



Marchés de Microtunnelage

DOSSIER PILOTE



FSTT
*Comité Français
pour les Travaux
Sans Tranchée*

72 avenue Pasteur
93100 MONTREUIL
Tél. 48 70 92 32
Fax 48 70 99 79

L'OBJET DE L'ASSOCIATION

L'association FSTT de caractère scientifique et technique a pour objet la promotion, la connaissance, la formation et la pratique des méthodes sans tranchée pour les travaux relatifs aux canalisations des réseaux enterrés de toute nature.

Ces méthodes sans tranchée s'entendent en souterrain, sans creusement de tranchée pour l'entretien, la rénovation et le remplacement des ouvrages existants et la construction d'ouvrages neufs de réseaux publics, privés ou concessionnaires. Ce domaine d'activité couvre toutes les techniques de repérage ou de cartographie de ces réseaux.

Le champ d'application s'étend au domaine non visible soit tout ouvrage enterré de dimension inférieure ou égale à 1200 mm ou équivalent s'il s'agit d'un ouvrage non circulaire.

LES STATUTS DE LA FSTT

Créé le 4 Juillet 1990, le Comité Français pour les travaux sans tranchée - FSTT dans sa dénomination française et French Society for Trenchless Technology pour ses rapports internationaux est une association régie par la loi 1901 à but non lucratif. Il se compose de membres fondateurs, de membres actifs et de membres honoraires. Cette association est administrée par un conseil élu par assemblée générale ; ce même conseil d'administration élit un bureau exécutif.

LES OBJECTIFS DE L'ASSOCIATION

Les diverses actions doivent se développer selon plusieurs axes :

- La promotion des techniques sans tranchée (faire connaître ces techniques par de l'assistance, expertise en encouragement et même enseignement).
- La réglementation - normalisation (élaboration de normes, de cahiers techniques contractuels, réglementations diverses).
- La recherche (matériel, guidage, reconnaissance, matériaux, outils d'aide au diagnostic...).
- L'information, Communication (revues, brochures, livres, conférences, colloques, centre de documentation).
- Vie associative (Missions, Voyages d'études, séminaires, remises de prix).



Marchés de Microtunnelage

DOSSIER PILOTE

SOMMAIRE

1 - PRESENTATION	3
2 - PRESCRIPTIONS TYPES	6
Règlement de la Consultation	8
Cahier des Clauses Administratives Particulières	16
Cahier des Clauses Techniques Particulières	19
Bordereau des Prix	28
Détail Estimatif	46
3 - REFLEXIONS SUR LE COUT SOCIAL DES TRAVAUX	51
Introduction	52
La notion de coût social	52
Les nuisances des chantiers traditionnels et leur réduction par les techniques sans tranchée	53
La perception du coût social par le public	55
L'approche du coût social des travaux de voirie	56
Propositions pour le calcul du coût social des travaux de voirie	57
Propositions pour réduire le coût social des travaux de voirie	61
Conclusion	62
4 - ANNEXE	64
Le risque du sol et le règlement des travaux applicables aux marchés publics	

Marchés de Microtunnelage

DOSSIER PILOTE

1 - PRESENTATION

1 - PRESENTATION

1.1 Préambule

Dans le cadre du développement des travaux sans tranchée, la FSTT a lancé un programme de recherche visant à promouvoir la technique innovante du microtunnelage.

Ce programme définissait un certain nombre de thèmes, notamment ceux concernant **les aspects contractuels des marchés** ainsi que **l'économie des travaux**.

L'étude du premier thème, concernant la rédaction des marchés de travaux et la structure des prix unitaires, a permis la mise au point de prescriptions types à l'intention des maîtres d'ouvrage et maîtres d'oeuvre, objet de la seconde partie du présent dossier.

Le second thème, qui aborde spécialement la prise en compte du coût social des travaux sur des réseaux urbains enterrés, est traité dans la troisième partie ci-après.

1.2 Les aspects contractuels des marchés

Il est apparu rapidement que la réussite des chantiers de microtunnelage repose sur une connaissance, aussi précise que possible, de la *qualité et de l'encombrement des sols* dans lesquels se déroulent les travaux.

L'atelier n° 6 s'est attaché à définir les recommandations qu'il semble utile de faire figurer dans les pièces administratives et techniques des dossiers de consultation des entreprises.

Concernant les études de sol proprement dites, l'atelier s'est référé au document final rédigé par les ateliers n°2 et 3 : "objectifs et moyens des études de sol pour les projets de microtunnels".

Ces études géologiques, alliées à une recherche très approfondie, quantitativement et qualitativement, de l'occupation du sous-sol par les réseaux divers et leur environnement, permet aux maîtres d'oeuvre de définir dans le dossier de consultation le contexte dans lequel vont évoluer les machines. Les entrepreneurs auront, quant à eux, à proposer dans leur offre un matériel de microtunnelage adapté à ces conditions.

Cette démarche engage contractuellement maître d'ouvrage, maître d'oeuvre et entrepreneur pour des travaux à réaliser dans une situation bien définie et détermine les conséquences qu'entraîneraient des différences de nature ou d'encombrement du sous-sol.

Le bordereau des prix et le détail estimatif, construits sur ce principe, suivent les phases élémentaires et les enchaînements effectués sur la plupart des chantiers de microtunnelage.

Il est bien précisé que ces documents ne peuvent servir que de guide aux maîtres d'oeuvre qui devront les adapter à chaque cas particulier.

1.3 L'économie des travaux

Parmi les répercussions économiques découlant des travaux sans tranchée, le coût social des travaux sur des réseaux urbains enterrés a retenu l'attention du groupe de travail.

Après avoir défini le concept de coût social, il recense, dans un premier temps, les nuisances de toutes sortes engendrées par les travaux à ciel ouvert ainsi que les pertes financières, les inconvénients physiques, les atteintes psychiques que supportent les populations aux abords de ces chantiers.

Dans une seconde étape, il propose un calcul du coût social des travaux qu'il paraît nécessaire de prendre en compte dans l'évaluation du coût global d'une opération de pose ou de réhabilitation de réseaux souterrains, spécialement en milieu urbain.

Les deux thèmes regroupés ont été traités par l'atelier n°6 animé par M Gilbert LE NY, Directeur Général de l'Entreprise VALENTIN.

Ont participé aux travaux de cet atelier :

Sylvie HENRY	EDF GDF Services
Marco BEROS	CGE-Anjou Recherche
Jean-Pierre BABANDO	SADE
Georges DELHOUME	C.P.C.U.
Gabriel FEASON	Communauté Urbaine de LYON
Jean GUENARD	QUILLERY
Gilbert LE NY	VALENTIN
Pierre LANDETE	SECTEUR
Albert MARCHAND	Ingénieur Conseil
Gabriel PINCEBOURDE	EDF-CERT
André MODOT	DSEA 94

Marchés de Microtunnelage

DOSSIER PILOTE

2 - PRESCRIPTIONS TYPES

AVERTISSEMENT

Ces documents ont été rédigés en prenant comme bases les textes généraux du Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme.

Seuls les articles ayant une spécificité du point de vue du microtunnelage ont été adaptés et comportent une nouvelle rédaction, à intégrer le cas échéant dans les pièces particulières des marchés concernés.

MARCHES DE MICROTUNNELAGE

DOSSIER PILOTE

REGLEMENT DE LA CONSULTATION

REGLEMENT DE LA CONSULTATION

TEXTE

ARTICLE 2 - CONDITIONS DE L'APPEL D'OFFRES

2.3 bis - complément à apporter au CCAP

Les candidats devront compléter :

-
-
-

Les concurrents sont censés avoir pris connaissance des résultats des sondages géologiques et du rapport de synthèse annexés au dossier.

Ils sont tenus de fournir à l'appui de leur proposition les renseignements suivants, qui seront pris en considération pour le jugement des offres ; ils rempliront :

Obligatoirement l'Annexe "A" (jointe au présent RC)

A cet effet, ils donneront dans cette pièce les précisions utiles concernant les points suivants :

a - les qualifications du personnel affecté au chantier, en particulier celles du technicien qui sera responsable du pupitre de commande du microtunnelier et chargé de l'appréciation des divers paramètres de fonctionnement du système, du contrôle de la machine de foration et de ses annexes;

b - les cadences d'avancement du microtunnelage, qu'il estime pouvoir tenir, en fonction des études de laboratoire jointes au dossier et du matériel qu'il a choisi;

COMMENTAIRES

Il sera précisé dans le RC les conditions spécifiques dans lesquelles les candidats devront répondre et, en particulier, l'ensemble des renseignements qu'ils auront à fournir et qui serviront de base à la définition contractuelle des rémunérations.

Il est rappelé que ces cadences constituent une donnée importante en rapport avec les conditions géologiques escomptées telles qu'elles sont définies par le maître d'oeuvre et prises en compte dans le prix de base, comme il est précisé dans l'article I.3 du CCTP

TEXTE

c - la puissance des vérins de poussée que l'entrepreneur pense utiliser pendant le fonçage;

d - un planning prévisionnel du déroulement du chantier compris dans le délai d'exécution précisé dans l'acte d'engagement;

e - le schéma des installations de chantier faisant ressortir :

- l'installation générale du chantier
- l'encombrement de la voie publique au droit de chaque puits pendant les travaux.

A titre de renseignements, l'Annexe "B"
(jointe au présent RC)

Ils indiqueront :

a - les renseignements généraux concernant l'entreprises et ses qualifications et références dans le domaine du microtunnelage ;

b - une série de précisions sur les caractéristiques et les performances du matériel de microtunnelage que l'entreprise se propose d'utiliser pour la réalisation des travaux en cause;

c - les moyens et matériels de contrôle qui serviront à assurer le suivi et la vérification du travail exécuté.

COMMENTAIRES

L'enregistrement en continu de ce paramètre permettra d'apprécier les éventuelles modifications de la cadence d'avancement qui seront prises en compte dans les règlements.

Ce planning identifiera séparément les délais partiels de réalisation des diverses phases suivantes :

- exécution des puits de descente,
- travaux de microtunnelages,
- réalisation des travaux de finition.

MAITRE D'OUVRAGE

MAITRE D'OEUVRE

Titre de l'opération :

ANNEXE "A"

à la soumission du.....
présentée par l'entreprise.....

A - Renseignements d'ordre général

A.1 - Références de l'entreprise en chantier de microtunnelage :

1.1 - Nombre de chantiers réalisés

1.2 - Importance de ces travaux spécifiques (longueur, montant des travaux, etc.)
.....

1.3 - Difficultés rencontrées en matière de réalisation :

A.2 - Références du conducteur de machine :

2.1 - Qualification :

2.2 - Niveau d'expérience en matière de microtunnelage :

Nombre de chantier pilotés et contrôlés :

Liste des maître d'oeuvre concernés :

B - Renseignements relatifs au projet

B.1 - Puissance maximale et minimale du groupe de poussée prévu dans l'installation du microtunnelage de l'entreprise pour les travaux en cause :

de T à T

B.2 - Estimation des cadences journalières d'avancement envisagées, compte tenu des caractéristiques et des qualités de terrains défini dans le dossier de consultation .

cadence minimum : mètres par jour

cadence maximum : mètres par jour

B.3 - Planning prévisionnel d'exécution

Délai global d'exécution évalué dans les conditions géologiques précisées au dossier de consultation : jours ouvrables, dont :

a- jours pour la réalisation des puits

b- jours pour la réalisation des travaux de microtunnelage

c- jours pour la réalisation des travaux d'équipements divers et de finition

B.4 - Schéma d'aménagement des installations de chantier

- locaux du personnel
- installations techniques de commande et de contrôle des travaux
- installations annexes

B.5 - Plans et coupes des différents puits de service en fonction du matériel mis en oeuvre

- encombrement au sol
- installations accessoires et zones de stockage etc...

MAITRE D'OUVRAGE

MAITRE D'OEUVRE

Titre de l'opération :

ANNEXE "B"

à la soumission du.....
présentée par l'entreprise.....
.....

A - Renseignements concernant l'entreprise

A.1 - S'agit-il de votre premier chantier de microtunnelage ?

A.2 - Combien avez vous réalisé d'ouvrages par cette méthode ?

A.3 - Quel genre de matériel avez vous utilisé sur d'autres chantiers, s'il diffère de celui que vous avez spécifié dans l'annexe "A" ?

A.4 - Disposez vous d'un personnel spécialisé ayant l'expérience des chantiers de microtunnelage ?

B - Renseignements sur le matériel de microtunnelage

B.1 - Le matériel prévu pour ce chantier vous appartient t-il en propre ?

Si oui, date d'acquisition :

Si non, préciser le sous-traitant :

B.2 - Marque

B.3 - Modèle - Type

B.4 - La machine est elle rétractable ?

Quelle que soit la longueur ?

Si non jusqu'à quelle longueur ?

B.5 - Quel est le diamètre extérieur (en mm) ?

B.6 - Quelle est la longueur totale du corps de machine ?

B.7 - Quel type de stabilisation du front de taille sera utilisé ?

B.8 - Quel type de moteur sera utilisé ?

hydraulique

électrique

diesel

B.9 - Quelle est la vitesse de rotation (en tr/mn) ?

B.10 - Combien y-a-t-il de sens de rotation ?
.....

B.11 - Quelle est la granulométrie maximale admissible des blocs permettant une évacuation normale des déblais (en mm) ?

B.12 - Quel est le couple maximum (en kNm)

B.13 - Quel type de marinage sera utilisé ?

B.13.a - Marinage à vis

- quel type (arbre central, ruban, etc...)

- quel diamètre de vis

B.13.b - Marinage hydraulique

- quel type de pompe sera utilisé (type, puissance, etc...)

- le système dispose-t-il d'un by-pass ?

B.14 - Quelle est la profondeur maximale sous nappe à laquelle votre système peut travailler ? (pression, puissance des pompes, etc...)

C - Renseignements sur la conduite des travaux - Les contrôles

Votre dispositif est-il doté d'un écran permettant la lecture des enregistrements et le listage des données suivantes ?

C.1 - Distance parcourue

C.2 - Ecart gauche / droite

C.3 - Ecart haut / bas

C.4 - Pression de terre à la tête

C.5 - Couple en tête

C.6 - Extensions individuelles des vérins de direction

C.7 - Extensions des vérins de la station de poussée

C.8 - Vitesse de poussée

C.9 - Force de poussée

C.10 - Pression et débit du circuit de marinage

C.11 - Vitesse et pression de la vis

MARCHES DE MICROTUNNELAGE

DOSSIER PILOTE

CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES PARTICULIERES

CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES PARTICULIERES

TEXTE

COMMENTAIRES

ARTICLE 3 - PRIX ET MODE D'EVALUATION DES OUVRAGES

3.3 - contenu des prix - mode d'évaluation des ouvrages

3.3.1 - Les prix sont hors TVA et sont établis en considérant comme normalement prévisible, les intempéries et autres phénomènes naturels indiqués ci-après :

3.3.2 - L'ouvrage à réaliser est rémunéré au mètre linéaire en tenant compte des éléments suivants :

- les terrains, dans lesquels est situé l'ouvrage à construire, sont précisés à l'article I.3 du CCTP.
- l'entrepreneur devra conformément aux termes du RC, fournir suivant les indications de l'annexe "A" les caractéristiques de son matériel ainsi que les performances qu'il estime pouvoir réaliser en fonction des éléments contenus dans le dossier géologique.

Les prix sont réputés établis dans ces conditions et comprennent toutes les dépenses de chantier, en particulier :

Les prix ainsi établis restent valables tant que les conditions d'exécution restent conformes aux hypothèses initiales.

Pendant le déroulement du chantier on enregistrera en continu les efforts de poussée des vérins et on procédera si nécessaire, à la demande du maître d'oeuvre ou de l'entrepreneur, à l'analyse des terres extraites

Si au cours du chantier les conditions d'exécutions sont fondamentalement modifiées : variation importante de la puissance de poussée, modification de la nature des sols, etc., il est procédé à un réexamen contradictoire des conditions de la rémunération.

TEXTE

COMMENTAIRES

ARTICLE 4.3 - PENALITES ET PRIMES

- Pénalités

Conformément à l'article 20 du CCAG, des pénalités pour retard seront appliquées en cas du dépassement du délai contractuel pour des causes imputables à l'entrepreneur .

Ces pénalités seront de% du montant hors taxes de la soumission et des avenants éventuels, par jour de retard, avec un maximum de% de ce même montant.

- Primes

Par dérogation à l'article 20 du CCAG des primes pourront être allouées à l'entreprise si, dans les conditions initiales de rémunération des travaux, et compte tenu de ses efforts de productivité, le délai global mentionné à l'article 3 de l'acte d'engagement se trouve notablement diminué.

Les primes seront calculées sur le nombre de jours d'avance constaté, par rapport au délai contractuel , et atteindront% du montant hors taxes de la soumission et des avenants éventuels, par jour, avec un maximum de% de ce même montant.

Cet article sera rédigé au gré du maître d'oeuvre :

- soit en fonction de l'intérêt qu'il y aura localement, compte tenu de contraintes spécifiques, à réduire au maximum le temps d'occupation du domaine public ou privé;
- soit pour tenir compte de difficultés particulières d'exécution.

Sinon, la rédaction sera :

Les stipulations du CCAG, sont seules applicables en ce qui concerne le délai d'exécution.

MARCHES DE MICROTUNNELAGE

DOSSIER PILOTE

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES
PARTICULIERES**

TEXTE

COMMENTAIRE

CHAPITRE I

**DISPOSITIONS GENERALES ET
DESCRIPTION ES OUVRAGES**

**I.3 - CARACTERISTIQUES
GEOLOGIQUES**

L'étude géologique et géotechnique, jointe en annexe au dossier, indique les données recueillies lors de la reconnaissance préalable.

Conformément à cette étude, la nature des terrains rencontrés est la suivante :

- du PK au PK

- nature du terrain :
- caractéristiques physiques et mécaniques :

- granulométrie :
- plasticité :
- présence de nappe phréatique :

- du PK au PK

- nature du terrain :
- caractéristiques physiques et mécaniques :

- granulométrie :
- plasticité :
- présence de nappe phréatique :

etc.

Les études de sol et la rédaction de cet article pourront s'inspirer avec profit du document «Objectif et moyens des études de sol pour les projets de microtunnels » réalisé par les ateliers 2 et 3 de la FSTT.

TEXTE

COMMENTAIRE

I.4 - RESEAUX CONCEDES

Les ouvrages concédés connus, situés dans l'emprise des travaux, sont répertoriés et repérés sur la vue en plan et le profil en long (pièces n°.....) joints au dossier.

Ils concernent les services suivants :

- **EDF**

Adresse :

Téléphone :

- **GDF**

Adresse :

Téléphone :

- **France Télécom**

Adresse :

Téléphone :

- **Eclairage Public**

Adresse :

Téléphone :

- **Eau Potable**

Adresse :

Téléphone :

- **Chauffage Urbain**

Adresse :

Téléphone :

- **Assainissement**

Adresse :

Téléphone :

- **Télévision par Câble**

Adresse :

Téléphone :

- **Régulation du trafic**

Adresse :

Téléphone :

etc.

TEXTE

COMMENTAIRES

CHAPITRE II

PROVENANCE - QUALITE PREPARATION ET RECEPTION DES MATERIAUX

II.1 - TUYAUX

II.1.1 - Généralités

Avant exécution des travaux, l'entrepreneur devra soumettre au maître d'oeuvre, pour approbation, une note indiquant la stabilité des différents tronçons du réseau sous les charges tant statiques que dynamiques. Les calculs seront conduits conformément aux fascicules 70 et 71 du CCTG et aux règles de l'art.

Tout renforcement nécessité pendant l'exécution des travaux, par des contraintes de charge dépassant les prescriptions des règlements en vigueur pour le calcul des ouvrages et dues au fait de l'entrepreneur, seront à sa charge.

L'entrepreneur devra vérifier la convenance aux conditions d'utilisation de la série retenue au projet, et informer le maître d'oeuvre des anomalies qu'il relèverait, et des modifications qu'il jugerait convenable d'y apporter.

L'entrepreneur devra donner au fabricant de tuyaux toutes les indications nécessaires concernant les contraintes auxquelles ces tuyaux seront soumis, ainsi que les prescriptions à l'article du présent CCTP concernant les essais préalables à la réception des travaux.

Les tuyaux utilisés seront des tuyaux de qualité "**fonçage par microtunnelier**" définis et fabriqués pour la mise en place par la technique du poussage.

Compte tenu des définitions géotechnique des sols énoncées par le maître d'ouvrage à l'article I.3 ci-dessus, l'entrepreneur proposera, en fonction des efforts de poussées développés par son matériel, les caractéristiques des tuyaux à mettre en oeuvre.

L'accroissement des contraintes de charge peut résulter de modifications soit des conditions géologiques, soit des conditions de pilotage.

TEXTE

COMMENTAIRES

Avant tout début d'approvisionnement, l'entrepreneur devra fournir au maître d'oeuvre, la provenance et les caractéristiques mécaniques des tuyaux qu'il envisage d'utiliser.

Cette note de calculs sera établie suivant les principes définis à l'annexe n°4 et aux commentaires du fascicule n°70 du CCTG.

II.2 - JOINTS DES TUYAUX

Les joints de tuyaux devront répondre aux critères suivants :

1- reprendre sans déformation les efforts importants de poussée, tels qu'ils doivent être définis par l'entreprise dans sa note technique,

2- assurer une étanchéité parfaite dès la mise en oeuvre.

Les éléments de jonction et bagues d'étanchéité préfabriquées proviendront obligatoirement de fabricants agréés par le maître d'oeuvre sur proposition de l'entrepreneur.

Le maître d'oeuvre définit la nature du matériau constituant la canalisation.

Ces propositions seront accompagnées d'une note de calculs justifiant la résistance de ceux-ci aux efforts de poussée appliqués.

Il est recommandé, en raison de l'impossibilité d'intervention sur les joints, après le poussage des tuyaux, de s'assurer que ceux-ci sont bien assujettis dans leur logement au moment de l'approche des deux tuyaux.

On veillera tout particulièrement à ce que le produit choisi ne soit pas altéré dans le temps par les fluides transportés. Des essais d'agressivité devront être pratiqués afin de s'assurer de son comportement en milieu agressif.

TEXTE

CHAPITRE III

MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

III.3 - MISE EN PLACE DE CANALISATIONS

II.3.1 - Généralités

Les travaux de mise en place de canalisations par ces techniques comportent :

- 1- la réalisation de puits de travail (ou de poussée) fortement blindés,
- 2- la réalisation de puits d'arrivée (ou de sortie) blindés,
- 3- la foration, à une cote définie par le projet, d'une cavité cylindrique destinée à recevoir des éléments de canalisation,
- 4- la mise en place par poussage (concomitant du creusement, ou non) d'une canalisation provisoire ou définitive, suivant le type de machine dans l'alvéole précédemment creusée.

L'ensemble de ces manoeuvres est contrôlé en permanence par un spécialiste depuis un pupitre de commande situé en surface .

III.3.2 - Puits de travail et puits d'arrivée

En fonction du matériel utilisé par l'entrepreneur, les puits de travail ont des dimensions compatibles avec la machine et les divers matériels utilisés.

Ces puits seront correctement blindés; la partie basse qui supporte les réactions des efforts de poussée étant dimensionnée de telle sorte que les contraintes engendrées seront compatibles avec le terrain encaissant.

COMMENTAIRES

D'une manière générale une note de calcul des divers dimensionnements des ouvrages est prescrite dans le CCTP de l'opération, qui doit définir les exigences de sécurité imposées par les maîtres d'oeuvre en fonction des impératifs locaux.

TEXTE

Ils comporteront un radier en béton destiné à assurer une bonne stabilité à l'ensemble de poussée.

Les puits d'arrivée destinés à réceptionner et à extraire l'attelage de foration, seront de dimensions plus faibles et normalement blindés.

III.3.3 - Terrassements

A - Terrassement des puits

On appliquera les prescriptions des fascicules n°70 et 71 du CCTG .

B - Terrassement des microtunnels

Ils sont fonction des sols à terrasser et du matériel mis en oeuvre. Suivant le mécanisme utilisé, le creusement s'effectue :

- 1- par l'action d'une trousse coupante rotative

C'est la technique du microtunnelier. Le creusement s'effectue grâce à une tête de forage, animée d'un mouvement circulaire qui attaque le terrain (avec ou sans pression de boue) et le découpe suivant un cylindre offrant une place au tuyau enfoncé sous l'action de vérins de grande puissance .

Le contrôle de la direction et du nivellement sera assuré par un dispositif à rayon laser, depuis le pupitre de commande en surface .

- 2- par un système de tarière à vis

Dans ce cas, le creusement s'effectue par l'enfoncement d'une tarière, qui progresse par l'action d'un train de tiges rotatives en s'appuyant sur le terrain.

COMMENTAIRES

En général les différents puits sont, en fin de chantier, aménagés en regards d'exploitation.

Les qualités des sols définies par le maître d'oeuvre permettent à l'entrepreneur de choisir la machine adaptée pour les rendements donnés.

On utilise généralement le marinage hydraulique dans lequel les terres broyées sont diluées et noyées par un fort courant d'eau sous pression qui les émulsionne.

Un système d'entraînement de ces boues les évacue en haut des puits de poussée dans un ensemble de bacs de décantation, où elles se déposent, avant d'être évacuées vers les décharges en camions étanches.

Les terres extraites s'évacuent à l'arrière par le mouvement de rotation de la tarière et sont progressivement translitées vers le puits de travail d'où elles sont remontées à la grue vers la surface et évacuées.

TEXTE

COMMENTAIRES

III.3.4 - Mise en place des éléments de canalisations

Au fur et à mesure de l'avancement du terrassement on procède à la mise en place des tuyaux préfabriqués soit simultanément soit après le creusement.

Ces éléments prennent place à l'arrière du dispositif de foration ; ils sont enfoncés en force par l'action de l'ensemble de poussée disposé dans le puits.

Tout élément de canalisation subissant à la mise en place des efforts déséquilibrés par le fait de mauvaises manipulations, et ayant souffert dans sa structure et sur lequel on constatera des fissurations, des éclatements, des épaufrures, des décollements, etc..., sera immédiatement déposé et remplacé par un élément sain aux frais de l'entrepreneur.

La zone de jonction des tuyaux avec les parois des puits de poussée ou de sortie, sera très soignée et pourra donner lieu à un traitement particulier afin d'éviter les fuites d'effluents ou les entrées de nappe.

Dans tous les cas on s'assurera, par de fréquentes vérifications, des quantités de terres extraites, de la concordance des volumes sortis et des volumes théoriques à extraire, afin de déceler les risques de création de fontis.

Lors du positionnement des tuyaux sur le socle de poussée, on procédera à la pose soignée et précise des joints d'étanchéité définis par le CCTP qui doivent aussi amortir les efforts de poussées sur les tuyaux.

On apportera un soin particulier à la mise en place des joints qui doivent permettre d'assurer le positionnement correct des tuyaux, une bonne répartition des forces d'enfoncement et une parfaite linéarité de l'ouvrage ; elle conditionnera le respect des contraintes d'alignement et de nivellement fixées dans le présent CCTP.

Un contrôle strict de ces manoeuvres devra être effectué par le responsable du chantier.

Une attention spéciale sera portée sur le choix et la mise en place des joints. En effet une mauvaise position de celui-ci entre deux tuyaux, peut provoquer des désalignements, qui introduisent des contraintes anormales dans le joint et dans les éléments consécutifs de la canalisation pouvant entraîner des risques de rupture inaccessibles. Elle peut, de plus, nuire à la bonne étanchéité de la canalisation.

TEXTE

COMMENTAIRE

CHAPITRE IV

CONTROLES ET EPREUVES

IV.1 - CONTROLES D'ALIGNEMENT

Pour la réalisation de l'ouvrage en tuyaux préfabriqués, l'entrepreneur est tenu de mettre en place un système fiable de contrôle des alignements et du nivellement.

Ce système doit permettre à l'entrepreneur de piloter la mise en place des ouvrages et au maître d'oeuvre de contrôler en continu la linéarité de l'axe de la canalisation ou de faire, si nécessaire, rectifier le tracé.

IV.2 - CONTROLES DES TASSEMENTS

Le contrôle des tassements est envisagé par la mise en place de repères de nivellement tous les mètres environ, dans le but de déceler d'éventuels tassements, conséquence des travaux.

Les repères seront implantés par l'entreprises en présence d'un représentant du maître d'oeuvre et feront l'objet d'un plan d'implantation soumis au visa du maître d'oeuvre.

Des nivellements systématiques seront effectués :

Les repères seront nivelés par référence à un repère fixe, implanté dans une zone ou sur un ouvrage non concerné par les mouvements du sol, de façon à être accessibles à tout moment pendant la période des mesures.

- une mesure avant le
- trois mesures pendant l'exécution du creusement
- une mesure après l'exécution des travaux

Le nivellement devra être fait avec précision. L'entrepreneur devra donc s'équiper des matériels topographiques adaptés à cette précision.

L'entrepreneur doit prendre les dispositions de protection des repères pendant toute la durée du chantier et jusqu'après la dernière mesure.

IV.4.2 - EPREUVE D'ETANCHEITE A LA PRESSION INTERNE

Conformément aux fascicules 70 et 71 du CCTG, des épreuves à la pression interne seront réalisées sur l'ouvrage terminé.

Le procès verbal des essais est signé contradictoirement par le maître d'oeuvre et l'entrepreneur.

Les épreuves seront réalisées tronçon par tronçon après vérification des niveaux et des cotes des ouvrages. L'exécution des épreuves s'effectuera selon les modalités décrites au CCTP.

MARCHES DE MICROTUNNELAGE

DOSSIER PILOTE

BORDEREAU DES PRIX

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
CHAPITRE A - TRAVAUX PREPARATOIRES		
A.1	<u>INSTALLATION GENERALE DE CHANTIER</u> Ce prix s'applique forfaitairement à l'installation générale du chantier dont un bâtiment provisoire conforme aux caractéristiques prévues à l'article du C.C.A.P. pour le représentant du maître d'oeuvre. Il comprend : - Les frais de clôture du chantier - Les frais d'éclairage et de signalisation du chantier - Les dépenses dues à l'aménagement du terrain pour ces installations, la fourniture et l'entretien des baraquements de chantier, les branchements divers etc... - Les frais relatifs à la dépose des installations et à leur repliement - La remise en état des lieux . Ce prix s'applique au forfait pour l'ensemble du chantier de la façon suivante : 70 % à l'installation du chantier, 30 % à la fin du repliement des installations et à la remise en état des lieux. LE FORFAIT	
A.2	<u>ETUDES D'EXECUTION</u> Ce prix rémunère forfaitairement les études d'exécution préliminaires, nécessaires pour la mise au point du projet. LE FORFAIT	
A.3	<u>AMENAGEMENT DES EMPLACEMENTS DE PUIITS</u> Ce prix concerne l'aménagement des aires d'implantation de puits et comprend : - La mise à niveau du terrain aux alentours du puits, - La protection du puits par un barriérage interdisant l'accès, - La protection éventuelle des plantations situées à proximité, - La signalisation réglementaire en bordure de voie publique, - L'installation d'un dispositif d'évacuation des eaux. Il s'applique au mètre carré et comprend toutes sujétions ; il sera réglé à raison de : 90 % après l'aménagement, 10 % à la fin des travaux. LE METRE CARRE	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
A.4	<u>SONDAGES POUR RECHERCHE DE CONDUITES ET D'INSTALLATIONS ENTERREES</u> Ce prix rémunère au mètre cube, le terrassement en tranchée, à la main, pour sondage de recherche d'installations enterrées. Il comprend : - Toutes les sujétions, aléas, fournitures, matériels et main d'oeuvre nécessaires, - La mise en dépôt sur berges le long des tranchées pour les terres récupérables ou leur évacuation, - Les éventuelles sujétions pour présence de conduites et câbles en ou hors service, appartenant ou non à des concessionnaires reconnus ou non avant terrassement , y compris le temps d'attente pour identification, - Les aléas dus au maintien de la circulation quelle qu'elle soit, à la proximité éventuelle des immeubles riverains, au nettoyage des chaussées ou des trottoirs après exécution des sondages. Les quantités prises en compte résulteront de relevés contradictoires. <i>LE METRE CUBE</i>	
A.5	<u>IMPLANTATION ET NIVELLEMENT</u> Ce prix rémunère à l'unité, dans les conditions prévues à l'article..... du C.C.T.P., l'implantation planimétrique et altimétrique, à partir du schéma général de coordonnées mis en place par le maître d'oeuvre, des points d'axes des puits, tels qu'ils sont définis sur les plans joints au marché. <i>L'UNITE</i>	
A.6	<u>SIGNALISATION LUMINEUSE PROVISOIRE DE CHANTIER</u> Ce prix rémunère la fourniture, la mise en place et la location d'un ensemble de deux feux de signalisation tricolore pour la régulation de la circulation Il comprend la fourniture des feux et de l'armoire de commande, le transport et l'installation, la fourniture de l'énergie, la maintenance en état de marche pendant la durée des travaux Il s'applique à la journée pour un ensemble de feux et comprend toutes sujétions <i>LA JOURNEE</i>	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
	CHAPITRE B - TRAVAUX DE MICROTUNNELAGE	
B.1	<u>AMENEE ET RETOUR DU MATERIEL DE MICROTUNNELAGE</u> Ce prix concerne les opérations d'approvisionnement et de rapatriement de tous les éléments utiles à l'exécution des travaux. Il comprend : - l'amenée de l'ensemble du matériel spécifique nécessaire à la réalisation du microtunnelage, du dépôt de l'entreprise au lieu d'exécution des travaux; à savoir : - le matériel de poussée, - le microtunnelier, - les tubes provisoires éventuels, - la centrale de commande, - les bacs de décantation ou de stockage, - le matériel pour injection de lubrification, - les canalisations diverses etc... - le retour au dépôt de l'entreprise des mêmes éléments en fin de travaux. Il s'applique forfaitairement à l'ensemble du matériel de microtunnelage. <i>LE FORFAIT</i>	
B.2	<u>INSTALLATION DE L'ATELIER SUR UN PUIT DE PUSSEE</u> Ce prix s'applique à l'installation de l'atelier de fonçage sur chaque puits de poussée. Il comprend : - la descente et la mise en place dans le puits de l'ensemble du matériel : dispositif de poussée microtunnelier pompes et flexibles d'alimentation petit matériel divers, - les raccordements des branchements d'eau et d'énergie. - le réglage et les essais préalables du matériel à la mise en route. - la pose des repères d'alignements et de nivellements, - le réglage des appareillages de précision pour la conduite des travaux. - le démontage du matériel et des installations après réalisation du ou des tronçons terminés, - la remontée de l'ensemble du matériel.	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
	Il comprend les sujétions normales de mise en route du système tels que les essais du matériel, la définition des produits de lubrification, l'étalonnage du matériel de précision des alignements et du nivellement, la vérification des canalisations des transport des fluides et des terres extraites etc... <i>LE FORFAIT</i>	
B.3	<u>TRANSFERT DU MATERIEL DE FONCAGE D'UN Puits A L'AUTRE</u> Ce prix rémunère forfaitairement le transfert de puits à puits, de l'ensemble des installations de fonçage : microtunnelier et matériel d'accompagnement . Il comprend : - le chargement - le transport - le déchargement du matériel de fonçage comprenant - le dispositif de poussée - le microtunnelier - les bacs de décantation ou de stockage - le poste de commande - les pompes d'alimentation des circuits de marinage et de transport des fluides etc... <i>LE FORFAIT</i>	
B.4	<u>SORTIE DU MICROTUNNELIER DES Puits</u> Ce prix rémunère à l'unité la récupération du microtunnelier soit dans les puits de sortie à l'extrémité des tronçons terminés, soit dans les puits provisoires Il comprend : - le démontage de l'appareil et des accessoires d'accompagnements, - les frais de main d'oeuvre et de location du matériel, nécessaire à la remontée de l'unité de fonçage, - les frais de main d'oeuvre et de location du matériel, nécessaire au retour de l'unité de forage au puits de poussée. <i>L'UNITE</i>	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
B.5	<u>RETOURNEMENT DU SYSTEME DE FONCAGE DANS UN Puits DE POUSSEE</u> Ce prix rémunère à l'unité les prestations et les locations nécessaires pour effectuer : - le retournement du matériel de poussée, - la descente et la mise en place de l'unité de forage à l'intérieur du puits de travail, - le démontage et le remontage des tuyauteries et flexibles d'alimentation des différents fluides(circuit de marinage, pompes diverses etc...), - les raccordements et les réglages préalables au redémarrage du système. Il comprend tous les frais de personnels et de matériels nécessaires à l'exécution des manoeuvres, entre les deux phases de retournement ; fin du tronçon amont et début du tronçon aval. <i>L'UNITE</i>	
B.6	<u>FOURNITURE DE TUYAUX AU LIEU DE STOCKAGE</u> Ce prix rémunère, au mètre linéaire, la fourniture et le déchargement au lieu de stockage défini par le maître d'oeuvre de tuyaux de " x mm " de diamètre intérieur de qualité "fonçage par microtunnelier" répondant aux prescriptions de l'article du C.C.T.P. a- en béton centrifugé armé <i>LE METRE LINEAIRE</i> b- en béton centrifugé armé hautes performances <i>LE METRE LINEAIRE</i> c- en amiante ciment <i>LE METRE LINEAIRE</i> d- en grès vitrifié <i>LE METRE LINEAIRE</i>	
B.7	<u>APPROVISIONNEMENT DES TUYAUX AU LIEU D'EMPLOI</u> Ce prix s'applique à l'approvisionnement des tuyaux du lieu de stockage au lieu d'utilisation. Il comprend les frais de main d'oeuvre, de matériel et de manutention pour le transfert des tuyaux, du lieu de stockage aux abords des puits, avant leur descente. <i>LE METRE LINEAIRE</i>	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
B.8	<u>MISE EN PLACE DE TUYAUX AU MICROTUNNELIER</u> Ce prix comprend : - la descente et la mise en place des tuyaux dans le puits de poussée, y compris les sujétions et les dépenses de main d'oeuvre et de location du matériel spécifique - la mise en place à l'aide d'un microtunnelier de tuyaux de "x mm " de diamètre intérieur définis au prix B.6 - les opérations de microtunnelage proprement dites à savoir : - le creusement par abattage du front de taille au microtunnelier et la mise en place des éléments de canalisation par poussée - le marinage simultané des déblais, la remontée en surface et le stockage des produits solides et liquides résultants du terrassement - la fourniture de l'énergie nécessaire à l'ensemble des opérations de microtunnelage La rémunération s'entend pour la réalisation d'un ouvrage de "x mm " de diamètre intérieur dans un terrain défini à l'article I.3 du CCTP La longueur de la canalisation prise en compte sera celle, mesurée en surface suivant l'axe théorique. a - du PK au PK <i>LE METRE LINEAIRE</i> b - du PK au PK <i>LE METRE LINEAIRE</i> etc...	
B.9	<u>EVACUATION DES PRODUITS DE MARINAGE</u> Ce prix rémunère l'ensemble des travaux de chargement sur le chantier, et de transport des produits; il comprend l'entretien des chaussées en parfait état (y compris le nettoyage éventuel). a - lorsque les produits de marinage sont décantables les produits sont évacués dans les conditions habituelles de transport des matériaux secs b - l'évacuation des produits de marinage non décantables, recueillis dans les bacs de décantation, en tant que de besoin, sont transportés aux décharges publiques par bennes étanches Dans les deux cas le prix comprend les frais de décharge.	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
	Les prix s'appliquent au mètre cube de matériaux extraits de l'excavation a - pour les produits décantables <i>LE METRE CUBE</i> b - pour les produits non décantables <i>LE METRE CUBE</i>	
B.10	<u>MISE EN PLACE DES TUYAUX DANS LES PUITS OUVERTS</u> Ce prix rémunère au mètre linéaire : - la descente dans les puits - la pose et le réglage de tuyaux de même qualité et de mêmes caractéristiques que ceux indiqués au prix B.6, y compris les joints adaptés, et mis en place dans les puits de poussée ou de sortie après la réalisation des ouvrages entre puits <i>LE METRE LINEAIRE</i>	
B.11	<u>IMMOBILISATION D'ATELIER POUR INCIDENTS</u> Ce prix rémunère les répercussions financières que peuvent avoir les interruptions momentanées de chantier pendant le microtunnelage, et dont les causes ne sont pas imputables à l'entrepreneur. Il s'applique à la journée d'immobilisation constatée et tient compte des pertes diverses entraînées par ces arrêts : main d'oeuvre du personnel de chantier et d'encadrement et tous les éléments susceptibles de modifier l'économie du marché (bénéfices, aléas, frais généraux, etc...). <i>LA JOURNEE</i>	
B.12	<u>PUITS DE RECUPERATION DU MICROTUNNELIER HORS NAPPE</u> Ce prix rémunère l'exécution dans les terrains définis à l'article I.3 du CCTP et hors nappe, de puits provisoires de "p" mètres de profondeur pour la récupération du matériel en cas d'incident imprévu en cours de fonçage au microtunnelier Il comprend : - le terrassement d'un puits de dimensions adaptées au matériel de service, jusqu'à la profondeur "p", - le blindage efficace des parois du puits, - le remblaiement du puits après les opérations de remontées du matériel avec les terres extraites. Il ne comprend pas la sortie du matériel qui sera réglée au prix B.4 Il s'applique au mètre cube et au profil théorique du puits, défini contrairement et comprend toutes sujétions d'exécution. <i>LE METRE CUBE</i>	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
B.13	<u>PLUS VALUE AU PRIX B.12 POUR AUGMENTATION DE LA PROFONDEUR</u> Ce prix est une plus value applicable au prix B.12 lorsque la profondeur de réalisation du puits excède la valeur "p" prévue à ce prix. Il s'applique dans les mêmes conditions que ce prix et comprend toutes sujétions. <i>LE METRE CUBE</i>	
B.14	<u>PLUS VALUE AU PRIX B.12 POUR EXECUTION DE PUIITS DANS LA NAPPE PHREATIQUE</u> Ce prix s'applique dans les mêmes conditions d'application que le prix B.12 mais comprend les sujétions de travail en présence d'eau dans le puits. <i>LE METRE CUBE</i>	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
	CHAPITRE C - TRAVAUX DE CONSTRUCTION DES PUIITS	
C.1	<u>EXECUTION DE PUIITS DE POUSSEE</u> Ce prix rémunère? au mètre cube de déblais en place, la réalisation des puits de poussée, les terrassements étant exécutés à la main ou par engins mécaniques, à sec quelles que soient la dureté et la tenue des terrains rencontrés ; il tient compte des étalements des parois du puits et du revêtement en maçonnerie de béton (armé si nécessaire). Il comprend : - le terrassement et la remontée des matériaux en surface, leur mise en dépôt éventuelle, en trémie ou en multibenne et leur évacuation aux décharges, - la mise en place des étalements et du blindage nécessaires à la stabilité des parois de la fouille, - la confection du revêtement en béton des parois du puits y compris le renforcement de la base du puits pour résister aux efforts de poussée, - la réalisation du radier en béton armé. Il tient compte de toutes les installations, main d'oeuvre et frais nécessaires pour assurer une réalisation parfaite des travaux, notamment : - le purgeage et le nettoyage des parois de l'excavation - les sujétions dans l'embaras des étais et des blindages - des difficultés d'approche de descente et de mise en place des coffrages du ferrailage et du béton en puits. a - de 0.00 à x mètres de profondeur <i>LE METRE CUBE</i> b - de x à y mètres de profondeur <i>LE METRE CUBE</i> c - de y à z mètres de profondeur <i>LE METRE CUBE</i> d - au delà de z mètres de profondeur <i>LE METRE CUBE</i>	
C.2	<u>EXECUTION DE PUIITS DE SORTIE</u> Ce prix rémunère, au mètre cube de déblais en place, la réalisation des puits de sortie, les terrassements étant exécutés à la main ou à l'aide d'engins mécaniques, à sec, quelles que soient la dureté et la tenue des terrains rencontrés ; il tient compte des étalements des parois du puits.	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
	Il comprend : - le terrassement et la remontée des matériaux en surface, leur mise en dépôt éventuelle, en trémie ou en multibenne et leur évacuation aux décharges - la mise en place des étalements et du blindage nécessaire à la stabilité des parois de la fouille - la réalisation du radier en béton légèrement armé Il tient compte de toutes les installations, main d'oeuvre et frais nécessaires pour assurer une réalisation parfaite des travaux, notamment : - le purgeage et le nettoyage des parois de l'excavation - les sujétions dans l'embaras des étais et des blindages a - de 0.00 à x mètres de profondeur <i>LE METRE CUBE</i> b - de x à y mètres de profondeur <i>LE METRE CUBE</i> c- de y à z mètres de profondeur <i>LE METRE CUBE</i> d - au delà de z mètres de profondeur <i>LE METRE CUBE</i> C.3 <u>PLUS VALUE SUR LES PRIX C.1 ET C.2 POUR TRAVAUX DANS LA NAPPE PHREATIQUE</u> Cette plus value s'applique au mètre cube mesuré au profil pour la réalisation des puits dans l'eau. Il tient compte de toutes les sujétions d'exécution relatives aux terrassements, au blindage et au bétonnage en présence d'eau, y compris celles relatives à l'épuisement des eaux. <i>LE METRE CUBE</i> C.4 <u>EPUISEMENTS</u> a - Installation Ce prix s'applique à la mise en place d'une installation de pompage sur le chantier pour la durée des travaux. Il comprend le transport à pied d'oeuvre de tous les accessoires utiles au fonctionnement de l'installation notamment les tuyauteries et canalisations d'évacuation quel que soit le type de pompe et la nature du moteur et rémunère forfaitairement la location, le transport et la mise en place .	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
	Il s'applique au forfait pour l'installation d'un groupe de 7 CV de puissance nominale. <i>LE FORFAIT</i> b - fonctionnement Ce prix s'applique à l'heure de fonctionnement dans la limite du temps d'intervention ordinaire reconnu par le maître d'oeuvre ; Il comprend toutes fourniture de carburant, d'ingrédients et de main d'oeuvre nécessaire pour le fonctionnement, la surveillance et le maintien en état de marche de l'installation de pompage <i>L'HEURE</i> C.5 <u>DISPOSITIFS DE JONCTION ETANCHES</u> Ce prix rémunère forfaitairement la mise en place d'un dispositif d'étanchéité (presse-étoupe, traitement par injection etc...) à soumettre à l'agrément du maître d'oeuvre, et nécessaire pour assurer une protection efficace lors de l'entrée ou de la sortie du microtunnelier dans les puits. a - étanchement d'un puits de poussée <i>LE FORFAIT</i> b - étanchement d'un puits de sortie <i>LE FORFAIT</i>	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
	CHAPITRE D - TRAVAUX D'AMENAGEMENT DES PUITES	
D.1	BETON DE REMPLISSAGE ET DE PROPLETE Ce prix rémunère, au mètre cube le béton BCS 150 de remplissage ou de propreté fourni et mis en oeuvre évalué sur les plans d'exécution. Il comprend la fourniture, le transport à pied d'oeuvre et la mise en oeuvre du béton, la fourniture et la mise en place éventuelle des coffrages. <i>LE METRE CUBE</i>	
D.2	BETON POUR BETON ARME Ce prix concerne la fourniture et la mise en oeuvre d'un mètre cube de béton de classe B30 pour la réalisation des voiles, dalles et planchers des ouvrages. Il comprend toutes les fournitures et les accessoires de mise en oeuvre (vibreurs, tubes plongeurs vibrants, pompes à béton...) nécessaires à la mise en place ainsi que toutes les sujétions d'exécution dues à la présence des aciers ou aux réservations. Il comprend aussi les frais correspondants à l'incorporation des hydrofuges ou de tout autre adjuvant agréé par le maître d'oeuvre. <i>LE METRE CUBE</i>	
D.3	COFFRAGES Ce prix concerne la fourniture, la mise en place et la location des coffrages des parois en béton. Il comprend les frais relatifs à la main d'oeuvre de transport, de mise en place et de démontage des coffrages et des échafaudages, les fournitures entrant dans la fabrication des coffrages, ou dans leur installation, nécessaire à l'obtention des surfaces brutes de décoffrages ainsi que tous les aléas et sujétions. <i>LE METRE CARRE</i>	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
D.4	ARMATURES POUR BETON ARME Ce prix s'applique au kilogramme d'acier à haute adhérence type TOR Fe E 400 pour armatures principales, ou acier ronds lisses pour cadres, liaisons et ligatures Fe E 240. Ce prix comprend les frais relatifs à la fourniture proprement dite des aciers, aux sujétions de réception des aciers et à leur stockages éventuel, au transport quelle que soit la distance, à la coupe et au façonnage. Il tient compte des ligatures, des sujétions de calage des aciers, des chutes dues aux ajustements des longueurs réelles ainsi que toutes sujétions, en particulier de celles résultant de l'exécution éventuelle de réservation. Il comprend toutes sujétions de mise en place éventuelle par cage d'armatures. a - aciers à haute adhérence <i>LE KILOGRAMME</i> b - acier doux <i>LE KILOGRAMME</i>	
D.5	ENDUITS Ce prix rémunère au mètre carré les enduits sur maçonneries Il comprend : - l'exécution d'un enduit de dégrossissage au mortier de ciment s'il y a lieu - l'exécution de l'enduit de finition au mortier de ciment CLK 45 dosé à 600 kg par mètre cube sur une épaisseur de 2 cm. Il comprend toutes sujétions d'exécution et de finition, lissage et évacuation des retombées, etc... <i>LE METRE CARRE</i>	
D.6	CHAPES Ce prix rémunère au mètre carré les chapes lisses sur radier ou sur dalles de couverture de 3 cm d'épaisseur, au mortier de ciment CLK 45 dosé à 600 kg par mètre cube Il comprend toutes les sujétions d'exécution et de finition, lissage et évacuation des retombées etc... <i>LE METRE CARRE</i>	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
D.7	<u>ACIER LAMINE POUR EQUIPEMENTS</u> Ce prix rémunère, au kilogramme, la fourniture à pied d'oeuvre et la mise en place de laminés marchands pour éléments de serrureries (garde corps, rampes, caillebotis grilles etc...) ; Il comprend toutes main d'oeuvre, manipulations, façonnage des éléments et toutes les sujétions de transport et de mise en place. <i>LE KILOGRAMME</i>	
D.8	<u>FER FORGE OU ACIER GALVANISE</u> Ce prix rémunère, au kilogramme, la fourniture et la mise en place de fer forgé ou d'acier galvanisé pour échelons, cannes, mains courantes, chaînes, corbeaux, crochets, etc... Il comprend toutes main d'oeuvre, manipulations, et toutes les sujétions de transport et de mise en place ; il tient compte des raccords de maçonneries. <i>LE KILOGRAMME</i>	
D.9	<u>ACIER OU FONTE USINEE</u> Ce prix rémunère, au kilogramme, la fourniture et la mise en place d'acier ou de fonte usinée pour tampons de fermeture des regards après aménagement dans les puits. Il comprend toutes fournitures, main d'oeuvre, manipulations, et toutes les sujétions de transport et de mise en place; il tient compte des raccords de maçonnerie. <i>LE KILOGRAMME</i>	
D.10	<u>CHEMINEE DE REGARD PREFABRIQUEE</u> Ce prix rémunère la fourniture et la mise en place de cheminées de regards préfabriquées conformes aux plans contractuels prévus dans le marché Il s'applique à l'ensemble des éléments entrant dans la constitution d'une cheminée de regard : fond de regard, corps du regard et tête de regard. Il comprend : - toutes les fournitures, matériels, matériaux et main d'oeuvre, - le chargement et le transport des diverses parties préfabriquées, - le déchargement, la descente et la mise en place des éléments, - la réalisation éventuelle des parties en maçonnerie à réaliser en place, avant la mise en place des éléments préfabriqués, - les coffrages correspondants.	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
	Les quantités seront déterminées par mètres contradictoires établis à partir des plans d'exécution <i>LE METRE LINEAIRE</i>	
D.11	<u>REMBLAIS DES PUITES</u> Ce prix rémunère : - la fourniture des matériaux de remblai, - le transport au lieu d'emploi, - le déchargement, - la reprise sur berges des matériaux d'apport, - la mise en oeuvre des matériaux d'apport, - le compactage méthodique dans les conditions stipulées à l'article du CCTP. Les quantités prises en compte résulteront de l'application du profil contractuel défini au CCTP. Ce prix s'applique au mètre cube et comprend toutes sujétions. <i>LE METRE CUBE</i>	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
	CHAPITRE E - TRAVAUX DIVERS	
E.1	<u>REMISE EN ETAT DES LIEUX</u> Ce prix rémunère au mètre carré la réfection des revêtements de chaussées ou de trottoirs à l'endroit des puits ou des zones de traitement de sols. Il comprend : – le nettoyage des surfaces à remettre en état – le curage des parties localement dégradées, les démolitions de revêtements et les terrassements superficiels nécessaires – la reconstitution de la fondation – la réfection des revêtements superficiels équivalents à ceux avant travaux ; Il tient compte de toutes les sujétions de main d'oeuvre, de transport et de mise en oeuvre des matériaux Il ne s'applique pas à la réfection des surfaces des installations de chantier qui est comprise dans le prix A.1 <i>LE METRE CARRE</i>	
E.2	<u>DOSSIER DE RECOLEMENT</u> Ce prix rémunère forfaitairement l'établissement et la fourniture du dossier de récolement des ouvrages exécutés Il comprend l'établissement et la fourniture : – du fond de plan général de la voirie au 1/200 ème avec le relevé des bordures et des bouches avaloirs de la zone des travaux, – d'un plan général au 1/200 ème du collecteur réalisé à partir du plan ci-dessus et comportant : * le tracé du collecteur et de ses ouvrages particuliers (regards de visite, raccordements, etc...) avec l'indication des cotes altimétriques des radiers, des tampons, du terrain naturel, etc... rattachées au NGF "altitudes normales" * l'indication des distances des axes des tampons de regards entres eux entre eux et par rapport au bords de chaussées ou aux façades des bâtiments, – les (ou le) profils en longs de l'ouvrage terminé. – les coupes types de l'ouvrage, des puits, des regards, – les plans de coffrages et de ferrailage à l'échelle du 1/50 ème ou du 1/20 ème des ouvrages d'accès ou des ouvrages spéciaux ou particuliers.	

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES ET PRIX D'APPLICATION EXPRIMES EN TOUTES LETTRES	PRIX EXPRIMES EN CHIFFRES HT
	Ce prix tient compte des sujétions relatives aux opérations effectuées sur le terrain ; les calculs, reports et dessins nécessaires, exécutés pour les ouvrages, ou parties d'ouvrages. Pour les plans au 1/200 ème, leur établissement s'effectuera sur un support magnétique. <i>LE FORFAIT</i>	
E.3	<u>ESSAIS D'ETANCHEITE DES CANALISATIONS</u> Ce prix rémunère forfaitairement, à l'unité de tronçon essayé, les opérations de contrôle d'étanchéité des canalisations réalisées Il s'applique quels que soient : la longueur, la profondeur et le diamètre du tronçon testé. Les opérations seront menées conformément aux prescriptions du CCTP du marché Il comprend : – les fourniture, l'amenée à pied d'oeuvre et le repliement du matériel d'essais, – la fourniture et la mise en place des obturateurs étanches nécessaires aux opérations de contrôle quelle que soit la nature de ceux-ci : murs masques en maçonneries ou obturateurs gonflables etc..., – la fourniture et l'évacuation de l'eau nécessaire aux essais, – les opérations d'essais proprement dites qui comprennent : le montage et le démontage du matériel d'essais sur le tronçon, le pré-remplissage du tronçon, l'évacuation de l'air, la mesure de l'eau d'appoint, la rédaction du procès verbal d'essai, – le démontage et l'évacuation des obturateurs ou des murs masques fixes. En cas d'essais non concluants, l'ensemble des essais supplémentaires effectués suivant les mêmes procédures, jusqu'à obtenir les résultats imposés par les prescriptions du CCTP du marché, seront à la charge de l'entrepreneur. <i>L'UNITE</i>	

MARCHES DE MICROTUNNELAGE

DOSSIER PILOTE

DETAIL ESTIMATIF

N° DES PRIX	DESIGNATION DES OUVRAGES	UNITE	QUANTITE	PRIX HT	MONTANT HT
	CHAPITRE A - TRAVAUX PREPARATOIRES				
A.1	Installation générale de chantier	F			
A.2	Etudes d'exécution	F			
A.3	Aménagement des emplacements de puits	M2			
A.4	Sondages pour recherche de conduites et d'installations enterrées	M3			
A.5	Implantation et nivellement	F			
A.6	Signalisation lumineuse provisoire de chantier	J			
	TOTAL CHAPITRE A				
	CHAPITRE B - TRAVAUX DE MICROTUNNELAGE				
B.1	Amenée et retour du matériel de microtunnelage	F			
B.2	Installation de l'atelier sur un puits de poussée	F			
B.3	Transfert du matériel de fonçage d'un puits à l'autre	F			
B.4	Sortie du microtunnelier des puits	U			
B.5	Retournement du système de fonçage dans un puits de poussée	U			
B.6	Fourniture au lieu de stockage de tuyaux de "x mm" de diamètre intérieur				
	a - en béton centrifugé armé	ML			
	b - en béton centrifugé armé HP	ML			
	c - en amiante ciment	ML			
	d - en grès vitrifié	ML			
B.7	Approvisionnement des tuyaux au lieu d'emploi	ML			

N° DES PRIX	DESIGNATION DES OUVRAGES	UNITE	QUANTITE	PRIX HT	MONTANT HT
B.8	Mise en place par la technique du microtunnelier de tuyaux de "x mm" de diamètre intérieur dans un terrain défini à l'article I.3 du CCTP a - du PK..... au PK b - du PK au PK etc...	ML ML			
B.9	Evacuation des produits du marinage a - boues décantables b - boues non décantables	M3 M3			
B.10	Mise en place de tuyaux de "x mm" de diamètre intérieur dans les puits ouverts	ML			
B.11	Immobilisation d'atelier pour incidents	J			
B.12	Réalisation d'un puits de récupération du microtunnelier hors nappe	M3			
B.13	Plus value sur le prix B.12 pour augmentation de la profondeur	M3			
B.14	Plus value sur le prix B.12 pour exécution de puits dans la nappe phréatique	M3			
	TOTAL CHAPITRE B				
	<u>CHAPITRE C - TRAVAUX DE CONSTRUCTION DES PUIITS</u>				
C.1	Exécution de puits de poussée a - de 0.00 à x mètres de profondeur b - de x à y mètres de profondeur c - de y à z mètre de profondeur d - au delà de z mètre de profondeur	M3 M3 M3 M3			
C.2	Exécution de puits de sortie a - de 0.00 à x mètres de profondeur b - de x à y mètres de profondeur c - de y à z mètres de profondeur d - au delà de z mètres de profondeur	M3 M3 M3 M3			

N° DES PRIX	DESIGNATION DES OUVRAGES	UNITE	QUANTITE	PRIX HT	MONTANT HT
C.3	Plus value sur les prix C.1 et C.2 pour travaux dans la nappe phréatique	M3			
C.4	Epuisements a - installation b - fonctionnement	F H			
C.5	Dispositifs de jonction étanches a - étanchement d'un puits de poussée b - étanchement d'un puits de sortie	F F			
	TOTAL CHAPITRE C				
	<u>CHAPITRE D - TRAVAUX D'AMENAGEMENT DES PUIITS</u>				
D.1	Béton de remplissage et de propreté	M3			
D.2	Béton pour béton armé	M3			
D.3	Coffrages	M2			
D.4	Armatures pour béton armé a - à haute adhérence b - acier doux	KG KG			
D.5	Enduits	M2			
D.6	Chapes	M2			
D.7	Acier laminé pour équipements	KG			
D.8	Fer forgé ou acier galvanisé	KG			
D.9	Acier ou fonte usinée	KG			
D.10	Cheminée préfabriquée de regard	ML			
D.11	Remblais des puits	M3			
	TOTAL CHAPITRE D				

N° DES PRIX	DESIGNATION DES OUVRAGES	UNITE	QUANTITE	PRIX HT	MONTANT HT
	<u>CHAPITRE E - TRAVAUX DIVERS</u>				
E.1	Remise en état des lieux	M2			
E.2	Dossier de récolement	F			
E.3	Essais d'étanchéité des canalisations	U			
	<i>TOTAL CHAPITRE E</i>				
	<u>RECAPITULATIF</u>				
	Chapitre A - travaux préparatoires				
	Chapitre B - travaux de microtunnelage				
	Chapitre C - travaux de construction des puits				
	Chapitre D - travaux d'aménagement des puits				
	Chapitre E - travaux divers				
	<i>TOTAL H.T.</i>				
	<i>TVA 18,6 %</i>				
	<i>TOTAL T.T.C.</i>				

Marchés de Microtunnelage

DOSSIER PILOTE

3 - REFLEXION SUR LE COUT SOCIAL DES TRAVAUX

LA PRISE EN COMPTE DU COUT SOCIAL POUR DES TRAVAUX SUR LES RESEAUX URBAINS ENTERRES

Cette réflexion a pour objectif de présenter des propositions pour la prise en compte du coût social dans le cadre de projets de pose ou de réhabilitation de réseaux souterrains, ceci notamment dans un contexte urbain.

1 INTRODUCTION

Quand le gestionnaire d'un réseau urbain prévoit le remplacement ou la réhabilitation d'une conduite défectueuse, il est souvent confronté à des problèmes multiples qui n'ont généralement rien à voir avec sa préoccupation originale.

La circulation routière, l'encombrement du sous-sol, les exigences des gestionnaires de voirie et autres contraintes locales peuvent ainsi influencer très fortement sur le choix d'une technique, voire modifier complètement le projet.

Aujourd'hui, un service moderne et efficace n'est plus compatible avec les nuisances engendrées par des chantiers en tranchées ouvertes défigurant et bouleversant la vie urbaine pendant des semaines ou des mois.

Cependant, il est important de définir sous quelles conditions le recours aux techniques sans tranchée est justifié d'un point de vue économique. Traditionnellement, l'évaluation d'un projet est basée sur les coûts directs, c'est-à-dire le montant facturé au maître d'ouvrage.

Aujourd'hui, un nombre croissant de donneurs d'ordre publics s'aperçoivent qu'une comparaison de différentes propositions techniques sur la seule base du coût direct ne reflète pas la réalité économique.

Par conséquent, pour tenir compte des nuisances, l'existence du coût social est de plus en plus reconnue sans que l'on sache pour autant comment sa prise en compte peut s'effectuer.

Dès l'étude préliminaire d'un chantier de pose ou de réhabilitation, les différentes composantes du coût social peuvent être analysées. On peut alors envisager la solution la plus avantageuse pour la communauté, celle qui engendre le minimum de coût global (coût direct plus coût indirect plus coût social)

2 LA NOTION DE COUT SOCIAL

2.1 DEFINITION DU CONCEPT ET PRECAUTIONS D'EMPLOI

La théorie économique définit le concept d' "effet externe" comme un avantage ou un coût social pour la collectivité. Ce dernier est défini de la façon suivante : " Nous appelons coût social d'une activité l'ensemble des inconvénients que représente cette activité pour la société " (Beauvais 1978).

La mesure du coût social n'est pas chose aisée. En effet, comment évaluer en termes monétaires des " biens " qui par définition ne sont pas sanctionnés par le marché et échappent au système des prix ? Or, c'est bien sous une forme monétaire qu'il nous faut appréhender les coûts et avantages, de manière à comparer sur un même critère les coûts directs et les coûts sociaux. Il faut pour cela recourir à un équivalent monétaire des nuisances, ce qui implique dans la plupart des cas de poser des hypothèses de travail.

Quelle que soit la méthode utilisée, la prudence doit prévaloir dans l'estimation du coût social. Si en toute rigueur les résultats obtenus ne peuvent prétendre à une exactitude absolue, ils peuvent constituer une bonne approche de la réalité, et permettre une comparaison économique.

2.2 DOMAINES D'UTILISATION

Dans les années 70-80, la notion de coût social a été largement utilisée en économie des transports, notamment afin de démontrer l'efficacité économique des transports en commun urbains. Des calculs relatifs au coût du temps perdu et au coût de la congestion ont été développés, ainsi que des calculs pour les coûts du bruit et de la pollution (Beauvais 1978). Le concept de consommation d'espace-temps, mesuré en m²/heure, a été étudié pour aboutir à un coût de la consommation d'espace (Marchand 1984).

Dans les domaines liés aux dommages sur l'environnement, le coût social a également été très utilisé. Il existe de nombreux schémas d'analyse utilisés dans l'évaluation des projets de construction de grandes infrastructures, et qui incluent des coûts d'environnement. A cet égard, le modèle d'analyse coûts-avantages recommandé par le ministère allemand de l'équipement, pour la construction des routes et autoroutes, est particulièrement détaillé.

En tant que tels, tous ces travaux ne sont pas directement transposables au cas des chantiers en site urbain ; ils ont cependant largement inspiré des modèles développés plus loin. Au préalable, il convient d'identifier les nuisances générées par un chantier en site urbain.

3 LES NUISANCES DE CHANTIERS TRADITIONNELS ET LEUR REDUCTION PAR LES TECHNIQUES SANS TRANCHEE

3.1 LA GENE DE LA CIRCULATION

L'implantation d'un chantier sur la voie publique peut avoir des retentissements sur l'ensemble des déplacements sur le site et aux alentours :

- La circulation des engins de chantier perturbe le trafic.
- Des déviations et retards sont imposés par les travaux, qui barrent partiellement ou totalement les voies de circulation.
- L'accessibilité de lieux publics ou privés est diminuée (gêne pour les piétons, les livraisons, le courrier, la collecte des ordures, ...)

- Les possibilités de parking sont réduites (le chantier occupe des places de stationnement, un itinéraire de délestage supprime des places de parking,...)
- Les transports publics (bus) sont détournés ou interrompus. Des bus supplémentaires sont nécessaires pour maintenir la fréquence des lignes.

3.2 LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT

L'incidence due l'environnement d'un chantier important en tranchée ouverte touche d'abord le voisinage du site :

- Le bruit généré par les travaux est souvent désagréable (marteaux piqueurs, groupes électrogènes, pelles mécaniques, ...). Les vibrations provoquées par les engins de chantier peuvent avoir un impact physique et psychologique sur les individus (Moch 1988).
- La pollution de l'air par les gaz d'échappement s'accroît à cause d'un trafic ralenti par le chantier (dégagement de CO, CO₂, hydrocarbures, plomb, oxydes d'azote, etc.). Aux gaz d'échappement des engins de chantier de chantier s'ajoutent des odeurs désagréables qui peuvent se dégager de la tranchée lors de travaux dans les égouts.
- Poussière et saleté apparaissent à la suite de l'excavation des déblais. Cela peut obliger les riverains à effectuer des lavages supplémentaires de leur voiture, leurs vitres, ... Dans des endroits plus sensibles comme les hôpitaux ou les laboratoires, les particules transportées par le vent peuvent avoir des effets plus graves sur les malades ou le matériel.
- Le désordre et l'impact visuel du chantier sont désagréables, et plus particulièrement dans des rues piétonnes, sur des sites touristiques, près des monuments historiques,...
- Les espaces verts peuvent être endommagés, et parfois il peut être inévitable d'abattre des arbres.

En plus, une partie importante des nuisances est dispersée au niveau départemental, régional ou même national :

- Les camions qui transportent les remblais et déblais, parfois sur des dizaines de kilomètres, encombre les routes, génèrent du bruit et polluent l'air tout au long de leur chemin. Les poids lourds sont responsables de 49 % des émissions polluantes de la circulation automobile (Lenglet 1992).
- Les décharges où l'on dépose les déblais issus des tranchées, ainsi que les carrières où l'on puise les sols nobles pour les remblais, sont de même des nuisances pour l'environnement des riverains.
- Le transport des remblais et déblais par camion consomme des quantités d'énergie non renouvelables.

3.3 LES RISQUES D'ACCIDENT

Un chantier en tranchée ouverte peut engendrer de multiples risques d'accidents, aussi bien pour les ouvriers du chantier que pour l'environnement.

- Les ouvriers du chantier sont exposés aux chutes, aux écroulements de tranchées, et aux dangers de la manutention des tuyaux,...
- Réalisé dans de mauvaises conditions de sécurité (passage piéton protégé trop étroit ou absent, pas de signalisation des travaux, des manœuvres d'engins,...), un chantier en site urbain peut remettre en cause la sécurité du public.
- Pour les automobilistes, en cas de barrage partiel des voies de circulations, les risques d'accidents peuvent être accrus (circulation alternée, régulée par des feux tricolores ou par un opérateur).
- Outre le risque sur l'emplacement même du chantier, lorsque le trafic est dévié, le danger est indirectement accru pour les riverains de l'itinéraire de délestage. Un surplus soudain de circulation peut notamment présenter un danger pour les enfants et les personnes âgées. De plus, les automobilistes circulent sur une route mal adaptée à un trafic plus dense que celui pour lequel elle a été conçue.

3.4 LES CONSEQUENCES ECONOMIQUES

Un chantier en tranchée ouverte peut avoir un fort impact économique sur les environs, en fonction du contexte urbain :

- Le chantier peut être responsable d'une baisse de l'activité commerciale. Si les clients ne peuvent accéder aux magasins, les commerçants vont enregistrer un chiffre d'affaires moindre. Dans les mêmes proportions, des recettes publiques (taxes, impôts, etc.) sont réduites. Plus grave encore, des travaux longs ou fréquents risquent de faire perdre confiance dans la vitalité économique du quartier, et décourager d'éventuels investisseurs.
- Les dommages causés aux constructions voisines (lors du battage de palpeuses pour le blindage par exemple) et aux autres structures souterraines impliquent des réparations et des inconvénients supplémentaires pour le public.
- La surface de la chaussée est détériorée, ce qui réduit sa durée de vie de 30 ans à environ 10 ans. A long terme le remblai qui rebouche la tranchée après les travaux s'affaisse, la route présente des creux et des bosses qui affectent son apparence, le confort et la sécurité des usagers. Si par ailleurs un itinéraire de délestage est prévu, il n'est pas toujours bien adapté, et la chaussée se trouve endommagée par un trafic excessif. Dans tous les cas, il est nécessaire d'engager des dépenses de réfection supplémentaires.
- En hiver, ou sous de mauvaises conditions climatiques, les travaux doivent être interrompus. Sur une longue période, les pertes de temps, d'argent, et la gêne prolongée peuvent être importantes.

En outre, des conséquences macro-économiques sont également à signaler :

- L'utilisation de carrières pour y extraire des sols (des graves par exemple) qui sont enfouis quelques kilomètres plus loin contribue à leur raréfaction et au renchérissement des produits qui en dépendent (le béton par exemple).
- L'espace des décharges, de plus en plus rare et cher, devrait plutôt être utilisé pour y enfouir d'autres matériaux que des déblais, en grande partie de terrain naturel non pollué.
- Puisqu'il est techniquement évitable, le transport de milliers de tonnes de terres (environ 10 tonnes par mètre linéaire de canalisation) sur des milliers de kilomètres contribue à l'usure du patrimoine routier : par exemple, un camion de 38 t use une autoroute 400 000 fois plus qu'une voiture particulière (Lenglet 1992). En outre, le bilan énergétique national s'alourdit.

4 LA PERCEPTION DU COUT SOCIAL PAR LE PUBLIC

4.1 LA GENE DUE AUX TRAVAUX

Une enquête a été réalisée en 1991 sur six chantiers à Paris, auprès de 328 personnes (riverains, commerçants, actifs) exposées à des travaux en tranchée ouverte. L'objectif de cette enquête a été d'obtenir une évaluation des nuisances, une estimation du coût de la gêne, et de déceler le consentement du public à payer pour faire disparaître cette gêne.

Une très large majorité des interviewés (87 %) a ressenti une gêne à cause du chantier. Parmi les personnes directement exposées au chantier (appartements, bureaux, magasins), ce "taux de gêne" s'est élevé à 95 %. Les nuisances les plus souvent ressenties sont :

- le bruit, cité dans 90 % des cas ;
- la saleté et la poussière, citées par 58 % des interviewés ;
- la perturbation des communications, signalée dans 55 % des cas ;
- la gêne pour accéder aux bâtiments, dans 50 % des cas.

Les nuisances de chantier sont moins perçues dans les quartiers résidentiels, et plus dans les quartiers d'affaires ou de commerces, plus fréquentés dans la journée. Les plus jeunes perçoivent moins les nuisances des travaux urbains que leurs aînés. En fonction de la catégorie socioprofessionnelle et du niveau de revenu des enquêtés, le type de gêne ressentie est extrêmement variable.

4.2 EVALUATION DES PERTES

Comme on le supposait, il est plus aisé pour les commerçants d'évaluer les pertes dues au chantier, que pour les actifs ou les résidents du quartier. En effet, les nuisances occasionnées par les travaux se répercutent directement sur l'activité du commerçant.

Par ailleurs, l'échantillon trop petit n'a pas permis d'examiner une éventuelle relation entre l'évaluation des pertes et le revenu des ménages.

4.3 PROPENSION A PAYER

Le niveau de la gêne ressentie semble influencer directement sur le consentement à payer des interrogés. Plus l'individu est dérangé, mieux il évaluera ses pertes, et plus cher il consentira à payer les services des concessionnaires utilisant des techniques moins traumatisantes. De semblable manière, plus la surface de l'appartement ou du magasin exposée aux nuisances du chantier est grande, plus la gêne est ressentie, et plus le consentement à payer est grand. Plus le revenu du ménage est élevé, plus la propension à payer est grande.

Enfin, et c'est un point essentiel qui ressort de cette enquête, la quasi totalité des interviewés se dit favorable au développement de nouvelles techniques réduisant les nuisances (comme le microtunnelage ou autres techniques sans tranchée), et les trois-quarts ajoutent qu'ils seraient prêts à supporter une hausse des prix des services des concessionnaires pour aider à leur développement. Ce consentement traduit une réelle volonté de voir disparaître les nuisances de chantier.

5 L'APPROCHE DU COUT SOCIAL DES TRAVAUX DE VOIRIE

5.1 OUTILS D'EVALUATION DU COUT SOCIAL

Si la prise en compte du coût social reste généralement très approximative, il existe néanmoins des outils permettant une évaluation plus rigoureuse. Il existe principalement trois méthodes éprouvées pour évaluer le coût social (Vickridge et Read 1990, Albrecht 1991) :

La dépréciation immobilière. La méthode "surrogate markets", qu'on peut traduire approximativement par la "dépréciation immobilière", consiste à identifier certains coûts ou bénéfices à la valeur de biens marchands, le plus souvent des maisons ou propriétés foncières. L'hypothèse initiale est que les variations détectées dans les prix de propriétés similaires seraient dues à une différence dans la qualité de l'environnement. De là, on peut arriver à évaluer des coûts d'environnement.

Le consentement à payer. La méthode du "consentement à payer", s'appuie sur l'interrogation d'un échantillon représentatif de la population. On cherche à savoir combien le public serait prêt à payer pour obtenir une amélioration de son environnement (propension à payer), ou quelle compensation il offrirait pour éviter une dégradation de son environnement (coût d'évitement).

Indemnisation et procès en dommages-intérêts. Cette dernière méthode, dite de "l'indemnisation et procès en dommages-intérêts", est moins utilisée, car elle ne reflète que l'impact sur les victimes directes, et non celui sur l'ensemble de la collectivité concernée par les nuisances.

5.2 ORDRE DE GRANDEUR DU COUT SOCIAL DES TRAVAUX DE VOIRIE

On ne dispose encore que de peu d'estimations sur les coûts sociaux liés aux ouvrages en tranchée. On peut citer cependant quelques exemples ponctuels, qui donnent un premier aperçu de l'ampleur du sujet.

Ainsi dans le rapport " Roads and utilities " (Horne 1985), les pertes supportées par les usagers de la route à l'échelle nationale pour cause de travaux sur la voie publique ont été estimées à environ 35 millions de Livres par an. Cependant, étant donné l'incertitude sur les informations recueillies, le coût réel pourrait être le double de celui annoncé (Read 1990). L'ISTT confirme cette présomption, puisque selon elle, le coût des retards de circulation en Angleterre pour cause de travaux a été de l'ordre de 55 millions de Livres (550 M.F.) en 1990.

Une étude menée au Royaume-Uni entre 1981 et 1982 montre également l'ampleur du surcoût occasionné par les retards de circulation (Norgrove et O'Reilly, 1990). Le cas étudié portait sur un tronçon de 170 mètres en tranchée ouverte, sur une rue à deux voies, pour une durée de cinquante semaines. Le coût direct du chantier a été estimé à 6.7 millions de Francs, auxquels il convient d'ajouter des coûts indirects liés à la perturbation du trafic, de l'ordre de 2,4 millions de francs. Ce coût social, supporté par les seuls automobilistes, vient augmenter le coût global des travaux d'un tiers supplémentaire.

Pour un chantier d'assainissement aux Etats-Unis (Ø200, 300 ml, 20 raccordements), un calcul du coût social a produit les chiffres suivants pour une durée de chantier de 14 jours : 58 000 F pour les détours imposés aux automobilistes (6000 véhicules/jour), 48 000 F de perte de chiffre d'affaires des commerçants et 17 000 F de perte de recettes publiques, soit un surcoût total de 123 000 F ou un tiers du coût direct (Daley 1992). Dans certains cas (chantier de grande profondeur et de longue durée), le coût social peut même atteindre 100 % du coût direct (Ling, Read et Vickridge 1991).

Une autre étude (Vickridge 1992) permet de déterminer le surcoût pour la circulation (retard et déviation) d'un chantier de 100 ml sur une voie suburbaine (largeur 10 m, une voie par direction) en fonction de la largeur du chantier et du trafic quotidien : pour une largeur de 2 m et 45 000 véhicules/jour on obtient 1,8 M.F. par jour, pour 4,5 m (une voie) on obtient 6,75 M.F.

Une recherche bibliographique n'a pas révélé l'existence en France d'études entreprises pour tenter de chiffrer le coût social des chantiers de voirie.

6 PROPOSITIONS POUR LE CALCUL DU COUT SOCIAL DES TRAVAUX DE VOIRIE

6.1 COUT SOCIAL ISSU DE LA CONGESTION

6.1.1 Coût total de la congestion. La formule suivante est basée sur l'hypothèse d'une fermeture totale d'une rue à cause d'un chantier avec tranchée ouverte (Vickridge 1992). Le temps de retard Tr est la différence entre le temps de parcours avec déviation (parcours avec déviation/vitesse moyenne sur le parcours dévié) et le temps de parcours sans déviation (parcours normal/vitesse moyenne).

Le C.E.T.U.R. (Centre d'Etudes sur les Transports Urbains) assimile le coût du temps à la rémunération horaire moyenne, et préconise la valeur de 60 F/heure. On obtient le coût journalier avec :

- D : densité moyenne du trafic (véhicules/jour)
Pr : prix de revient kilométrique (F/km)
Ps : parcours supplémentaire (parcours dévié - parcours moyen)

- RHM : rémunération horaire moyenne x nombre de passagers par véhicule (F/véhicule/heure),
Tr : temps de retard (heures)

$$C_T = D \times (Pr \times Ps + RHM \times Tr) \quad (1)$$

6.1.2 Coût du temps de retard. On pose l'hypothèse qu'il n'y a pas de déviation et que le temps d'immobilisation imposé à l'automobiliste par un chantier de voirie équivaut à celui d'un feu rouge supplémentaire situé sur son parcours moyen. Ce temps peut être estimé à 30 secondes (Tache 1978). Avec une rémunération horaire moyenne de 60 F/heure on peut alors valoriser le retard imposé par le chantier.

En multipliant ce coût par la densité du trafic sur le parcours considéré, on obtient une évaluation globale du coût du temps de retard imposé aux automobilistes par jour de chantier (F/jour), avec :

- Tr : temps de retard imposé par le chantier sur le parcours moyen d'un véhicule (en heures).
RHM : rémunération horaire moyenne x nombre de passagers par véhicule (F/véhicule/heure).
D : densité moyenne du trafic (en véhicules/jour).

$$C_{Tr} = Tr \times RHM \times D \quad (2)$$

6.1.3 Surcoût en carburant. Si le retard imposé par le chantier est de 30 secondes sur le trajet moyen quotidien, le temps de parcours s'allonge et la vitesse moyenne diminue. La consommation de carburant hors congestion est évaluée à 10l/100 km en ville, sous congestion une augmentation de 30 à 70 % est atteinte, c'est-à-dire 13 à 17 l/100 km (Tache 1978).

On peut considérer un prix moyen du carburant à la pompe et sur la France entière (super et gasoil confondus) de l'ordre de 5 F/l. On obtient une évaluation en F/jour du surcoût en carburant SCC dû à une congestion pour cause de chantier, avec :

- P : parcours moyen (en km/véhicule),
Cc : consommation moyenne sous congestion (en l/100 km),
Cn : consommation moyenne normale (en l/100 km),
Pu : prix unitaire du carburant (en F/l),
D : densité moyenne du trafic (en véhicules/jour).

$$SCC = P \times (Cc - Cn) \times Pu \times D \quad (3)$$

Par ailleurs, l'automobiliste avisé peut décider d'emprunter un autre itinéraire afin d'échapper aux désagréments du chantier. Il couvre alors une distance supplémentaire qui occasionne une surconsommation de carburant.

Connaissant cette distance supplémentaire, la variation de la densité du trafic sur cet itinéraire de délestage, et en supposant que le trafic est fluide sur ce trajet, on peut estimer le surcoût en carburant SCD dû à une déviation pour cause de chantier en F/jour :

Ps : Parcours supplémentaire parcouru (en Km),
 Cn : consommation moyenne normale (en l/100 km),
 Pu : prix unitaire du carburant (en F/l),
 AD : variation de la densité du trafic sur l'itinéraire de délestage (en véhicules/jour).

$$SCD = Ps \times Cn \times Pu \times AD \quad (4)$$

6.1.4 Consommation d'espace. L'aménagement d'infrastructures de circulation et de stationnement constitue un investissement qui contribue au bien-être de la collectivité. Les usagers sont à même d'utiliser cet équipement et d'en tirer profit. Si un chantier mobilise la voie publique, il prive momentanément les usagers des bénéfices qu'ils pourraient en retirer. L'investissement n'est donc plus rentabilisé ; et le chantier fait supporter à la communauté un coût social lié à l'espace mobilisé. Le développement de ce concept permet de calculer le coût de mobilisation de ces infrastructures C_M en F/m²/heure (Marchand 1984). En valeur actualisée, il peut être estimé de 0,17 à 1,70 F/m²/heure, suivant le type d'équipement (rue, route nationale,...). On peut alors calculer le coût de la consommation d'espace de circulation C_{CEC} en F/m²/jour :

$$C_{CEC} = C_M \times 24 \text{ h} \quad (5)$$

On obtient un coût de la consommation d'espace de circulation de 4,08 à 40,80 F/m²/jour. Dans le cas où le chantier mobilise des places de stationnement, il prive les services municipaux d'une recette qui varie de 0,50 à 1 F/m²/heure, et cela pendant 10 heures du Lundi au vendredi. Avec ce coût de location de l'espace de stationnement C_L (en F/m²/heure) on peut évaluer le coût de la consommation d'espace de stationnement C_{CES} en F/m²/jour :

$$C_{CES} = C_L \times 10 \text{ h} \quad (6)$$

On obtient un coût de la consommation d'espace de stationnement de 5 à 10 F/m²/jour.

Connaissant le type d'espace occupé (circulation ou stationnement) et la superficie du chantier, on évalue le coût global de la consommation d'espace en F/jour.

6.2 AUTRES COUTS SOCIAUX

6.2.1 Coût social du bruit. Pour évaluer le coût de telles nuisances, on a recours habituellement à la méthode d'évitement, c'est-à-dire qu'on estime le prix à payer pour faire disparaître les désagréments. Par exemple, le coût de l'isolation phonique des façades d'immeubles soumises à plus de 65 dB (A) en région parisienne est évalué à 52,5 milliards de francs (Moch 1988).

Sur ce principe, selon le modèle proposé par le ministère allemand de l'équipement pour la construction des routes et des autoroutes, le coût d'évitement est estimé à 65 DM/équivalent-habitant. Un équivalent-habitant représente le nombre d'habitants d'un quartier sélectionné, auquel on ajoute le nombre de places disponibles dans les infrastructures publiques (écoles,

hôpitaux, etc.). Ce coût d'évitement correspond à la dépense nécessaire en vitrage antibruit pour atteindre un niveau sonore dans les appartements de 45 dB (A) seulement.

Le modèle définit des zones d'éloignement de la source de bruit. Dans chaque zone sont mesurés deux paramètres : le nombre d'équivalent-habitants et l'intensité sonore.

En intégrant des paramètres relatifs au type de rue, à la structure géographique et architecturale du quartier, à la densité de la circulation, ... le modèle propose une formule complexe aboutissant à un chiffrage du coût social du bruit.

Cependant, la gêne provoquée par un chantier de voirie n'est que temporaire, et ne saurait en aucun cas motiver à elle seule l'isolation phonique d'un appartement. La méthode d'évitement permet donc d'évaluer le coût social du bruit en milieu urbain, mais ne permet pas de discerner la part des bruits de chantier.

6.2.2 Coût de la pollution. Le modèle proposé par le ministère allemand de l'équipement pour la construction des routes et autoroutes adopte une démarche identique à celle pour le bruit, afin d'évaluer le coût social de la pollution atmosphérique. Sur la base d'un calcul macro-économique faisant référence au nombre et au coût des maladies respiratoires, le modèle propose un taux optimal de pollution par les gaz d'échappement. Ainsi, pour réduire la concentration d'oxyde de carbone à 5 mg/m³ d'air, il en coûterait 35 DM/équivalent-habitant. Des zones de concentrations identiques en oxyde de carbone sont définies, et le modèle chiffre le coût social de la pollution.

Là encore, le coût d'évitement pour la pollution atmosphérique en milieu urbain calculé par cette méthode, ne permet pas d'isoler la part incombant spécifiquement aux pollutions de chantier.

6.2.3 Coût des accidents de chantier. En ce qui concerne les chantiers en tranchée ouverte, on possède peu d'estimations sur les accidents de travail, les statistiques n'ayant pas atteint un tel degré de précision. Cependant, la F.N.B.T.P. (Fédération Nationale du Bâtiment et Travaux Publics) avance les chiffres de 36 accidents mortels en tranchée entre 1975 et 1980 et de 6 entre 1981 et 1986.

Le coût social lié à la perte de production est estimé à près de deux millions de Francs par mort en 1990. Quant aux coûts directs de tels accidents, ils sont supportés par les régimes sociaux et les assurances. On ne dispose par ailleurs d'aucune information relative à des accidents survenus au public à cause de tranchées ouvertes sur la voie publique.

6.2.4 Coût des pertes d'activité commerciale. L'un des résultats tiré de l'enquête réalisée à Paris a montré que les commerçants étaient sensibles aux nuisances des chantiers, dans la mesure où ces derniers pouvaient influencer directement sur l'activité commerciale. Près de la moitié des commerçants interrogés a estimé avoir subi une perte d'activité à cause du chantier. Il est ressorti de cette enquête que le chiffre d'affaires d'un commerçant pouvait chuter de 5 à 50 % sous l'effet du chantier. Il semble donc important d'élaborer un critère qui prenne en compte cette perte d'activité. Ce critère devrait intégrer des paramètres relatifs au nombre de commerces à proximité du chantier, au type de chantier, au type de commerces dans la rue, à la fréquentation de la rue, ... autant de précisions qui permettraient d'avoir une bonne connaissance de l'incidence du chantier sur l'activité économique d'un quartier.

7 PROPOSITIONS POUR REDUIRE LE COUT SOCIAL DES TRAVAUX DE VOIRIE

7.1 Coordination des concessionnaires

L'idée est de réduire la fréquence et la durée des travaux sur voirie, en coordonnant les projets des différents concessionnaires de réseaux, et éventuellement les projets du gestionnaire de voirie (réfection, construction d'un parking souterrain, tramway, etc.).

L'objectif est de laisser les gestionnaires de réseaux conduire leurs propres travaux d'installation de conduites, simultanément ou successivement. De cette manière, le nombre de fois où la voie publique doit être occupée ou endommagée est réduit. Cette approche ne supprime pas totalement les inconvénients générés par les travaux, mais permet de minimiser le temps d'occupation du domaine public.

A Paris, la municipalité examine les projets de travaux des différents concessionnaires au cours d'une conférence trimestrielle de coordination, à l'issue de laquelle est établi un calendrier d'exécution, des opérations, comme le précise l'arrêté municipal du 1^{er} février 1978. Actuellement, il y a environ 15 000 ouvertures de tranchées par an à Paris. La longueur totale du réseau de voirie étant de 1350 km, il y a en moyenne 11 ouvertures par km. Ce chiffre apparaît positif si on le compare à celui du district de Westminster de Londres, 89 par km (30000 ouvertures sur 338 km de voirie) (Thomson, Ingold et New 1991) ou à celui de Hong Kong, 18 par km (25000 ouvertures sur 1400 km) (Teague et Lau 1990).

7.2 Incitations financières

Le Japon a par ailleurs mis en place la « Road Occupancy Charge » (Fujita 1990), une taxe d'occupation de la voie publique qui s'applique à toute personne retirant un bénéfice de l'occupation des routes, autre que pour la circulation. Ainsi, pour poser des canalisations, les entrepreneurs doivent occuper le domaine public pendant un certain temps, sur un certain espace. Pour ce faire, ils doivent s'acquitter d'une taxe qui vise plus à les inciter à réduire la durée des travaux, qu'à réellement compenser la gêne provoquée, et utiliser des techniques sans tranchée.

L'idée d'une telle taxe d'occupation de la voie publique est fortement répandue et semble apparaître comme la meilleure solution afin d'inciter les entrepreneurs à réduire l'ampleur des interventions. Déjà pratiqué à Singapour et au Japon, le principe de cette taxation a été largement plébiscité par d'autres pays en Europe, notamment les Pays-Bas et la Grande Bretagne.

Au Royaume-Uni, un rapport pour le gouvernement (Horne 1985) avait ainsi recommandé la création d'une taxe de location de la route, le « Road Space Rental », visant à inciter les intervenants à réduire la durée globale des travaux et les gênes qui y sont liées. Le rapport a fait l'objet d'une proposition de loi qui a été votée en 1991. Le « New Roads and Streetworks Act » est entré en vigueur en Janvier 1993. Il autorise le gestionnaire de voirie à imposer une charge aux concessionnaires de réseaux si la durée des travaux excède la durée prévue ou si les travaux ne sont pas achevés dans un délai « raisonnable ».

7.3 RECOMMANDATIONS

En septembre 1991 est paru la circulaire sur la « Détermination de l'offre la plus intéressante dans les procédures de dévolution des marchés publics ». Les cinq critères de choix du Code des Marchés Publics y sont rappelés : les garanties professionnelles et financières, les prix des prestations, leur coût d'utilisation, leur valeur technique, le délai d'exécution. Parmi les critères énumérés sous le point « valeur technique de l'offre » on trouve « les mesures prises pour la réduction des nuisances ». C'est actuellement la seule incitation à l'échelle nationale entreprise en France pour réduire la gêne due aux chantiers.

7.4 UNE REGLEMENTATION PLUS SEVERE

Beaucoup de règles interviennent aujourd'hui dans le domaine de la pose de canalisations. Par contre, on s'aperçoit qu'elles ne sont pas toujours respectées, ce qui mène à des accidents, des dysfonctionnements des réseaux, des affaissements de chaussée, etc.

Si la conformité à toutes les règles en vigueur était systématiquement vérifiée (qualification des entreprises et du personnel, sécurité du blindage, qualité du compactage, etc.), les chantiers en tranchée ouverte perdraient déjà une grande partie de leur compétitivité face aux techniques sans tranchée.

Mais quelques autorités municipales vont encore plus loin en adoptant des nouvelles réglementations plus strictes :

Dans les centres des grandes villes japonaises, l'ouverture de tranchées n'est autorisée qu'entre 20 h et 6 h, qu'il s'agisse de la chaussée ou du trottoir. Les engins de chantier sont insonorisés. Le matin, ils sont garés dans les alentours du chantier et la tranchée est couverte de planches en acier sur lesquelles la circulation est assurée normalement.

A Berlin, la ville impose l'échange de toutes les conduites lors de la réfection d'une rue si elles sont, par exemple pour l'eau et le gaz, en fonte grise, mais elle subventionne ces travaux jusqu'à 50 %. En général, il n'y a pas d'autorisations pour de nouveaux tracés. Le remplacement place pour place est également imposé pour protéger les arbres (on en trouve en moyenne tous les 11 m à Berlin). La récupération des anciennes conduites est exigée, aussi bien pour protéger la nappe phréatique que pour éviter que la nouvelle conduite repose sur les débris de l'ancienne.

La ville de Toulouse a adopté un système de charge pour la réfection de chaussée. La surface facturée n'est pas calculée avec la largeur de la tranchée mais avec un supplément de 50 cm de chaque côté.

A Paris, l'ouverture de tranchées dans une rue avec un revêtement âgé de moins de trois ans n'est autorisée que dans trois cas précis : mesure de sécurité, raccordement d'un immeuble ou surface de tranchée inférieure à 7 m².

CONCLUSION

Le bénéfice social retiré de l'utilisation des techniques sans tranchées peut être considérable. Les nuisances occasionnées par l'ouverture d'une tranchée en site urbain encombré sont de plus en plus mal supportées par le public.

L'enquête réalisée à Paris a montré que la gêne vient avant tout du bruit, de la saleté du chantier et des difficultés d'accès aux bâtiments. Si l'enquête réalisée a mis en évidence le désir des riverains de voir disparaître les nuisances, elle reflète aussi la difficulté pour le public d'appréhender le coût de la gêne.

Néanmoins, l'enquête a fait apparaître la volonté du public à contribuer financièrement (à travers une augmentation des prix des services offerts par les concessionnaires) à la promotion des techniques sans tranchées. Ainsi, si les maîtres d'ouvrages devaient utiliser des techniques moins gênantes mais plus chères, ils pourraient compter sur la compréhension des abonnés.

Un chantier standard de travaux publics devient un projet unique si on prend en considération les particularités que lui confère une estimation des coûts sociaux. Les variations peuvent être considérables au sein d'une même rue, en fonction de nombreux paramètres comme la structure économique du quartier (présence de commerces ou non), les possibilités de stationnement (gratuit ou payant), la saisonnalité des activités (terrasses de cafés en été, absentes en hivers), etc... Il est vrai que le coût social est difficile à traduire en termes monétaires.

Malgré les précautions apportées, les modèles et formules présentées restent contestables, d'une part, parce que les hypothèses peuvent sembler trop peu réalistes, d'autre part, parce que les formules ne traitent jamais toutes les composantes du coût social. On peut donc difficilement quantifier les économies externes réalisées grâce aux techniques sans tranchées.

Pour l'avenir on peut espérer un développement de conscience pour l'environnement dans le domaine des travaux de voirie. Il se traduira inéluctablement par un renforcement des exigences et des réglementations pour les travaux sur des voies urbaines.

Les exemples présentés montrent que ce changement d'attitude semble être le moyen le plus efficace pour réduire considérablement le coût social de la pose de canalisations en tranchée ouverte.

Marchés de Microtunnelage

DOSSIER PILOTE

4 - ANNEXE

**Le risque du sol et le règlement des
travaux applicables aux marchés publics**

I - LE CADRE JURIDIQUE ET REGLEMENTAIRE DES MARCHES PUBLICS

Tout d'abord, précisons qu'il n'existe aucune disposition particulière dans le Code des Marchés Publics concernant l'attitude à adopter par le Maître d'Ouvrage à l'égard des risques du sol. Cependant, dans les CCAG et CCTG TRAVAUX, certains articles énoncent quelques principes.

A - Le CCAG TRAVAUX :

- Article 3.11 : pièces constitutives du marché :

Cet article prévoit que les résultats des sondages et le dossier géotechnique ne seront considérés comme pièces contractuelles que si elles sont explicitement mentionnées comme telles dans le marché.

A contrario, le Maître d'Ouvrage peut fournir des résultats de sondages et des dossiers géotechniques qui ne seront pas considérées comme contractuels, n'engageant donc pas sa responsabilité.

- Article 10.11 : contenu et caractère des prix:

Si les aléas géologiques ne sont pas *EXPRESSEMENT* mentionnés dans le marché comme figurant au nombre des sujétions qui ne sont pas couvertes par les prix, le titulaire ne pourra pas réclamer au maître d'ouvrage un supplément de prix en cas d'aléas géologiques sauf s'il démontre qu'elles n'étaient pas normalement prévisibles lors de la signature du marché. A ce propos, selon l'étude de M.J. CATZ sur 329 arrêts, il ressort que, sur 414 chefs de demande fondés sur la théorie des sujétions imprévues, 162 seulement ont été admis par le Conseil d'Etat, soit 40 %.

- Article 29 : plans d'exécution - notes de calculs - études de détail:

Il doit y avoir approbation ou visa par le maître d'oeuvre des documents nécessaires à l'exécution des ouvrages; il y a donc engagement du maître d'oeuvre et, par suite, du maître d'ouvrage.

Dans ce cas, il est donc possible de restituer au maître d'ouvrage, à travers le maître d'oeuvre, la responsabilité du risque du sol car il suffit que le marché contienne une disposition selon laquelle, parmi les documents nécessaires à la réalisation de l'ouvrage (visés à l'article 29.2), doit figurer une étude de reconnaissance des sols; cependant, comme la responsabilité de l'entrepreneur n'est pas engagée par la teneur de ces documents qui serviront de base à l'établissement des plans d'exécution, toute surprise géologique qui se révélerait par rapport à l'étude fournie ne pourrait être mise à sa charge, sauf erreur, omission ou contradiction aisément décelable par un homme de l'art.

B - Le CCTG TRAVAUX :

- fascicule 69 : travaux en souterrain:

Seul ce document technique fait référence à la contractualisation du mémoire de synthèse du dossier géologique et hydrogéologique établi par le maître d'oeuvre, sous réserve que le CCAP n'exclue pas ce caractère. Donc, le principe posé par ce document est la contractualisation du dossier géotechnique mais l'exception est possible; par conséquent, certains travaux en souterrain peuvent être exécutés sans que le maître d'ouvrage s'engage contractuellement sur la réalité des informations géologiques communiquées aux entreprises.

C - La Directive Guide :

- chapitre H.h4 :

Les principes énoncés traitent de la répartition des aléas entre le maître d'ouvrage et les entreprises; cette dernière doit, selon la directive, garder à sa charge les seuls aléas d'origine climatique, météorologique ou géologique dont l'importance ne justifierait pas l'application de la théorie des sujétions imprévues. En fait, il s'agit de distinguer entre ces aléas ceux d'origine climatique et météorologique sur lesquels on peut disposer de statistiques et sur lesquels l'homme ne peut rien car il s'agit de phénomènes futurs et les aléas géologiques qui existent potentiellement au moment où le marché est signé et où il peut réduire dans une proportion appréciable l'incertitude qui s'attache à cet élément en procédant à toute étude nécessaire; ainsi, cette action incombe-t-elle à l'administration lorsqu'elle agit comme architecte du projet (chapitre N section 2.1).

- chapitre J section j1, 2-2, 2-3 : contenu du dossier de consultation des entreprises :

La partie I du dossier contient les pièces constitutives du marché engageant la personne responsable du marché et, parmi celles-là, figurent, «s'ils sont mentionnés comme pièces constitutives du marché, plans, notes de calcul ainsi que cahier de sondages, dossiers géotechniques, ...»

La partie II contient des pièces propres à faciliter au candidat l'intelligence du dossier, telles que les données géologiques...ces pièces n'ont qu'un caractère indicatif et n'engagent pas la responsabilité du maître d'ouvrage. Ainsi, cette clause laisse au maître d'ouvrage la faculté de ne pas mentionner au CCAP comme pièces constitutives du marché, et par suite engageant sa responsabilité, des documents importants (résultats de sondages et dossiers géotechniques). Les éléments peuvent être communiqués à l'entrepreneur à titre purement indicatif sous forme de données géologiques. De cette manière le risque du sol est transféré sur l'entreprise.

Au total, la réglementation propre aux marchés publics n'apporte pas de solution équitable pouvant envisager une répartition juste des aléas géologiques; alors quelle solution retenir, sachant que les clauses contractuelles attribuant quelque responsabilité au maître d'ouvrage ne peuvent être admises? En effet, serait irrecevable une stipulation aux termes de laquelle l'entrepreneur, par le fait même de sa soumission, reconnaît qu'il a procédé à toutes études et investigations du sol, qu'il en a pris une

parfaite connaissance, qu'il a contrôlé toutes les données du projet, que son prix tient compte de toutes les sujétions y compris celles du sol et donc qu'il renonce par avance à toute réclamation, toute demande de supplément fondée sur la rencontre de difficultés quelconques parce qu'il est certain que l'entreprise n'a ni le temps, ni les moyens financiers de procéder à l'étude complète du sol et au contrôle du projet.

II - LES PROPOSITIONS

A - Les recommandations de l'AITES

- L'association internationale des travaux en souterrain propose l'insertion dans les marchés d'une «CLAUSE DE CHANGEMENT DE CONDITIONS» afin que le prix contractuel soit révisé dans la cas où l'on rencontre des conditions inconnues donc normalement non prévues.

« Si l'entrepreneur rencontre...pendant l'exécution des travaux des conditions de sous-sol et/ou des conditions physiques sur le site différant substantiellement de celles mentionnées sur les plans ou indiquées dans les spécifications ou des conditions physiques inconnues d'une nature inhabituelle différant substantiellement de celles ordinairement rencontrées et généralement reconnues comme inhérentes aux travaux tels que décrits dans les plans et spécifications, le représentant du maître d'ouvrage sera avisé immédiatement par écrit de telles conditions avant qu'elles ne soit modifiées. Ce représentant procédera promptement à l'examen de ces conditions et, s'il estime qu'elles sont substantiellement différentes, le contrat sera modifié sous réserve que l'approbation requise de l'autorité supérieure, afin de prévoir un équitable ajustement du prix contractuel et/ou des modifications de délai résultant de telles conditions ».

- Le maître d'ouvrage a l'obligation de communiquer intégralement les informations disponibles sur le sous-sol, incluant d'une part les données factuelles, d'autre part leur interprétation.

- Les clauses dites de « déni de responsabilité » seront éliminées.

- Les prix pourraient être forfaitisés ; en effet, quand on consulte les entreprises à prix forfaitaire, elles sont responsables des quantités d'ouvrages qu'elles indiquent dans la décomposition de leur offre (cf. article 11-22 du CCAG TRAVAUX). Mais, lorsqu'est joint au DCE le quantitatif établi par le maître d'oeuvre, les entreprises, compte tenu du délai de réponse qui leur est imposé, reprennent purement et simplement pour justifier leur offre les quantités indiquées par le maître d'oeuvre. Il faudrait demander aux entreprises d'établir leurs prix sur la base du quantitatif de l'administration, toutes les offres étant jugées sur les mêmes bases dans les conditions d'un marché à prix unitaires ; l'entreprise la mieux disante serait invitée à vérifier les quantités pendant la période de mise au point du marché avant forfaitisation.

Ainsi, les aléas techniques seraient à la charge de l'administration, les aléas économiques à la charge de l'entreprise.

B - La suggestion de M.J. CATZ : une proposition de réforme

Auteur d'une thèse sur « les constructeurs et le risque du sol » Editions du Moniteur(1985), M CATZ propose la réforme suivante :

- Le maître d'ouvrage doit prendre en charge le coût des dépenses supplémentaires entraînées par les conditions géologiques particulières du terrain qu'il a choisi et dont il doit assurer la reconnaissance avant toute construction.

- Le maître d'oeuvre chargé de la conception de l'ouvrage est tenu de procéder à l'étude de sol afin d'en tenir compte dans l'élaboration de son projet. Il doit fournir aux entreprises, au stade de la consultation, tous les renseignements géologiques nécessaires à l'appréciation des conditions d'exécution afin que le prix proposé puisse être établi en connaissance de cause.

- Le marché doit mentionner les conditions géologiques qui ont servi de base à l'établissement des prix de la construction et ces informations ayant un caractère contractuel engageant la responsabilité du maître de l'ouvrage.

- En cas de rencontre, au cours de l'exécution des travaux, de conditions géologiques différentes de celles qui figurent au marché et nécessitant une modification du projet ou du processus opératoire, l'entreprise doit être indemnisée de la totalité des dépenses supplémentaires qu'elle supporte à ce titre.

- Toute insertion dans les marchés publics ou privés de clauses exonératoires ou léonines tendant à reporter les conséquences financières du risque du sol sur l'entreprise est interdite et les clauses doivent être considérées comme nulles et non avenues.

- Une telle réforme pourrait se traduire par certaines dispositions législatives ou réglementaires qui permettraient ainsi de rendre indiscutable, aux yeux de tous les participants à l'acte de construire, une solution claire et équitable du problème du risque du sol.

- Deux nouveaux articles du Code Civil 1787.1 et 1787.2 viendraient poser les bases fondamentales de la réforme. En outre, un second alinéa pourrait être ajouté à l'article du Code Civil pour préciser que le plan arrêté et convenu contient une définition précise des fondations et, qu'en cas de rencontre d'un terrain d'une nature imprévue, l'entrepreneur sera indemnisé de ses suppléments de coûts entraînés par ces aléas géologiques.

- Diverses modifications du Code des Devoirs Professionnels des architectes, du code des Marchés Publics, du CCAG, du CCTG et des normes AFNOR devraient intervenir pour mettre ces textes en harmonie avec les nouveaux articles du Code Civil.

C - Une solution intermédiaire : la procédure contradictoire

Celle-ci est proposée par Melle ARAL, auteur d'une thèse afférente à « la contractualisation du dossier géotechnique dans les marchés publics de travaux » (1983). La proposition consiste, outre la responsabilité de l'entrepreneur, à donner à ce dernier une information suffisante pour lui permettre d'évaluer ses coûts avec une précision satisfaisante ; ainsi, le mémoire servant de base à la soumission fourni par le maître d'oeuvre ne comporterait pas d'interprétation mais seulement les résultats bruts des essais et sondages exprimés suivants les normes en usage dans la profession. Une notice jointe au DCE, non contractuelle, préciserait les limites et les interdictions de la démarche adoptée. Ainsi, ce mémoire géotechnique établi par le maître d'oeuvre pourrait systématiquement comporter :

- une série de plans de l'ouvrage au 1/1000e (ou 1/5000e) avec l'implantation des différents sondages et leur légende, et les différentes caractéristiques topographiques (lignes de niveau, bâtiment, voies de circulation,...)
- un profil en long géotechnique relatif aux difficultés d'extraction (échelles 1/1000e en plan et 1/100e en altitude) faisant apparaître les différentes zones distinguées en fonction des caractéristiques des terrains vis à vis de leur extraction.
- un profil en long géotechnique relatif aux différents sols rencontrés dans les déblais.

Ces trois plans pourraient être complétés (pour chaque section) par des informations sur la nature des formations géologiques et la description visuelle des matériaux rencontrés dans chaque formation.

Tous ces renseignements seraient donnés *SANS INTERPRETATION* mais seraient spécifiés les moyens utilisés pour arriver aux résultats (sondages, carottages,...) et une hiérarchie des difficultés pourrait être établie. L'entrepreneur disposera ainsi de données brutes les plus finies possibles pour analyser les mouvements de terre, sachant qu'il lui sera fait obligation d'inclure dans son offre un *MEMOIRE JUSTIFICATIF* des hypothèses qu'il a faites à partir des éléments qui lui ont été communiqués dans le dossier géotechnique. Ainsi, l'entrepreneur devra justifier des choix de procédés et de moyens qu'il compte mettre en oeuvre et donner toutes mentions quantitatives aboutissant à la formation des prix, et donc :

- proposer le plan de mouvement des terres qu'il envisage d'appliquer,
- indiquer la constitution des ateliers qu'il compte utiliser,
- les méthodes de travail,
- les cadences,
- les modes d'extraction,
- fournir le détail d'établissement des prix des natures d'ouvrages qui lui seront demandés.

Les documents remis par l'entreprise permettraient le choix de l'attributaire, ce choix étant fait en fonction d'une analyse multicritère où l'effort fait par l'entreprise au niveau du dossier serait une garantie du sérieux de celle-ci. Le maître d'ouvrage aurait

à sa charge des études suffisamment poussées pour pouvoir définir, aussi finement que possible, le projet par des données brutes que l'entreprise, sortant de son rôle de simple exécutant, devrait interpréter pour faire son offre.

En conclusion, on peut considérer ainsi réunir avec le dossier géotechnique, objet du mémoire de base de la soumission, conçu par le maître d'ouvrage et le mémoire justificatif de l'entrepreneur les fonctions initiales de deux partenaires qui servirait de référence avant, pendant et après les travaux, en cas de litige éventuel.

Bien évidemment, ces contraintes imposées aux soumissionnaires nécessiteraient :

- l'allongement des délais de remise des offres car le réflexion de mandée à partir des données brutes fournies par le maître d'ouvrage est de la compétence des entreprises,
- l'indemnisation des offres non retenues, les interprétations demandées nécessitant des frais de personnel et de matériel; il serait donc envisageable de mettre en place un système analogue à celui utilisé dans les marchés d'ingénierie et d'architecture ou dans les appels d'offres avec concours. Il s'agirait cependant d'évaluer le coût financier d'une telle procédure contradictoire.

Si l'on retient cette proposition, il y aurait nécessité de déroger :

- à l'article 3.11 du CCAG TRAVAUX en insérant la disposition suivante : « les données sur les conditions hydrologiques et du sous-sol obtenues par le maître d'ouvrage, ou pour son compte, à partir d'études entreprises dans la perspective des travaux, données servant de base à la soumission ».
- à l'article 29.11 du CCAG TRAVAUX en insérant la disposition suivante: « sauf stipulation différente du CCAP, l'entrepreneur établit, *D'APRES LES DONNEES SUR LES CONDITIONS HYDROLOGIQUES ET DU SOUS-SOL OBTENUES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE*, ou pour son compte, à partir d'études entreprises dans la perspective des travaux, données servant de base à la soumission, les documents nécessaires à la réalisation des ouvrages ».
- à l'article 29.2 du CCAG TRAVAUX en insérant la disposition suivante : « le marché prévoyant que le maître d'oeuvre fournit à l'entrepreneur les documents servant de base à la réalisation des ouvrages... »

CONCLUSION

On constate dans les réflexions et propositions de réforme sur ce sujet une tendance à vouloir transférer sur le maître d'ouvrage les conséquences financières liées au risque du sol, sachant que cette orientation est motivée par le fait que marché public de travaux, qui est un contrat administratif, doit respecter l'équilibre des parties, c'est-à-dire que le maître d'ouvrage doit payer à l'entreprise le juste prix de l'ouvrage exécuté.



FSTT

Comité Français pour les Travaux Sans Tranchée

72 avenue Pasteur - 93100 MONTREUIL
Tél. 48.70.92.32 - Fax 48.70.99.79