

Chapitre 4 : Pose de canalisations

Introduction

Avant la réalisation de tout projet de pose de conduite, il va falloir tout d'abord étudier la faisabilité de ce projet, de déterminer l'implantation du réseau, d'analyser les caractéristiques des sols, de l'eau transportée dans les canalisations, d'établir une reconnaissance précise des ouvrages souterrains situés à proximité du futur réseau. Les travaux de pose seront réalisés dans le respect des prescriptions établies par le maître d'ouvrage. Les entreprises chargées de l'exécution des travaux doivent maîtriser parfaitement les règles de l'art et livrer des ouvrages fiables, exempts de malfaçons et permettant au distributeur d'accomplir dans les meilleures conditions, ses travaux d'entretien.

4.1. Critères de choix des canalisations

Lors de la phase de conception d'opérations de renouvellement et pose des canalisations, le choix du matériau doit se baser sur des critères techniques et économiques ainsi que sur sa disponibilité sur le marché. On veillera à utiliser des matériaux conformes à la nature du liquide à transporter.

Dans le choix de conduites, on doit tenir compte de la nature de leur revêtement interne et externe et particulièrement interne par rapport à sa conformité sanitaire de la qualité des eaux et de sa compatibilité avec les caractéristiques de l'eau à transporter, sa résistance aux agents externes liés aux problèmes de corrosions du sol. Les conduites doivent être :

- étanche à l'eau ;
- de faible rugosité ;
- de faible porosité ;
- de forte compacité ;
- résistant à l'abrasion ;
- adapté aux types du sol et de sa consistance ;
- adapté à la nature du milieu traversé (saturé ou sec).

Il faudra vérifier si l'eau véhiculée n'est pas agressive aux conduites, pièces spéciales (tel que le Té, coude..., joints et autres équipements).

4.1.1 Choix des canalisations en fonction du liquide transporté

L'eau est l'élément véhiculée dans les réseaux présentent des caractéristiques physicochimiques très différentes. Deux principaux types d'eaux sont à prendre en compte :

- Les eaux corrosives pouvant attaquer le métal non revêtu ;
- Les eaux agressives envers les matériaux à base de ciment.

4.1.2 Choix des canalisations en fonction du type de sol

Un revêtement extérieur a pour fonction d'assurer une protection durable contre la corrosivité des sols. Afin de pouvoir déterminer la conduite adaptée à un type de sol défini, une étude préalable sur la corrosivité / agressivité du terrain est conseillée.

On peut distinguer en première analyse les terrains suivants :

- 1- à faible risque : sables et graviers, matériaux d'empierrements et les calcaires.
- 2- à risque élevé : marnes et argiles.
- 3- à risque très élevé : gypse, pyrite et combustible.

4.2 Terrassement pour canalisations

La réalisation des travaux de terrassement pour pose de conduite doit tenir compte des contraintes dont particulièrement celles qui ont conduit aux dimensionnements mécanique et hydraulique des tuyaux. Les éléments intervenant dans la conception des tranchées et des réseaux sont :

- les profils en travers ;
- la largeur de tranchée ;
- la hauteur de couverture ;
- les types de sols et les paramètres correspondants ; les charges liées notamment aux engins de chantier ; le système de « blindage » ou d'étayage ;
- les objectifs de compactage ou méthode minimale de compactage ;
- le niveau de la nappe phréatique.

En tenant compte du fait que le comportement à long terme d'un ouvrage enterré est directement lié au comportement de son environnement géotechnique et en particulier, à la stabilité du sol de fondation, d'où la nécessité de prévoir préalablement (à la phase de conception du projet). Cette étude doit se faire en 3 phases :

Phase 1 basée sur la visite du site de projet, la consultation des cartes géologiques, la consultation de la documentation archivés, les enquêtes, les levés de terrain, etc.

La phase 2 consiste à effectuer une reconnaissance à partir de sondages (creusement d'une fosse et observation des matériaux et des comportements), et éventuellement d'essais de laboratoire.

La phase 3 est réservée au traitement de problèmes spécifiques ou de risques peu fréquents, ce qui nécessite des moyens et des méthodes particulières. A titre d'exemple, on peut citer :

- si la nappe est affleurante, le dimensionnement d'un rabattement par puits drainants ;
- la caractérisation de la résistance de sols rocheux ; etc....

Lors de la pose, il faut veiller à ce que le fond de la tranchée soit purgé des pierres qui pourraient s'y trouver ; il est convenablement dressé. La profondeur de cette tranchée est déterminée de façon qu'une distance suffisante soit ménagée au dessus de la génératrice supérieure du tuyau pour éviter les dégâts qui pourraient être causés par le gel. Cette distance varie de 0.6 à 1.2 m selon les régions.

Le fond de fouille est ensuite recouvert d'un lit de pose de 0.15 m à 0.2 m d'épaisseur bien pilonné et bien nivelé suivant les cotes du profil en long. Ce lit de pose est constitué :

- Par gravier, dans les terres ordinaires ;

- Par de la pierre cassé à l'anneau de 5 cm pour former drains dans des terrains imperméables ou rocheux.
- Par un lit de béton maigre dans les parties rocheuses très en pente

4.2.1 Dimensionnement des tranchées

a. Structure générale des tranchées

La structure idéale d'une tranchée comporte les 3 parties suivantes (Fig.1) :

- ☑ La zone de remblai proprement (1) dite, composée des parties inférieure et supérieure du remblai.
- ☑ La zone d'enrobage (2) constituée par :
 - le lit de pose ;
 - l'assise ;
 - le remblai latéral ;
 - le remblai initial enrobant.
- ☑ Le sol en place (3).

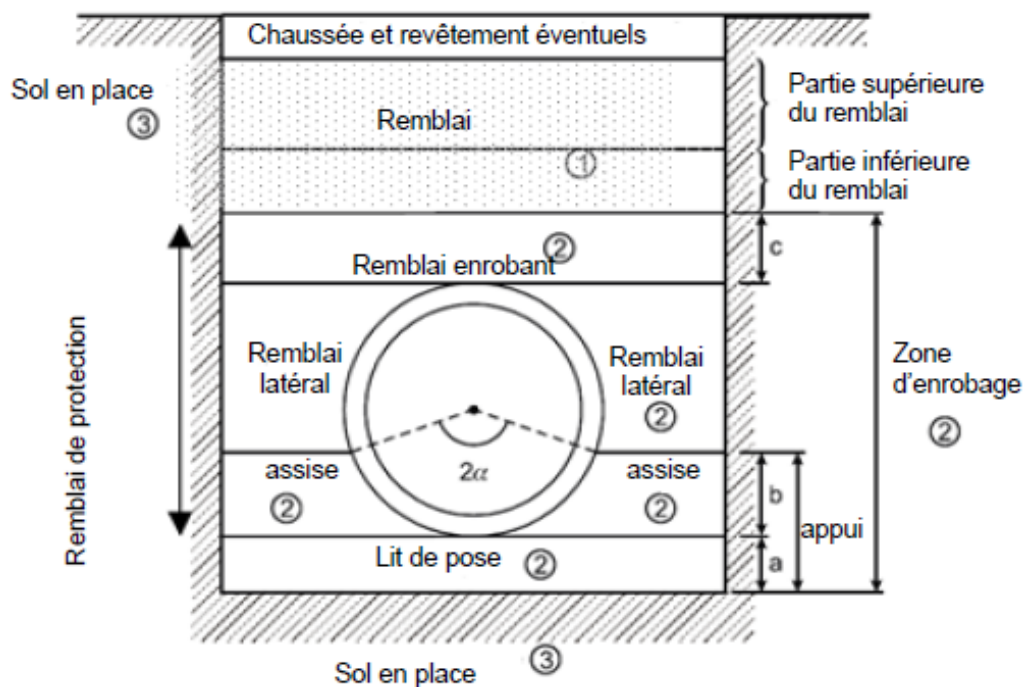


Figure 1 : structure simplifiée d'une tranchée

La tranchée ne doit pas être creusée en dessous de la côte théorique du projet, pour éviter toute évolution ou variation du fond pouvant affecter la rectitude et la pente (contre pente) des canalisations (spécialement dans le cas des réseaux gravitaires).

Le fond de fouille doit être débarrassé de tout point dur (roches de grosse granulométrie, vestiges de maçonnerie, etc.). Si des bancs rocheux ou des maçonneries sont rencontrés, le fond de fouille est approfondi afin de créer un lit de pose compacté en substitution des terres manquantes, et ce avant la pose.

b. Profondeur des tranchées simples

Dans le cas du transport de liquides sous pression (distribution d'eau potable), la profondeur de la canalisation doit permettre une protection minimale des contraintes supérieures et limiter l'accès à la canalisation. La profondeur minimale à préconiser au dessus de la génératrice supérieure de la conduite est de 0,5 m.

Dans les canalisations d'assainissement, plusieurs paramètres sont donc à prendre en compte:

- la nature du sol et du remblai,
- la qualité du compactage recherché,
- la présence éventuelle d'une nappe phréatique.

c. Largeur des tranchées

Pour les canalisations de petit diamètre (jusqu'à 4 pouces), la largeur de la tranchée sera au minimum de 30 cm pour permettre la mise en place et le compactage des matériaux. Entre 4 et 8 pouces, la largeur de la tranchée sera au minimum de 60 cm.

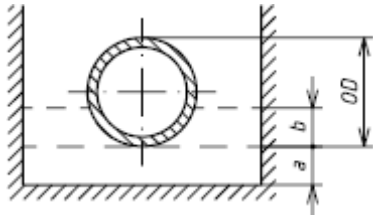
Le tableau 1 suivant résume la largeur de la tranchée pour des canalisations de diamètre supérieur à 8 pouces.

Tableau 1 : Largeur minimale en fonction des diamètres nominaux (extérieurs)

DN	Largeur minimale de tranchée (OD + X) m		
	Tranchée blindée ²	Tranchée non étayée	
		b > 60°	b < 60°
DN < 225	OD + 0,40		OD + 0,40
225 < DN < 350	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
350 < DN < 700	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
700 < DN < 1200	OD + 0,85	OD + 0,85	OD + 0,40
1200 < DN	OD + 1,00	OD + 1,00	OD + 0,40
Dans les valeurs OD + X, l'espace de travail minimal entre le tuyau et la paroi de tranchée ou le blindage est égal à X/2			
OD est le diamètre extérieur, en mètres			
b est l'angle de paroi de tranchée non blindée mesuré par rapport à l'horizontale			

d. Appuis des canalisations et sur le fond de la tranchée

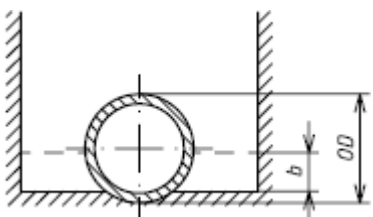
L'absence ou la présence de ce lit de pose définit trois types d'appui des collecteurs et canalisations :



Appui type 1

Le type d'appui n° 1 peut être utilisé dans tous les cas d'enrobage, soutenant les tuyaux sur toute la longueur.

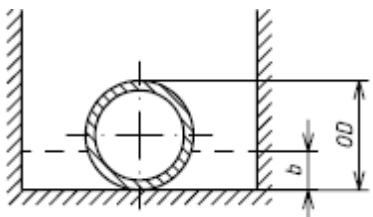
Sauf spécification contraire, l'épaisseur minimale du lit de pose mesurée sous la conduite ne doit pas être inférieure à 100 mm en conditions de sol normales et 150 mm en cas de sol dur ou rocheux. L'épaisseur, b, sera évaluée à 1/3 du diamètre.



Appui type 2

Le type d'appui n° 2 peut être utilisé dans un sol homogène, suffisamment meuble, à granularité fine, soutenant les tuyaux sur toute la longueur du fût. On peut poser les tuyaux directement sur le fond de tranchée égalisé et mis en forme.

L'épaisseur de l'assise, b, sera évaluée à 1/2 du diamètre.



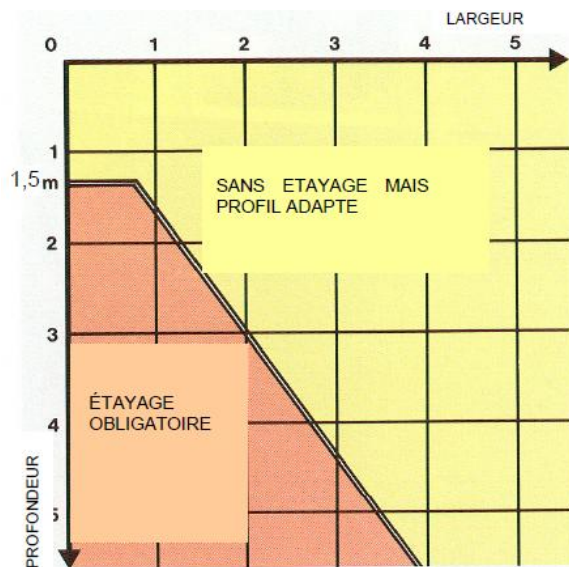
Appui type 3

Le type d'appui n° 3 peut être utilisé dans un sol homogène, à granularité assez fine, soutenant les tuyaux sur toute la longueur du fût. On peut poser les tuyaux directement sur le fond de tranchée égalisé. L'épaisseur de l'assise, b, sera évaluée à 1/3 du diamètre

4.2.2 Réalisation des tranchées

a. Etayage des tranchées

Toute tranchée de plus de 1,5 m de profondeur, susceptible de devoir abriter une intervention humaine en fond d'excavation doit être protégée par étayage ou blindage, ou faire l'objet d'étude de terrassement sur les pentes de remblais. Au-delà de 1,5 m, sans étayage ou blindage, la pente de creusement ne doit pas excéder 45° hormis en terrain rocheux ou s'effritant difficilement.



4.3 Remblais pour canalisations

La structure idéale d'une tranchée comporte les 3 parties suivantes (Fig.1) :

- La zone de remblai proprement (1) dite, composée des parties inférieure et supérieure du remblai.
- La zone d'enrobage (2) constituée par :
 - le lit de pose ;
 - l'assise ;
 - le remblai latéral ;
 - le remblai initial enrobant.
- Le sol en place (3).

L'exécution de l'enrobage conditionne la bonne tenue des tuyaux. Certaines parties de l'enrobage peuvent être supprimées, confondues ou modifiées, ainsi :

- les tuyaux comportant un ou des appuis incorporés peuvent permettre la suppression de l'assise et l'exécution directe des remblais de protection ;
- une assise en béton peut remplacer le lit de pose mais n'est pas conseillée en zone

L'assise et l'enrobage conditionne la bonne tenue de la canalisation ; le matériau utilisé est poussé et damé à la main sous les flancs de la canalisation. Cette opération sera suivie par la phase de remblaiement et le damage, par couches jusqu'à une hauteur de 0.10 m au dessus de la génératrice supérieure de l'assemblage de façon à parfaire l'enrobage.

A partir du 0.10 m de hauteur, le remblaiement poursuivi à l'aide d'engins mécaniques avec la terre des déblais purgée des éléments, pierres supérieures à 30 mm ; l'ensemble est légèrement damé. Cela est acceptable dans la situation où la tranchée est ouverte dans un terrain de culture.

4.4 Manutentions des canalisations

a. Tubes conditionnés en barres droites

Le chargement et le déchargement des tubes à l'aide d'une grue doivent se faire exclusivement avec des sangles ou des élingues non métalliques bien réparties sur toute la longueur du fardeau.

Pour les tubes dont la longueur excède six (06) mètres, il faut conditionner les barres dans un cadre ou utiliser un palonnier dont la longueur devra être égale à la moitié environ de la longueur des barres.

Les fardeaux ou tubes de moins de six (06) mètres de longueur peuvent être manutentionnés avec des chariots élévateurs sous réserve d'un écartement des fourches de levage inférieur ou égale à deux (02) mètres.

La manutention des tubes et fardeaux de plus de six (06) mètres de longueur doit s'effectuer avec des chariots à chargement latéral équipés d'au moins quatre (04) fourches.

b. Tubes conditionnés en couronnes

Les attaches fixées lors du conditionnement des tubes en usine devront être conservées jusqu'à la mise en œuvre des tubes. Des précautions devront être prises afin d'éviter le déroulement brutal des couronnes lors de la pose des tubes.

Les couronnes de tubes de petit diamètre peuvent être facilement manutentionnées à la main. Les couronnes plus lourdes doivent être chargées ou déchargées, à l'aide d'un chariot élévateur, avec des sangles en polyamide ou en polypropylène ou autre matériau équivalent.



c. Tubes conditionnés en tourets

Les attaches posées en usine pour assurer le maintien des tubes dans le touret ne doivent pas être enlevées jusqu'à la mise en œuvre des tubes.

Le chargement et le déchargement des tourets seront effectués exclusivement à l'aide de grues ou de chariots élévateurs.

Le touret qu'il soit vide ou plein devra être calé au sol avant de le libérer de l'engin de levage.

Des précautions devront être prises pour éviter tout incident pouvant être provoqué par le déroulement brutal des tubes sur le chantier.

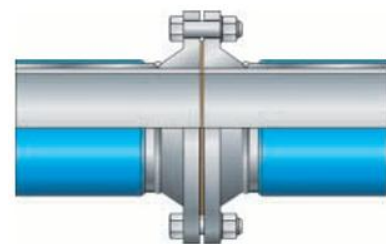


4.5 Technique de pose et d'assemblage des canalisations

Les techniques d'assemblage doivent toutes assurer une étanchéité absolue entre deux éléments de canalisation. D'autres techniques ne sont utilisables que sur certains matériaux en particulier comme par exemple le soudage. La mise en œuvre des techniques d'assemblage exige le plus grand soin car elles conditionnent l'étanchéité du réseau. Les techniques d'assemblage sont :

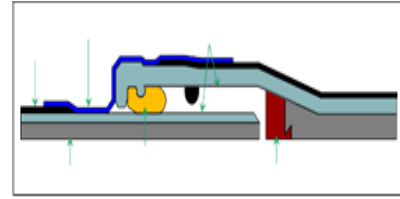
a. Assemblage à brides

La bride est une pièce circulaire percée de trous dans lesquels se positionnent des tiges filetées. Cette bride peut être fixe ou orientable. Elle est située à l'extrémité de la canalisation ou de l'accessoire. Entre les deux brides vient se positionner un joint plat ensuite comprimé par le serrage homogène de la boulonnerie. La pression nominale de la bride est déterminée par le diamètre de la boulonnerie et le nombre de points de serrage.



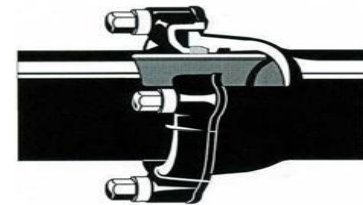
b. Assemblage flexible à joint automatique

L'emboîture du tuyau est munie d'une gorge dans laquelle vient se placer la bague de joint en élastomère. L'extrémité lisse du tuyau doit se loger dans l'emboîture en exerçant en permanence des forces de compression sur la bague d'étanchéité. La pression de l'eau contribue encore à améliorer le contact entre la bague d'étanchéité et la paroi externe du tuyau.



c. Assemblage flexible à joint mécanique

Cette technique est surtout utilisée pour réaliser l'assemblage entre un accessoire et l'extrémité unie d'un tuyau. La bague de joint en élastomère vient se loger dans une gorge à l'entrée de l'emboîture et la compression de cette bague est assurée par le talon de butée de la contre-bride de serrage. Utilisé surtout pour les accessoires en fonte.

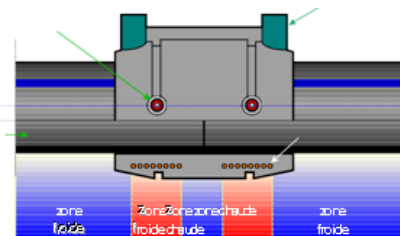


d. Assemblage à joint soudé pour l'acier

Il existe deux méthodes de soudage des tubes acier ; le soudage à l'électrode cellulosique et le soudage semi-automatique permettant d'atteindre des cadences élevées et s'applique plus particulièrement aux chantiers importants. Dans les deux cas, la soudure se fait en 3 phases : la première étant la phase de pénétration, les deux autres sont les passes de remplissage. Une fois l'assemblage réalisé, le revêtement extérieur sera rétabli autour de la soudure.

e. Assemblage électrosoudé pour le PEHD

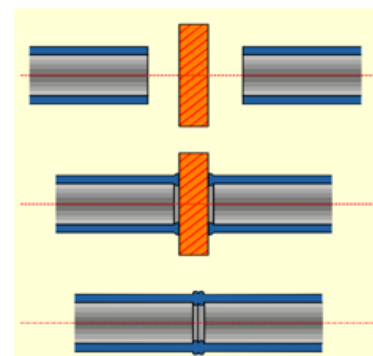
Cette technique consiste à réaliser des assemblages au moyen de raccords électrosoudables. Une résistance électrique a été intégrée aux raccords lors de la fabrication. La résistance électrique du raccord est connectée à une source d'énergie. Durant la phase de soudage, la dissipation, par effet joule, de la puissance électrique provoque une fusion de surface des deux pièces assemblées, assurant grâce à un mélange intime des deux PEHD, une cohésion et une étanchéité parfaite.



f. Assemblage soudé bout à bout pour le PEHD

Ce procédé consiste à porter à la température de soudage grâce à un élément chauffant, les extrémités de tubes et/ou pièces spéciales en PEHD. Lorsque la fusion de deux extrémités de tubes est effective, l'outil chauffant est escamoté, les extrémités plastifiées sont mises en contact et sont maintenues en pression l'une contre l'autre pendant le cycle complet de refroidissement. Un cycle de soudage comprend :

- une phase de préchauffage permettant d'égaliser les portées des éléments à assembler,
- une phase de chauffage qui permet d'atteindre la

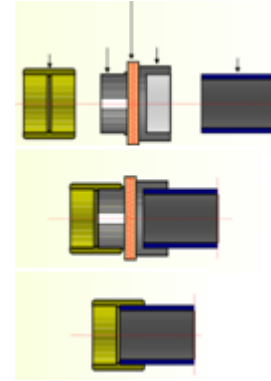


- température de soudage,
- le retrait du miroir,
 - l'assemblage qui consiste à mettre en contact les extrémités plastifiées,

le refroidissement permettant à la matière de retrouver des caractéristiques mécaniques suffisantes.

g. Assemblage dans l'emboîture pour le PEHD et le polypropylène

Il s'agit d'une technique utilisée pour le PEHD ou le polypropylène, surtout utilisée pour l'assemblage de canalisations de petits diamètres et pour la réalisation de réseaux d'eau à l'intérieur des bâtiments. Le principe consiste à chauffer les deux éléments puis à les assembler manuellement dès lors que la température de fusion est atteinte.



4.6 Essais d'étanchéité et réception des travaux

Le test d'étanchéité est un ensemble d'opérations de mise en pression d'une canalisation afin d'évaluer son état. Cela a pour but de réaliser une analyse détaillée des canalisations, mais aussi assurer leur bon fonctionnement. Pour réaliser ce type de test, les professionnels disposent de plusieurs types de méthode.

4.6.1 Essai d'étanchéité à l'eau

Cette technique consiste à évaluer l'étanchéité des canalisations en injectant de l'eau à haute pression dans le circuit. Le test est réalisé durant 48 heures et permet de détecter les éventuels engorgements et fuites.

4.6.2 Essai d'étanchéité à l'air

Ce test est réalisé également durant 48 heures, cette autre technique consiste à injecter de l'air à une pression d'air allant de 0,5 à 1 bar. L'objectif est le même, car le test permet de trouver des bouchons et fuites sur la canalisation.

Ces essais seront effectués par l'entreprise de réalisation et en présence du Maître d'ouvrage ou de son délégué, à l'issue desquels sera dressé un procès verbal de réception provisoire. La réception finale ne sera prononcée qu'une fois toutes les réserves émises lors de la réception provisoire seront levées par l'Entrepreneur

4.7 Contrôle de qualité

La qualité et sécurité des ouvrages hydrauliques exigent une vérification permanente de la bonne mise en œuvre des matériaux au fur et à mesure de la phase de la conception, l'exécution à la phase d'exploitation. Le contrôle de la qualité du réseau et d'ouvrages annexes à partir des paramètres conventionnels, demeure essentiel.

Le maître d'œuvre est responsable du contrôle de la bonne exécution et dans les règles de l'art de l'ensemble des travaux réalisés. A ce titre, il doit s'assurer que l'entreprise a bien prévu les moyens nécessaires au contrôle de la qualité des matériaux et de leur mise en œuvre. Il est à charge du maître d'œuvre d'examiner régulièrement les résultats des contrôles communiqués par l'entreprise.

4.7.1 Contrôle des matériaux et travaux de terrassements

Il appartient à l'intervenant de fournir les résultats d'essais d'identifications de matériaux à mettre en œuvre (sable...). Le contrôle de qualité consiste aussi de vérifier l'état des remblais, des fonds des déblais et des assises de remblai.

On doit décrire les conditions de prélèvements notamment dans le cas des sols grossiers ou l'on peut procéder sur place à un écrêtage des gros éléments dont il faut estimer le pourcentage.

4.7.2 Contrôle de la qualité de compactage

Le contrôle consiste à s'assurer que l'exécution de ces travaux conformément aux essais préliminaires ayant abouti à la détermination des caractéristiques de compactage, à savoir le type d'engin à utiliser, sa vitesse et le nombre de passe à effectuer en fonction de l'épaisseur des couches à compacter et de la teneur en eau des matériaux.