains trop hétérogènes,
- pour les fusées localisables, privilégier celles avec sonde en tête,
- quand cela est possible, lancer la fusée du côté le plus proche de la canalisation à croiser. Quand il y en a plusieurs, choisir le côté le plus proche de celle qui présente le plus de risques,
- utiliser cette technique à une profondeur  $\geq 10$  fois le diamètre de la fusée,
- positionner avec soin la fusée en utilisant un affût de départ, installé sur un plancher ou un radier stable au préalable nivelé et compacté.
- régler l'orientation avec un niveau et un système de visée

- **surveiller en permanence la fusée et sa trajectoire:**
  - avec un récepteur, si elle dispose d'une sonde de localisation,
  - sinon, selon le bruit et la vitesse d'avancement.
- vérifier que la réception du signal de la sonde n'est pas perturbée (brouillage électromagnétique près de lignes HT, de voies SNCF, ...).
- étalonner la sonde et le récepteur sur le chantier en configuration de travail, et vérifier son bon fonctionnement.
- faire vérifier annuellement le matériel de mesure (sondes et récepteur) par un organisme agréé par le fabricant ou selon une procédure interne validée par celui-ci.

#### **2.4- distance entre la trajectoire prévue et l'ouvrage existant (entre génératrices)**

- fusées localisables :  
**20 cm + 2 fois le diamètre de la fusée**
- fusées non-localisables :  
**20 cm avec visualisation des ouvrages croisés dans des fouilles ouvertes (condition impérative)**  
**80 cm pour les réseaux gaz** (respect de l'arrêté du 22 décembre 2008)  
Ces distances restent valables en cas de tracé parallèle.

## **3- BATTAGE de TUBES OUVERTS**

### **3.1- Description**

Technique guidée.

Cette technique nommée également « pousse tube » utilise l'excavation du sol.

Le train de tubes est battu à l'aide d'un « marteau » pneumatique. Le tuyau de tête muni d'une frette de renfort ou d'une trousse coupante permet le carottage du terrain en place. Les tubes en général de 3, 6 ou 12 m en acier, doivent être soudés à mesure de l'avancement.

Ces traversées de 20 à 50 m en moyenne permettent de poser des conduites ou des gaines en acier.

Le « décrochage », terme désignant la fonction d'enlèvement des déblais qui remplissent le tube, est assuré par curage à l'eau sous pression ou à l'air comprimé ou par une tarière.

### **3.2- Risques potentiels**

Cette technique ne permet pas la localisation de la tête (sinon par des appareils de type radar géophysique sous certaines conditions de terrain). Fixer une sonde sur le tube en tête est envisageable mais sans garantie de fiabilité.

La déviation du tube est limitée par sa faible flexibilité, mais elle est sensible à la consistance du sol. Comme les fusées, le tube a tendance à descendre dans les terrains trop meubles et à remonter avec une trop faible couverture.

Les risques résultent donc :

- des déviations de la trajectoire selon les caractéristiques du terrain et en l'absence d'un radier stable, éventuellement suite à un mauvais alignement des tubes lors du soudage,
- des contraintes sur le terrain et les ouvrages à proximité, qui sont en général faibles
- des fortes vibrations dues à la percussion,
- du déplacement de blocs dans des terrains hétérogènes (remblais ou meulière).

### **3.3-Recommandations**

- avoir une bonne connaissance des caractéristiques géotechniques du terrain.
- éviter les terrains avec argiles gonflantes ou en présence de blocs importants.
- utiliser à une profondeur minimum de 1 m.
- positionner avec soin le tube au départ sur un radier au préalable nivelé et compacté en utilisant un niveau et un système de visée,
- si une précision importante est nécessaire :
  - installer la machine sur un radier nivelé en béton maigre, avec un bâti rigide de lancement
  - soigner particulièrement l'alignement des tubes lors du soudage,
- Augmenter le diamètre et l'épaisseur du tube avec la longueur du tir,
- éviter la proximité d'ouvrages sensibles aux vibrations (fontes, grès, ...),

- surveiller en permanence le tube.

### 3.4- distance entre la trajectoire prévue et l'ouvrage existant (entre génératrices)

<b>Diamètre du tube</b>	<b>Distance entre ouvrage et trajectoire prévue</b>
< 200 mm	<b>30 cm + 5% de la longueur</b>
Entre 200mm et 400mm	<b>30 cm + 2% de la longueur</b>
> 400 mm	<b>30 cm + 1% de la longueur</b>

Ces distances restent valables en cas de tracé parallèle.

## 4- FORAGE A LA TARIERE

### 4.1- Description

Technique guidée avec possibilité de localisation.

Cette technique consiste en une excavation du sol par une tarière avec fonçage de tube par poussée d'un vérin hydraulique avec excavation du sol. A l'intérieur du tube, une vis sans fin munie d'une tête de forage excave et évacue les produits de marinage.

Ces matériels permettent la réalisation de traversées de 5 m à 80 m avec des conduites en acier.

Ils permettent également la réalisation des branchements particuliers de petits diamètres.

Certains de ces matériels sont aujourd'hui équipés d'un dispositif de correction de trajectoire mais seulement dans un seul plan, en règle générale, le plan vertical pour maintenir la pente.

### 4.2- Risques potentiels

Les risques résultent donc :

- de la création de fontis par excavation excessive dans des terrains boullants.
- des déviations de la trajectoire selon les caractéristiques du terrain et en l'absence d'un radier stable
- des contraintes sur le terrain et les ouvrages à proximité, qui sont en général faibles

### 4.3-Recommandations

- utiliser à une profondeur minimum de 1,2 m,
- positionner avec soin le tube au départ sur un radier au préalable nivelé et compacté en utilisant un niveau et un système de visée,
- vérifier la capacité de réaction du terrain pour l'appui du vérin,
- si une précision importante est nécessaire, installer la machine sur un radier nivelé en béton maigre
- éviter l'utilisation dans des terrains boullants et surveiller le débit de déblais
- surveiller en permanence le tube.

### 4.4- distance entre la trajectoire prévue et l'ouvrage existant (entre génératrices)

Diamètre du tube	Distance entre ouvrage et trajectoire prévue
< 300 mm	30 cm + 5% de la longueur
Entre 300mm et 500mm	30 cm + 2% de la longueur
> 500 mm	30 cm + 1% de la longueur

Ces distances restent valables en cas de tracé parallèle.

## **5- FONÇAGE DE BARRES PILOTES (variante complémentaire du forage à la tarière)**

### **5.1- Description**

Technique dirigée.

Cette technique consiste à foncer une barre pilote guidée par un dispositif optique ou laser dont la précision est millimétrique. C'est en général la première phase d'un forage à la tarière lorsqu'il faut respecter une trajectoire rectiligne précise.

La tarière est ensuite raccordée aux tiges mises en place, qui servent alors de guide.

Cette variante du forage à la tarière permet donc un bon contrôle de la trajectoire.

### **5.2- Risques potentiels**

Les risques résultent :

- des contraintes sur le terrain et les ouvrages à proximité, qui sont limitées
- de la création de fontis par excavation excessive dans les terrains boullants.

### **5.3-Recommandations**

- utiliser à une profondeur permettant d'obtenir 1,20 m de charge au-dessus de l'outil qui sera guidé,
- éviter l'utilisation dans des terrains boullants, et surveiller le débit de déblais
- surveiller en permanence les barres.

### **5.4- distance entre la trajectoire prévue et l'ouvrage existant (entre génératrices)**

**30cm + la demi-différence de diamètre entre la tarière et la barre pilote**

Ces distances restent valables en cas de tracé parallèle.

## 6- MICROTUNNELAGE

### 6.1- Description

Technique dirigée et localisable.

Le microtunnelier est un robot, opérant à partir d'un puit vertical, et piloté, grâce à une tête orientable, en 3 dimensions depuis la surface, combinant :

- un creusement à front fermé complété par un confinement du front de taille et un concassage des matériaux,
- la construction à l'avancement de l'ouvrage par fonçage
- le transport et l'évacuation vers la surface des matériaux excavés.

Cette technique permet la réalisation de tronçons de quelques dizaines de mètres (pour des diamètres variant de 500 à 1000 mm) jusqu'à plusieurs centaines de mètres (pour des diamètres de 1200 à 2500 mm). Elle met en œuvre des matériaux variés tels le PRV, le grès, le béton (armé, âme-tôle, de résine), éventuellement l'acier.

L'outil permet la traversée de terrains meubles et/ou rocheux de géologies très variées, et s'affranchit de la présence de nappes souterraines. Afin de limiter les risques, la reconnaissance des sols est indispensable..

### 6.2- Risques potentiels

Le microtunnelier est localisable avec une incertitude inférieure à 5 cm, il est dirigeable en permanence. En conséquence, les risques résultent :

- des contraintes provoquées par la pression exercée en tête lors du creusement du sol (risque très limité car l'ensemble des déblais est évacué au fur et à mesure du creusement).
- de l'infiltration du fluide de forage sous pression dans des discontinuités du sol,
- de la création de fontis, si le volume extrait est supérieur au volume théorique de creusement

Ils restent cependant faibles et limités à la partie avant du creusement.

### 6.3-Recommandations

- réaliser une analyse géotechnique et géophysique du terrain et connaître le niveau de la nappe phréatique par rapport au projet.
- vérifier la résistance du sol à la poussée et le frottement sol/ouvrage pour le choix de la station de poussée,
- adapter la technique de 'marinage' (évacuation des déblais) en fonction des terrains traversés,
- surveiller le débit de déblais en fonction de la vitesse d'avancement de la machine,
- contrôler régulièrement le guidage de la machine,

### 6.4- distance entre la trajectoire prévue et l'ouvrage existant (entre génératrices)

**30 cm.**

Cette distance reste valable en cas de tracé parallèle.

## **7- BATTAGE de TUBES FERMES**

**Cette technique aujourd'hui très peu utilisée, présente beaucoup de risques pour peu d'avantages, aussi son utilisation près d'ouvrage existant est à proscrire en site urbain.**

## **8- ECLATEMENT**

### **8.1 Description**

#### Technique guidée

L'éclatement permet la mise en place d'une conduite nouvelle après refoulement latéral de la conduite ancienne et du sol.

Les différents procédés utilisent soit des fusées classiques soit des cônes d'éclatement de diamètres qui peuvent être un peu plus important que la conduite défectueuse à remplacer ou bien des matériels plus complexes munis de dispositifs hydrauliques d'expansion latérale.

Les éclateurs sont soit tractés (par câble ou barre rigide), soit poussés ou soit tractés et poussés en même temps. Ils « tirent » la nouvelle conduite, mise en place à l'emplacement de l'ancienne.

Cette technique permet de remplacer des conduites de différentes natures, dans des diamètres compris entre 50mm et 900mm. Pour l'acier, la fonte ductile, et certains matériaux organiques, des outils de découpe appropriés sont utilisés.

Cette technique peut également utiliser des matériels de forage dirigé pour tracter ou tirer les éclateurs et le tube à poser.

### **8.2- Risques potentiels**

Les risques, fonction de la profondeur de l'éclatement, des caractéristiques géotechniques du sol, du diamètre et du matériau éclaté résultent :

- des contraintes sur le terrain et les ouvrages à proximité (qui peuvent être très fortes, car pour éclater l'ancienne conduite, sont mises en jeu des forces importantes) pouvant conduire à des soulèvements et/ou fissuration du sous-sol, mouvement et/ou fissurations en surface, endommagement des réseaux adjacents,
- des vibrations pour les machines à percussion.

### **8.3-Recommandations**

- contrôler l'avancement de l'outil pour connaître à tout moment sa position.
- ralentir la vitesse d'avancement lors du croisement de canalisations.

### **8.4- distance entre l'ouvrage à remplacer et les autres ouvrages existants (entre génératrices)**

**20 cm augmenté de 3 fois l'écart de diamètre** entre l'ancienne conduite et l'alésage.

## 9- DECOUPE DE BRANCHEMENTS EN PLOMB

### 9.1- Description

#### Technique guidée

La découpe de tuyaux de plomb consiste après introduction d'un câble dans la conduite de faible diamètre (le plus souvent en plomb de 20/7 à 35/12 mm) à tirer un outil qui découpe la conduite en plomb avant son élargissement. Elle est suivie par l'introduction d'une canalisation de remplacement dans un matériau conforme à la législation et qui peut être d'un diamètre supérieur.

### 9.2- Risques potentiels

Les risques résultent :

- de la modification possible de la trajectoire : la coupe du plomb et la forte traction peuvent conduire l'outil à suivre une trajectoire rectiligne différente de celle du branchement, en particulier lorsque celui-ci contourne d'autres ouvrages,
- de la création d'une boule de plomb en cas de non-découpe,
- de la coupe franche et/ou de la blessure d'un autre ouvrage s'il entre au contact de l'outil ou du plomb découpé,
- des contraintes sur le terrain et les ouvrages à proximité (soulèvement, écrasement ...) quand il y a augmentation du diamètre par création d'une boule.

### 9.3-Recommandations

- connaître précisément la trajectoire du branchement ainsi que les techniques et les pièces utilisées lors de réparation qu'il a subies le cas échéant (soudures, brides de réparation, raccords mécaniques, ...) et prévoir un examen endoscopique si besoin,
- ouvrir des fouilles à l'emplacement de ces réparations,
- **exclure cette technique lorsque le tracé n'est pas rectiligne pour cause de contournement d'un autre ouvrage, ou ouvrir une fouille pour dégager cet ouvrage,**
- ne pas découper avec une force supérieure à 12 kN,
- découper et élargir en 2 phases (*une force supérieure peut-être utilisée pour l'élargissement*).

### 9.4- distance entre l'ouvrage à remplacer et les autres ouvrages existants (entre génératrices)

**20 cm** +  $\frac{3}{4}$  du diamètre extérieur du tube découpé

## 10- DECOUPE DES BRANCHEMENTS EN PVC, PE, ACIER, CUIVRE...

### 10.1- Description

#### Technique guidée

La découpe de canalisations (hors le plomb) consiste, après introduction d'un câble dans la conduite de faible diamètre, à tirer un outil qui découpe l'ancienne conduite, avant élargissement éventuel. Elle est suivie par l'introduction d'une canalisation de remplacement dans un matériau conforme à la législation, et qui peut être d'un diamètre supérieur.

### 10.2- Risques potentiels

Les risques résultent :

- de la modification possible de la trajectoire : la découpe de l'ancienne canalisation et la forte traction peut conduire l'outil à suivre une trajectoire rectiligne différente de celle du branchement, lorsque celui-ci contourne d'autres ouvrages,
- de la coupe franche et/ou de la blessure d'un autre ouvrage s'il vient au contact de l'outil ou du tube découpé,
- des contraintes sur le terrain et les ouvrages à proximité (soulèvement, écrasement ...) quand il y a augmentation du diamètre.

### 10.3-Recommandations

- Connaître précisément la trajectoire du branchement ainsi que les pièces et techniques de réparation qu'il a subies le cas échéant (soudures, brides de réparation, raccords mécaniques, ...), prévoir une endoscopie si besoin,
- ouvrir des fouilles à l'emplacement de ces réparations,
- **exclure cette technique lorsque le tracé n'est pas rectiligne pour cause de contournement d'un autre ouvrage, ou ouvrir une fouille pour dégager cet ouvrage,**

### 10.4- distance entre l'ouvrage à remplacer et les autres ouvrages existants (entre génératrices)

- **20 cm +  $\frac{3}{4}$  du diamètre extérieur du tube découpé**

# 11- EXTRACTION PAR TRACTION

## 11.1- Description

### Technique guidée

L'extraction par traction consiste à introduire des câbles dans la conduite jusqu'à une tête de tirage sur laquelle est arrimée la nouvelle conduite. L'extraction de l'ancienne conduite et la pose de la nouvelle sont ainsi réalisées simultanément.

Pour l'extraction des conduites en fonte (de diamètre  $\leq 200$  mm), la tête de tirage sert en même temps d'outil de rétro-poussage des différents tronçons à extraire, qui sont délimités par des fouilles intermédiaires, où un outil « fer de lance » associé aux câbles permet l'éclatement de la fonte pour son évacuation hors de fouille. Un outillage complémentaire, généralement de découpe au plasma, est nécessaire pour détruire le cas échéant les pièces en acier ou en fonte ductile,.

Pour l'extraction des branchements en plomb, une variante avantageuse consiste à « accrocher » la conduite par l'intérieur, à l'aide de « dents » ou cônes excentriques positionnés sur le câble. Lors du tirage de la conduite, le câble est tendu et les dents entrent dans l'épaisseur du plomb et répartissent ainsi les efforts de traction, ce qui facilite l'extraction de l'ancienne conduite et permet de réduire sensiblement les risques de modification de la trajectoire.

Cet accrochage de la conduite à extraire peut aussi être assuré par adhérence d'une « chaussette » gonflable en kevlar.

## 11.2- Risques potentiels

Les risques résultent :

- des contraintes sur le terrain et les ouvrages à proximité, qui sont limitées
- de la modification de la trajectoire de la conduite par la tension du câble mais ce risque est plus faible que dans la technique par découpe.

## 11.3-Recommandations

- connaître précisément la trajectoire du branchement
- en cas de non recours à l'accrochage par l'intérieur, ouvrir des fouilles aux emplacements des réparations antérieures, prévoir une endoscopie si besoin,
- **exclure cette technique lorsque le tracé n'est pas rectiligne pour cause de contournement d'un autre ouvrage** ou ouvrir une fouille pour dégager cet ouvrage.

## 11.4- distance entre l'ouvrage à remplacer et les autres ouvrages existants (entre génératrices)

**20 cm**

## 12- MANGE-TUBE PAR BATTAGE

### 12.1- Description

#### Technique guidée

Cette technique consiste à extraire une ancienne conduite après avoir foncé un tube métallique autour de la conduite à remplacer.

Elle est similaire au battage de tubes ouverts pour la pose de tubes métalliques.

Le guidage est assuré par un câble et des treuils aux points de départ et d'arrivée.

La conduite ancienne est détruite au passage du tube et extraite avec le terrain encaissant par curage.

Cette technique d'extraction, peu employée, permet aussi le remplacement de petites conduites en plomb sur des courtes distances.

### 12.2- Risques potentiels

Les risques résultent :

- des contraintes sur le terrain et les ouvrages à proximité, qui sont limitées
- des fortes vibrations dues à la percussion.

### 12.3-Recommandations

- connaître précisément la trajectoire et l'emplacement des autres ouvrages,
- éviter la proximité d'ouvrages sensibles aux vibrations (fontes)
- **exclure cette technique lorsque le tracé n'est pas rectiligne pour cause de contournement d'un autre ouvrage** ou ouvrir une fouille pour dégager cet ouvrage.
- Eviter les terrains contenant des argiles gonflantes.

### 12.4- distance entre le tubage et les ouvrages existants (entre génératrices)

**30 cm**