

LA POSE DES CANALISATIONS

**POUR L'ADDUCTION ET LA
DISTRIBUTION DE L'EAU POTABLE**

Achévé d'imprimer le 21 février 1990
Imprimerie Centre Impression - Limoges
Dépôt légal : février 1990

© Fondation de l'Eau 1990
Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays

**NUMERO
SPECIAL :**
DOUBLE VOLUME

Prix : **100 FF/TTC**
Franco de port France métropolitaine

PREFACE

Pour les néophytes et les professionnels,
Pour ceux qui savent mais ont peut-être oublié,
Pour ceux qui ne savent pas et veulent connaître,

ENFIN UN DOCUMENT

qui permet, sous un trait agréable et vif, de présenter les règles et les contraintes liées à la pose des canalisations d'eau.

Pour le néophyte, comment ne pas être attiré par la présentation claire, colorée et humoristique d'un métier qui allie la volonté de vivre au grand air à celle du travail rigoureux et bien fait.

Pour le professionnel de la pose des canalisations, pourquoi ne pas lui reconnaître le droit à l'erreur et, par là même, le devoir d'y remédier en s'informant ? Ce document doit donc lui permettre de se rappeler les principes de base dont il a peut-être oublié certaines facettes, au fil des années.

Chacun de nous : néophyte, professionnel, ouvrier, technicien, ingénieur, cadre ou représentant de l'Administration,

chacun se doit de replonger dans les bases du métier de "poseur de canalisations", ne serait-ce que pour se rafraîchir la mémoire et, qui plus est, d'une façon divertissante !

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY
AND SANITATION (IRC)

P.O. Box 3150, 2509 AD The Hague

Tel. (070) 814911 ext. 141/142

RN: ISBN 6985

LO: 262.0 90PO



J.-J. BERINGUE,
Président,
Syndicat Professionnel
des Entreprises de Travaux
de Canalisations d'Eaux de France.

Sommaire

Des pages jaunes pour mieux utiliser ce guide

Des pages roses pour tester vos connaissances

Des pages bleues pour les informations techniques

Des pages vertes pour vous aider à résoudre des problèmes concrets et quotidiens

<input type="checkbox"/>	1 POUR QUI, POUR QUOI?	Page	3
■	2 JEU-TEST		4
■	3 LE SAVEZ-VOUS?		6
■	4 LA POSE DES CANALISATIONS D'EAU : CAS GENERAL		16
	Travaux préliminaires		16
	Exécution de la tranchée		16
	Confection du lit de pose		17
	Manutention des tuyaux		19
	Les différentes techniques de nivellement		20
	Mise en œuvre des accessoires et des branchements		22
	Reprise des efforts dus à la poussée du fluide		23
	Contrôle de l'étanchéité		26
	Enrobage de la canalisation		27
	Remblaiement de la tranchée		31
	Mise en service		33
■	5 CAS PARTICULIERS DE POSE		34
	Pose en terrain aquifère		34
	Pose en terrain marécageux		35
	Pose sous l'eau		36
	Pose en élévation		36
	Traversées de routes et de voies ferrées		37
	Fonçage horizontal		38
	Pose en terrain rocheux		39
■	6 PRECAUTIONS PARTICULIÈRES A CHAQUE MATERIAU		40
	Acier		40
	Fonte		43
	Béton		46
	Fibres-ciment		49
	Matières plastiques : PVC, PEHD, PRV		50
■	7 JEU-TEST		57
■	8 SECURITE - SIGNALISATION DES CHANTIERS		58
	Risques et moyens de prévention		58
	Paramètres conditionnant la stabilité de la tranchée		61
	Les techniques de blindage		65
	Signalisation des chantiers		68
■	9 ANNEXES		70
	Caractéristiques des matériaux		70
	Raccords et pièces spéciales		70
<input type="checkbox"/>	10 LEXIQUE		72



POUR QUI POUR QUOI?

POUR QUI? POUR QUOI?

Ce cahier technique s'adresse aux maîtres d'œuvre, aux entrepreneurs, aux exploitants de réseaux d'eau potable, aux équipementiers et à tous ceux qui souhaitent maîtriser les problèmes liés à la pose des canalisations d'eau potable.

Chaque année, en France, sont posés plusieurs milliers de kilomètres de canalisations.

Or, cette opération délicate influe directement sur la durée de vie, les conditions et les coûts d'entretien du réseau d'eau dont un élément mal posé peut entraîner un mauvais fonctionnement du système dans son ensemble.

Il importe donc que la pose soit conduite avec méthode, en respectant les règles qui garantiront un service sans défaillance, quelles que soient les conditions initiales d'environnement et de marche du réseau d'eau.

COMMENT?

Ce cahier technique peut s'utiliser de plusieurs façons. Pour une première lecture, nous vous conseillons de feuilleter l'ensemble afin de bien en comprendre la structure, la couleur des pages (voir sommaire) vous indiquant le type d'informations fournies, puis de reprendre au début.

Les jeux-tests peuvent vous renseigner sur votre niveau de connaissances; ils pourront par la suite témoigner de vos acquisitions.

En suivant l'ordre proposé, vous aurez ainsi une bonne compréhension :

- des étapes successives et des techniques de pose des canalisations d'eau;
- des problèmes de mise en œuvre relatifs à chaque matériau;
- des règles à respecter quant à la sécurité des personnels et à la signalisation des chantiers de pose.



2 JEU TEST

CACHER LA PARTIE "REPONSES AU TEST".

PRENDRE UN CRAYON A PAPIER.
LIRE ATTENTIVEMENT LES QUESTIONS.

COCHER LA OU LES CASES DES REPONSES PROPOSEES
QUI VOUS SEMBLERENT JUSTES
(pour une même question, une ou plusieurs réponses sont possibles)

CONSULTER LES REPONSES.

1

L'enfouissement des canalisations a pour objectif :

- a - de les protéger contre les dégradations extérieures
- b - de prévenir les phénomènes de corrosion
- c - de conserver la fraîcheur de l'eau
- d - de les mettre à l'abri de la gelée

2

Le terrassement doit être mené de l'amont vers l'aval :

- a - vrai
- b - faux

3

Le rabattement de nappe est-il :

- a - une configuration particulière du terrain?
- b - une méthode d'assèchement de surface des terrains pour le passage des véhicules de chantier?
- c - un procédé d'assèchement des terrains à l'endroit des fouilles?

4

La largeur d'une tranchée est fonction :

- a - du type de joint
- b - de la nature du sol
- c - du diamètre de la conduite
- d - des conditions de pose

5

Il est indispensable de niveler le fond de la fouille afin d'obtenir :

- a - une pente nulle
- b - une pente constante entre les points de changement de pente
- c - des pentes suffisantes pour l'évacuation de l'air en terrain horizontal

6

Un profil en long correct pour une canalisation AEP a-t-il la configuration ?



7

Le lit de pose doit avoir une hauteur minimale de :

- a - 5 cm
- b - 70 cm
- c - 10 cm

8

Le sens de pose d'une canalisation se fait de préférence :

- a - tulipe du tuyau vers l'amont
- b - tulipe du tuyau vers l'aval
- c - embout mâle en aval

9

La hauteur de couverture depuis la génératrice supérieure du tuyau doit être :

- a - supérieure à 30 cm
- b - supérieure à 1 m
- c - supérieure à 1,80 m

10

La mise en place d'un grillage avertisseur est obligatoire pour :

- a - les canalisations de gaz
- b - les câbles PTT
- c - les câbles électriques
- d - les canalisations d'eau

11

Il est conseillé de poser un treillis métallique au-dessus d'une conduite en PVC ou PEHD :

- a - pour diminuer les efforts dus aux charges roulantes
- b - pour signaler l'existence d'un tuyau
- c - pour faciliter la recherche de la canalisation

12

Le rôle des joints est :

- a - de s'opposer aux efforts dus à la poussée de l'eau
- b - d'assurer l'étanchéité des différents éléments de canalisation

13

Les vannes de sectionnement à opercule sont mises en place afin :

- a - de pouvoir isoler un tronçon en cas de réparation
- b - de limiter la pression sur certains réseaux
- c - de régler le débit d'écoulement

14

Les tranchées de routes exigent la pose des conduites dans une buse dans le but :

- a - d'évacuer les fuites éventuelles hors de la chaussée
- b - d'éviter une pollution du réseau
- c - de protéger la canalisation des chocs et vibrations
- d - de faciliter la recherche des fuites

15

La mise en place de butées est nécessaire pour

- a - réaliser les jonctions entre tuyaux
- b - équilibrer les efforts résultant de la poussée de l'eau
- c - colmater les fuites au niveau des joints et des pièces de dérivation
- d - reporter sur une surface importante la poussée de l'eau

16

Quels sont, parmi les éléments suivants, ceux qui doivent être contrebutés par des massifs en béton ?

- a - coudes - cônes
- b - canalisations à joints soudés
- c - pièces de dérivation à brides
- d - canalisations à joints verrouillés
- e - extrémités - tés

17

Lors d'un essai hydraulique, la longueur des tronçons essayés

- a - ne doit pas dépasser 500 m

- b - doit être supérieure à 1.000 m
- c - doit être inférieure à 100 m

18

La pression d'épreuve des canalisations d'adduction et de distribution gravitaire

- a - doit être égale à la pression maximale de service majorée de 50 % si celle-ci est inférieure à 10 bars
- b - doit dépasser la valeur limite indiquée par le fabricant
- c - doit être appliquée pendant une durée de 30 mn
- d - ne peut être inférieure à 8 bars

19

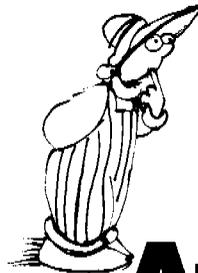
Il est indispensable de procéder à la désinfection des canalisations

- a - avant la mise en service définitive du réseau
- b - avant l'essai d'étanchéité
- c - après toute réparation sur une canalisation

20

Sur un chantier, une mauvaise signalisation engage en cas d'accident :

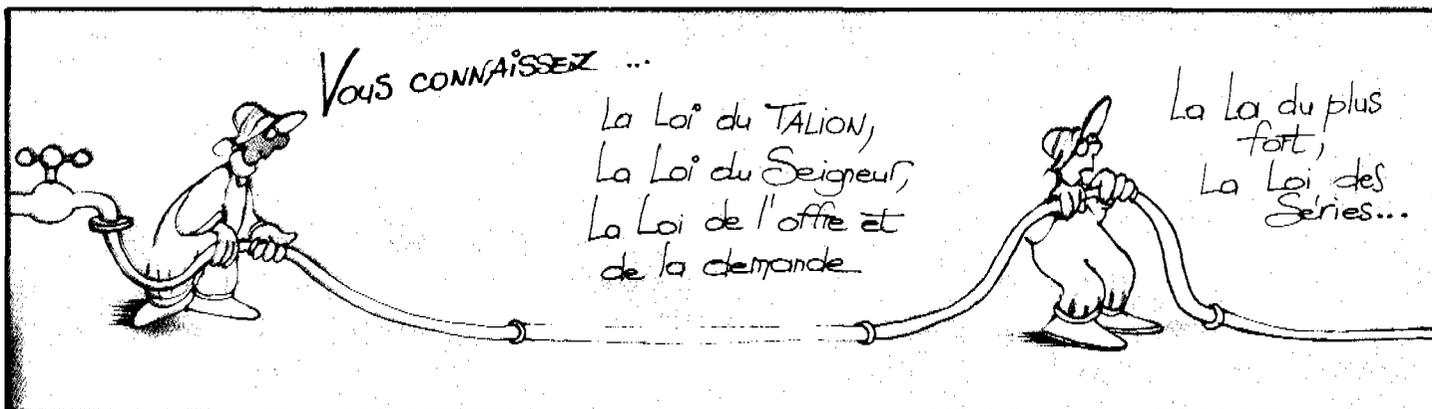
- a - la responsabilité civile de l'entreprise
- b - le cas échéant, la responsabilité pénale du chef de chantier
- c - la responsabilité pénale des personnes présentes sur le lieu de l'accident



Réponses AU TEST

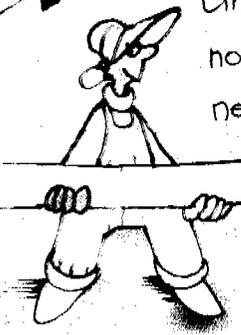
	44	a + b	20
	24	a + c	19
	21	a i c i d	18
	20	a	17
	16	a + c	16
	16	b + d	15
	27	a + c	14
		a	13
		b	12
	11	b + c	11
		a + b + c	10
	10	b	9
		a + c	8
	11	c	7
	13	b	6
	13	b + c	5
	10	a + b + c i d	4
	26	c	3
	9	b	2
		a + d	1
VOIR PAGE		REPONSES	

3 **LE
SAVEZ-
VOUS?**



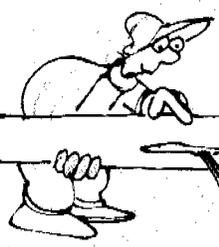
Loi 1

Un tuyau non percé ne fuit pas.



Loi 2

... un tuyau percé fuit.



Remarquable

Loi 3

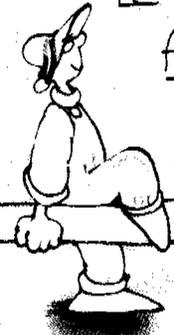
Si vous constatez une fuite...



... C'est que...



... Le tuyau fuit...



Absolument FAS-CI-NANT

Loi 4

MAIS...
Si vous ne constatez pas de fuite...



C'est que peut-être...



Vous ne la VOYEZ PAS...



?

Loi 5

Un tuyau, non percé, enterre',...



peut devenir à votre insu...



un tuyau percé enterre'.



insu-portable

CRAC

Loi 6

Un grand tuyau...



... composé d'un tuyau non percé raccordé à un tuyau non percé...

... peut fuir:



par le raccord. D'accord ?



OK

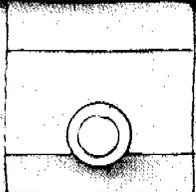
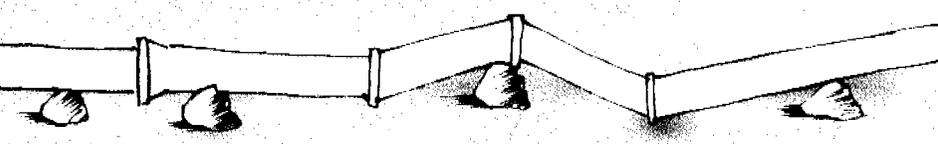
Loi 7

Un tuyau, fragile, mal posé, mal protégé...



... a **BEAUCOUP** plus de risques de se percer...

qu'un tuyau solide, bien posé, bien protégé.

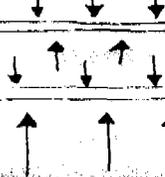


remblai
enrobage
lit de pose

Loi 8

ATTENTION

Toute pression exercée sur un tuyau, que ce soit de l'intérieur ou de l'extérieur le perturbe plus ou moins profondément



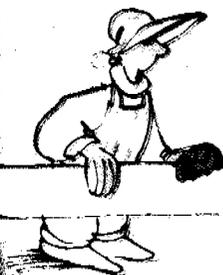
Certains, (tuyaux) très déprimés, peuvent être conduits (si j'ose dire) à l'éclatement...

... et par suite à l'étalement de leurs Vacances.

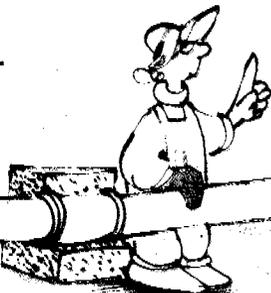


Loi 9

ENFIN, quand un tuyau...



... cherche à se faire passer pour une CANALISATION...



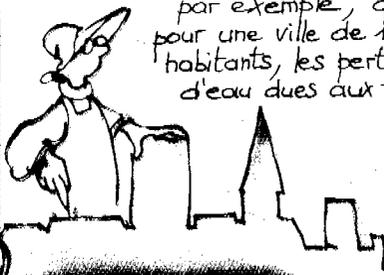
... C'est qu'il cherche à s'acheter une bonne CONDUITE, ...



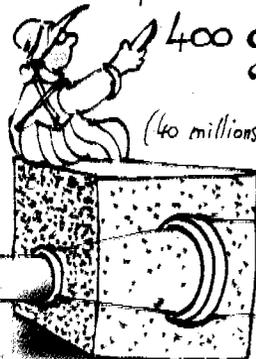
... ET IL A RAISON, car toute tentative de fuite est sévèrement sanctionnée :

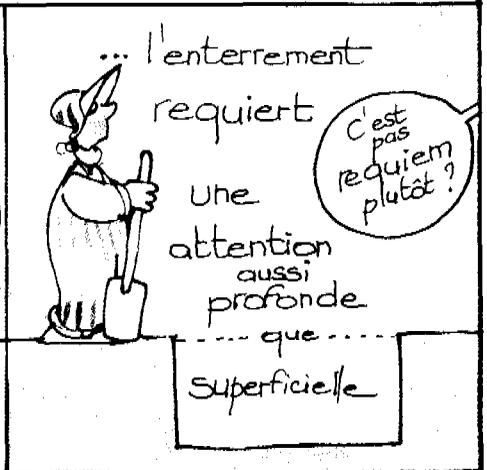
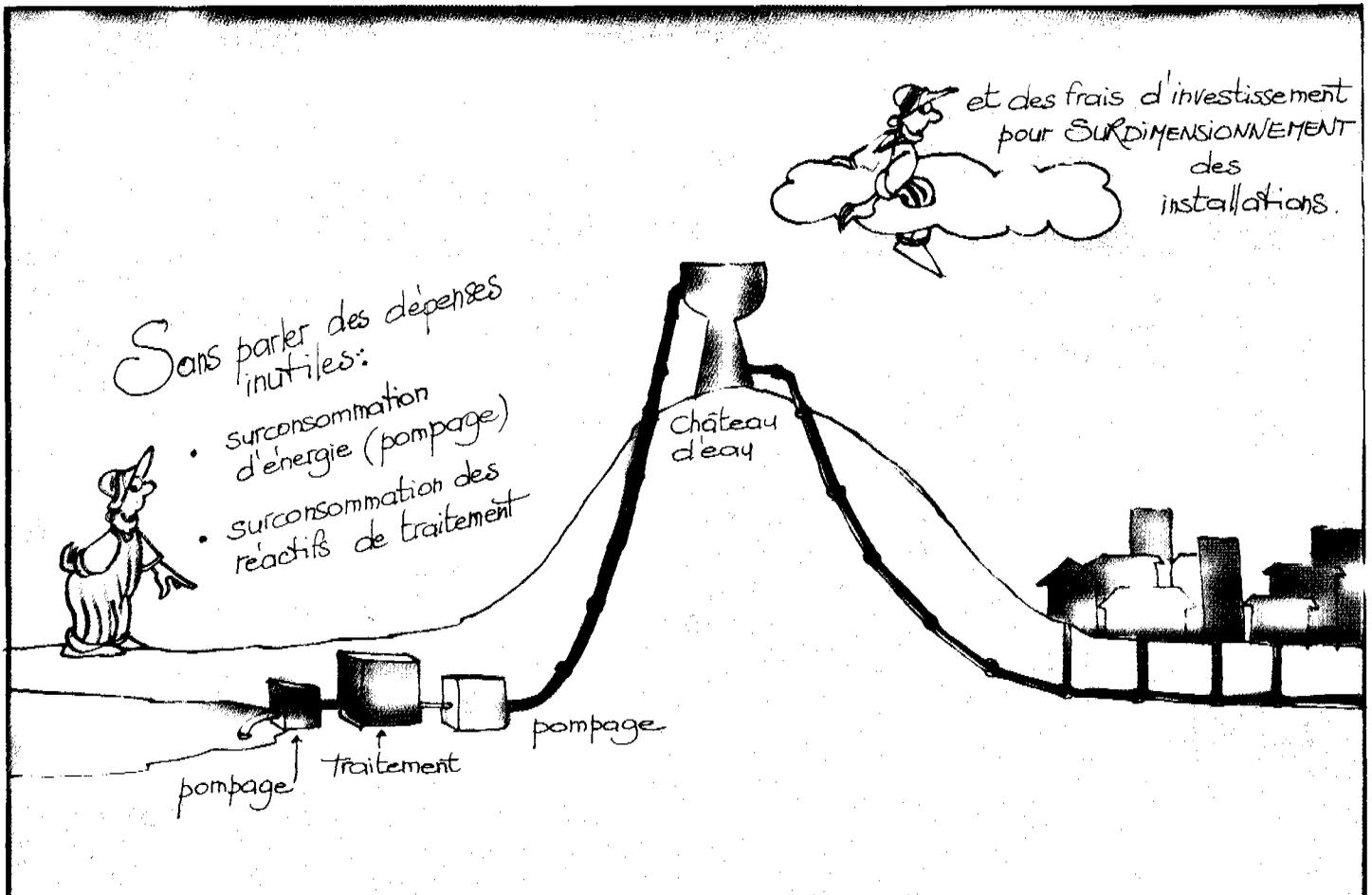


SAVEZ-VOUS par exemple, que pour une ville de 10 000 habitants, les pertes d'eau dues aux fuites...



... peuvent atteindre 400 000 F/an ?
(40 millions de centimes...!)





En EFFET,

une fois enfouies dans le sol, elles sont soumises à de nombreuses forces provoquées par:



DES TASSEMENTS IRREGULIERS DU SOL

DES DISSOLUTIONS ET ENTRAÎNEMENTS DE MATÉRIAUX qui créent des cavités à proximité des tuyaux.

Sol compact stable

Sol instable

DES GLISSEMENTS

ET EFFONDEMENTS DE TERRAIN

DES SURCHARGES DUES A LA CIRCULATION.

cavité

DE PLUS ... certaines pièces comme

les coudes, les tees, les cônes ...etc

doivent résister aux poussées dues à la pression de l'eau.

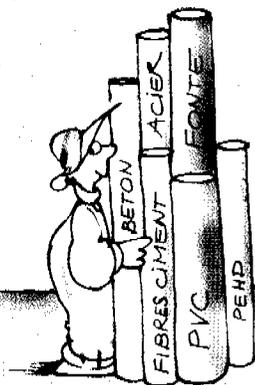
La solution: Des butées en béton ...

les extrémités

On ne pourrait pas faire une petite pause ?



Si et même une pose parfaite qui tienne compte tout à la fois :



DES CANALISATIONS
(souples ou rigides)

DU SOL,
meuble ou rocheux



LA SECURITE :
TRÈS, TRÈS
IMPORTANT

Savez-vous qu'en FRANCE, on compte, par an, une vingtaine de morts et blessés graves dus à des accidents de pose de canalisations ?

meuble

rocheux

sable

limon

argile

granit

calcaire

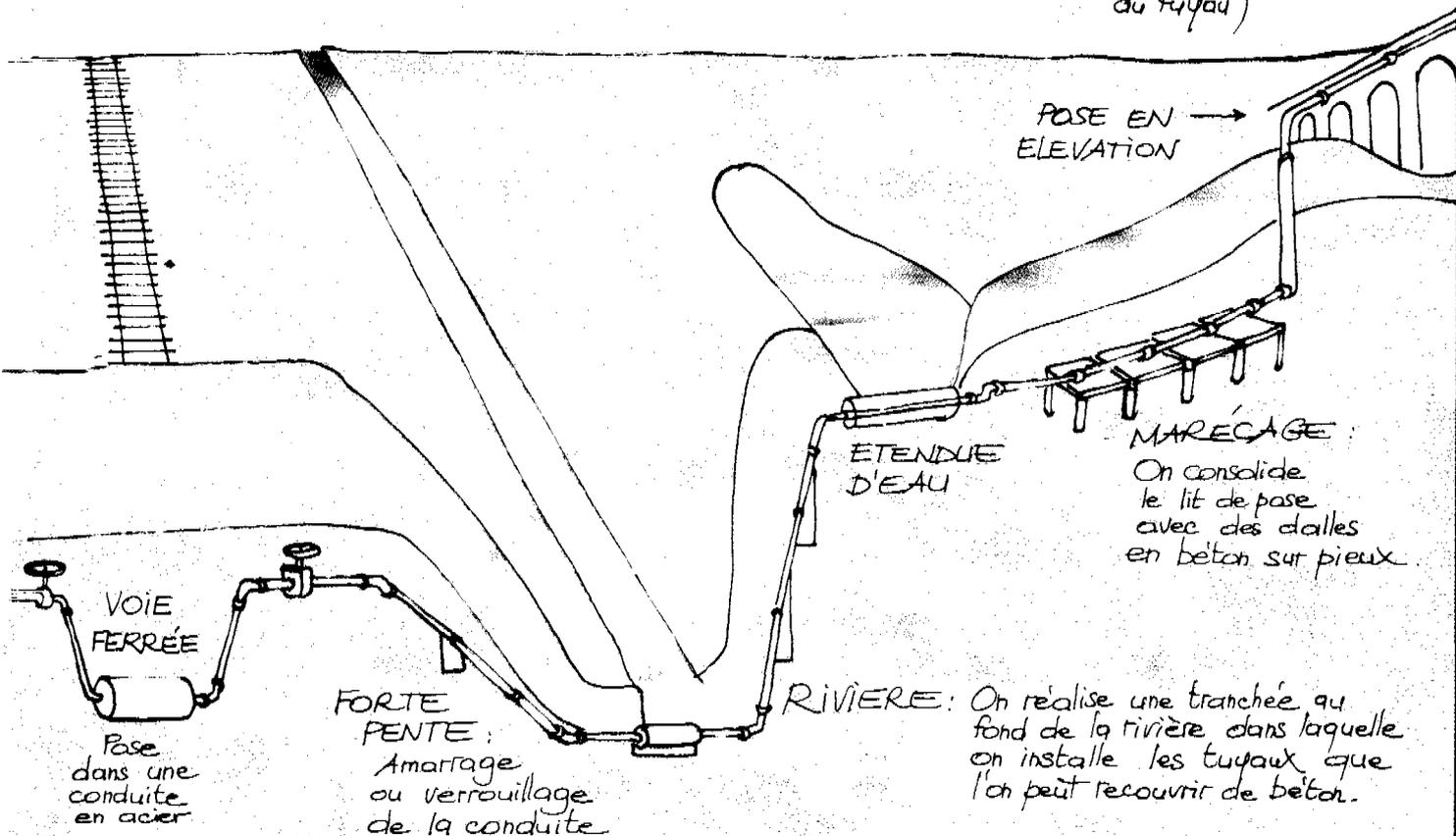
schiste

craie

AXE ROUTIER :

Base dans une buse en béton.

DES CONDITIONS PARTICULIÈRES DE L'ENVIRONNEMENT, ET BIEN SUR DE L'HYDROGÉOLOGIE
 (Traversées de routes, voies ferrées, rivières, forte pente, marécage...)
 (nappe phréatique, écoulements à proximité du tuyau)



NB: Quant aux joints....

branchements, raccords, ...

... Ce sont les points SENSIBLES du réseau.

C'est pour eux Requiem?

Si LA POSE DES CANALISATIONS est:

- mal conçue
 - mal réalisée,
- il risque de s'ensuivre :

DES RUPTURES

DES FISSURES

DES DEBOITEMENTS

DES DÉFORMATIONS

BREF, toute une série de petits bobos qui assurent, à coup sûr, la fuite des capit-eaux et la dégradation du Service.

Petit problème
intéressant :

QUEL EST LE
COÛT DE POSE
d'un m de
canalisation
?



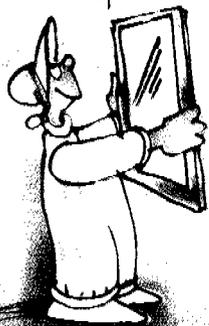
Evidemment,
vous pouvez
consulter un
catalogue...



et choisir uniquement
en fonction du coût
du matériel...



Mais, pour ceux
qui réfléchissent
à
long
terme...



la qualité
des études préables
est à intégrer
L A R G E M E N T
dans le coût
initial.



Cela réduit
considérablement
les coûts :

- de remplacement
(matériau, pose)
- de réparation.



et peut
éviter des
pertes
d'eau
très
importantes.



Ce qui est certain
en revanche,
c'est qu'une
mauvaise pose
vous coûtera
très cher,
et ce, très
rapidement.



POSE-SCRIPTUM:

MORALITÉ :

SUPER
POSEZ

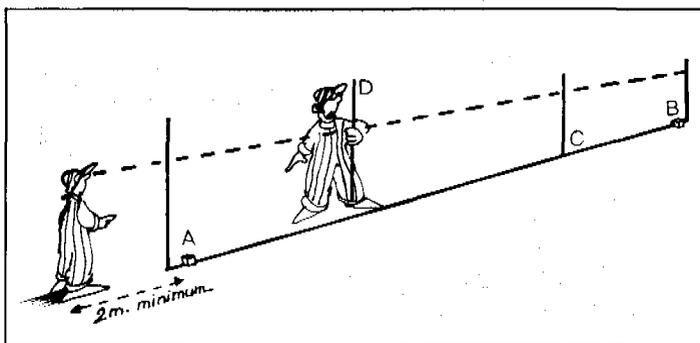


J.C. CHATELON-90.

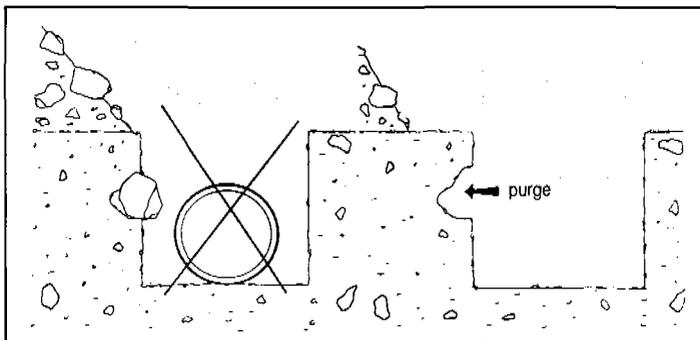
4



LA POSE DES CANALISATIONS : CAS GENERAL



Jalonnement d'une tranchée.



MAUVAIS

BON

TRAVAUX PRELIMINAIRES

Avant de commencer le chantier de pose, l'entrepreneur, sur directives du maître d'œuvre, doit procéder aux opérations de piquetage et de jalonnement qui permettent :

— de matérialiser sur le terrain le tracé et le profil en long des canalisations;

— de reporter la position de tous les ouvrages enterrés existants tels que réseaux d'assainissement, câbles électriques et PTT, canalisations de gaz. Pour un repérage précis, l'entrepreneur peut exécuter des sondages de reconnaissance, perpendiculairement aux tracés des canalisations indiquées sur les plans du projet.

L'entrepreneur doit s'assurer de la concordance entre les hypothèses définies au niveau du projet et les conditions d'exécution des travaux. Dans le cas où certains paramètres tels que la nature du sol, les conditions de pose, la pente du terrain, etc., sont en discordance avec les directives du projet, il convient d'en informer le maître d'œuvre.

EXECUTION DE LA TRANCHEE

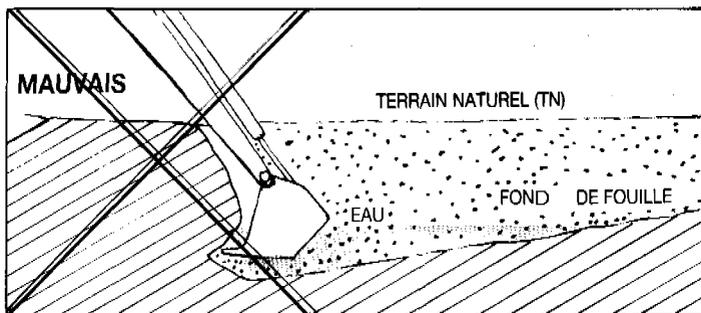
OUVERTURE DE LA FOUILLE

Lorsque la tranchée doit être ouverte sous une voie de circulation, il est conseillé, dans un premier temps, de découper la chaussée sur l'emprise de la tranchée au moyen d'une scie diamantée ou d'un marteau pneumatique afin de ne pas dégrader les parties voisines.

Lors de l'exécution de la tranchée, on veillera à stabiliser les parois soit par talutage, soit par blindage (cf. chapitre 7), et à ne pas déposer les déblais près de la fouille. Il convient, de plus, d'éliminer les grosses pierres des talus de façon à éviter leur chute accidentelle sur la canalisation une fois posée.

Le terrassement est ensuite réalisé pour les terrains meubles avec les engins classiques tels que pelle mécanique à pneus, pour les travaux sur chaussée, ou à chenilles pour les travaux en campagne. Ces pelles sont souvent équipées de godets travaillant en rétro pour la mise en place et l'emboîtement des canalisations.

Il est conseillé de mener le terrassement de l'aval vers l'amont; cette disposition permet une auto-évacuation de l'eau du fond de fouille.



Sens du terrassement : mauvais.

La largeur de la tranchée est évidemment fonction du diamètre de la conduite. Elle varie aussi selon la nature du sol, le matériau constituant la conduite, le type de joint et les conditions de pose. Généralement, la tranchée devra présenter en son fond une largeur entre blindages au moins égale au diamètre extérieur du tuyau, avec des surlargeurs, de part et d'autre, de 0,30 m. Cette surlargeur devra, en général, être suffisante pour permettre un damage correct du remblai sur les flancs de la canalisation. Au droit des joints, il peut être nécessaire de pratiquer, dans les parois latérales, des élargissements de la tranchée appelés niches. C'est le cas des joints soudés et des joints nécessitant une reprise après la pose (béton, acier).

Pour ce qui concerne la profondeur de la tranchée, le fascicule n° 71, dans son article 47, prescrit :

Les tranchées sont établies en chaque point à la profondeur indiquée au profil en long. Saut stipulations différentes du CCTP, la profondeur normale des tranchées est telle que l'épaisseur du remblai ne soit pas inférieure à un mètre au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau.

Cette hauteur se justifie par la nécessité d'une protection contre le gel et d'une bonne tenue des canalisations souples aux charges de surface.

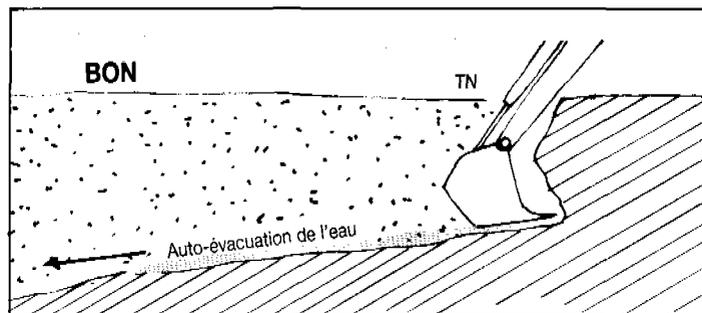
CONFECTION DU LIT DE POSE

Le mode d'appui du tuyau sur le fond de la fouille ou sur une couche de fondation, le contrebutage latéral, le remblai influencent et conditionnent le comportement du tuyau dans le sol. Ils interviennent :

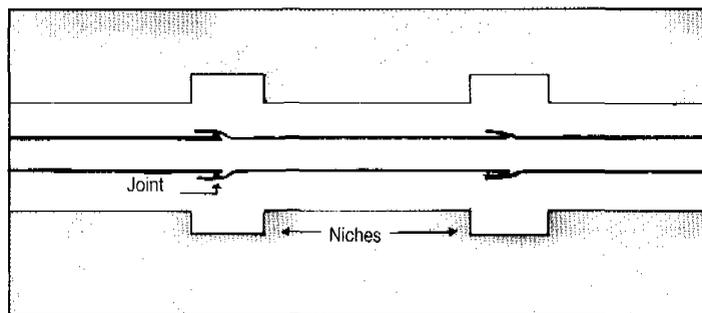
- dans la répartition des réactions du sol sur un angle d'appui plus ou moins défini;
- dans l'action de l'effet latéral des terres;
- dans la transmission continue des charges sur le tuyau;
- dans la protection du tuyau contre l'effet de charges ponctuelles résultant de la présence de corps durs à sa périphérie.

On comprendra donc aisément le soin particulier à apporter à la confection du lit de pose et au remblaiement des tranchées.

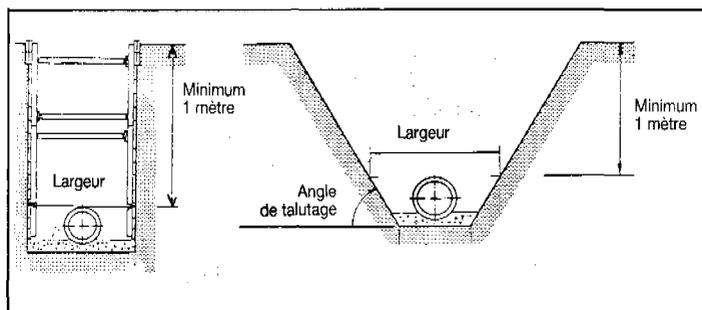
Le lit de pose a pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui. Il y a donc lieu de poser les tuyaux de manière à ce qu'il n'y ait ni appui linéaire, ni appui ponctuel.



Sens du terrassement : bon.

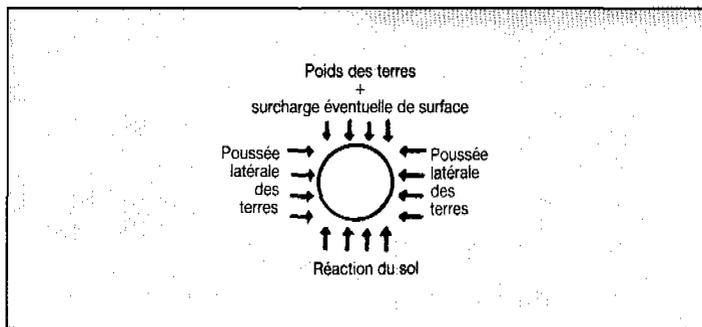


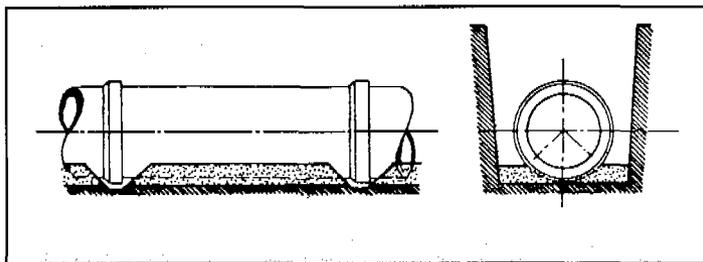
Aménagement de la tranchée.



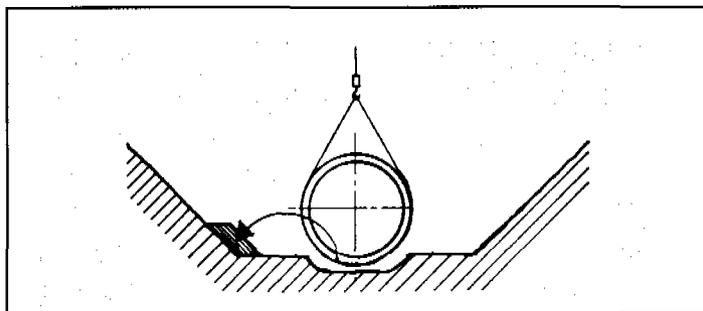
Caractéristiques dimensionnelles d'une tranchée.

Contraintes subies par un tuyau enterré.

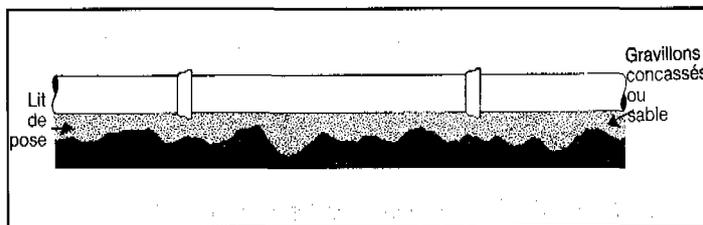




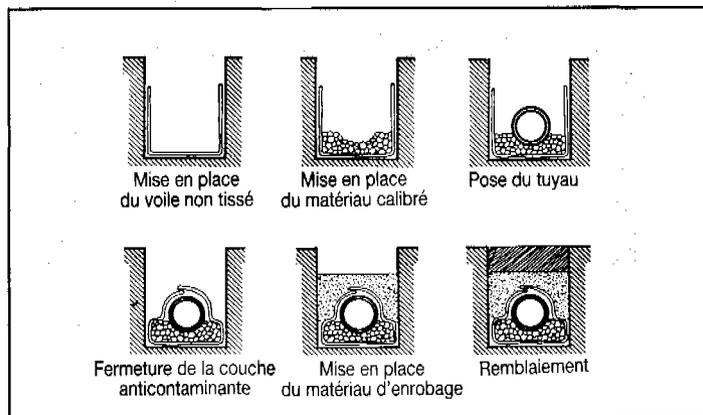
Lit de pose.



Pose sur sol en place sans cohésion.



Lit de pose rapporté.



Mise en place d'un textile non tissé anticontaminant.

Les éléments susceptibles de constituer des appuis ponctuels doivent être prohibés afin d'éviter les concentrations locales des contraintes. Suivant ces propriétés, le sol en place peut constituer le lit de pose ou nécessiter un lit rapporté.

POSE SUR SOL EN PLACE SANS COHESION

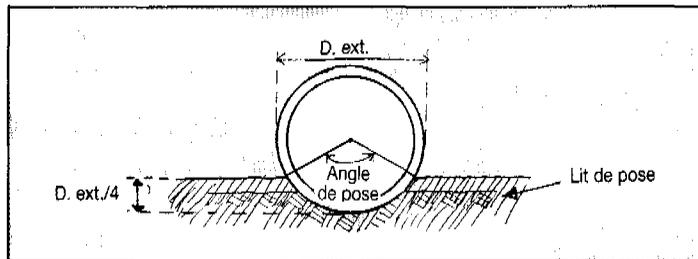
Dans le cas où le sol en place est pulvérulent (sables ou graviers), la pose directe peut être envisagée à la condition d'inscrire préalablement la surface de contact du tuyau dans le sol en place de façon à constituer une assise uniforme sur toute sa longueur.

LIT DE POSE RAPPORTE

En règle générale, lorsqu'un fond de fouille ne se prête pas à la réalisation in situ du lit de pose, du fait de sa nature, de sa portance, des efforts statiques et dynamiques, il y a nécessité de décaisser la tranchée plus profondément afin de rapporter un lit de pose en gravillons concassés, ou en sables. L'épaisseur après damage du lit de pose sous la génératrice intérieure du tuyau sera au minimum égale à 0,10 m.

Dans une tranchée, il y a souvent des cheminements d'eau. Ces cheminements sont susceptibles d'entraîner les matériaux fins du lit de pose et de déstabiliser l'appui longitudinal de la canalisation en créant des affouillements. De même, des entraînements de fines de la couche d'enrobage ou du fond de fouille vers le lit de pose peuvent se produire. Il est donc conseillé, dans le cas de canalisations de résistance mécanique moyenne à faible, pour des lits de pose comportant des matériaux fins et dans les cas où le fond de fouille est peu stable, de mettre en place un textile non tissé afin d'éviter le transfert des particules.

De plus, l'angle de pose qui détermine l'arc d'appui de la canalisation sur le lit de pose doit être uniforme sur toute la tranchée et égal à 120°. Pour un tel angle de pose, la hauteur de tuyau enfoui dans le lit de pose est égal au quart du diamètre extérieur.



Exécution du lit de pose

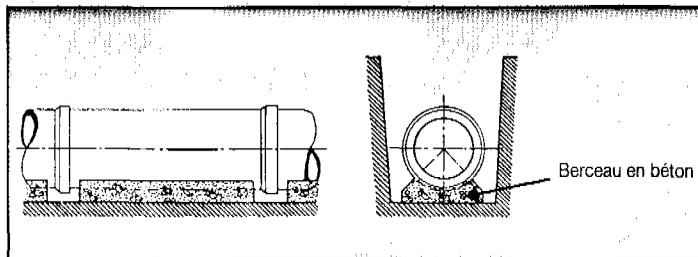
LIT DE POSE AVEC ENROBAGE EN BETON

Entin, si la réalisation d'un lit de pose en matériaux pulvérulents n'apparaît pas possible du fait :

- de la difficulté d'approvisionnement en matériaux pulvérulents,
- de la trop faible largeur de la tranchée ne permettant pas un compactage efficace,
- des risques d'entraînement de fines,

ou ne constitue pas une solution fiable (cas d'une tranchée de forte pente par exemple),

on peut envisager la réalisation d'un lit de pose avec enrobage en béton. Dans ce cas, le fond de la tranchée est soigneusement nivelé. Les tuyaux sont posés sur cales et réglés de manière à ce que la génératrice inférieure du tuyau soit au moins à 0,10 m du fond de la tranchée. Cette dernière est ensuite remplie de béton maigre dont l'épaisseur sera au moins égale à 0,10 m.



Support en béton.

MANUTENTION DES TUYAUX

La manutention des tuyaux et accessoires sur le chantier doit être réalisée en suivant quelques précautions pouvant faciliter le déroulement de celui-ci. Il convient tout d'abord de contrôler, avant la descente en fouille, l'état des tuyaux, raccords et accessoires. On évitera les chocs et le déplacement des tuyaux sur les pierres des sols rocheux.

On s'assurera que ces éléments ne présentent pas de défauts tels que fissures et ovalisations. On en examinera l'intérieur et on les débarrassera des corps étrangers éventuels qui pourraient s'y trouver.

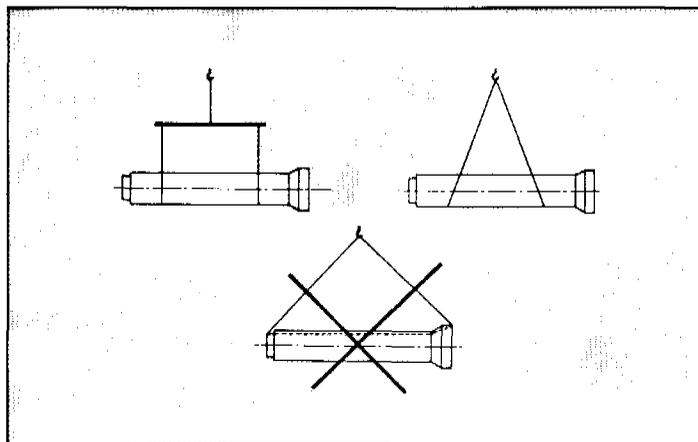
Les tuyaux sont ensuite descendus soigneusement dans la tranchée par des dispositifs de levage tels que :

- pelle mécanique,
- grue,
- chariot à fourche,
- pipe layer,

et présentés dans le prolongement les uns des autres.

Il est recommandé d'utiliser des sangles de cuir ou de caoutchouc pour la manutention des tuyaux, car celles-ci évitent :

- le glissement du tuyau en position inclinée, afin de faciliter son passage sous les vérins du blindage,
- la détérioration du revêtement extérieur de la canalisation.



Manutention des tuyaux.

En définitive, pour les cas courants de pose, des règles fondamentales de bonne pratique sont à respecter :

- éviter de poser les tuyaux sur des tasseaux qui concentrent les efforts d'écrasement et les font travailler en flexion longitudinale,

- réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur,

- creuser le fond de fouille, au droit de l'emboîtement, de façon à éviter que celui-ci ne porte sur le sol,

- placer toujours les tuyaux dans des fouilles hors d'eau.

- éliminer du fond de fouille tous les points durs (grosses pierres, crêtes rocheuses, vieilles maçonneries, etc...) qui constituent des tasseaux naturels,

- réaliser, si possible, dans tous les cas, un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc égal au moins au quart de sa circonférence extérieure. Plus le diamètre est grand, plus la surface d'appui doit être soignée.

L'assemblage des joints devra être réalisé dans le respect des dispositions de l'article 54 du fascicule 71 et des prescriptions des fournisseurs.

LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE NIVELLEMENT

Pour tout chantier de pose de canalisations d'eau potable, il est indispensable de niveler soigneusement le fond de la fouille afin que la pente soit constante entre les points de changement de pente prévus et que les cotes des tuyaux après pose soient en conformité avec celles inscrites sur le profil en long.

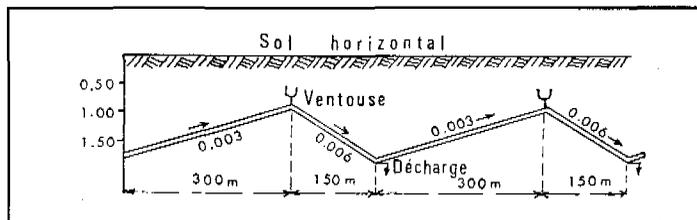
On substituera, pour les tracés comportant un profil horizontal (quitte à avoir des surprofondeurs), un profil comportant des montées lentes (pente de 2 à 3 mm/m) et des descentes rapides (pente de 4 à 6 mm/m), ceci afin de localiser l'air aux points hauts d'où il pourra être évacué par une ventouse.

Trois techniques de nivellement sont fréquemment utilisées pour la pose des tuyaux d'eau :

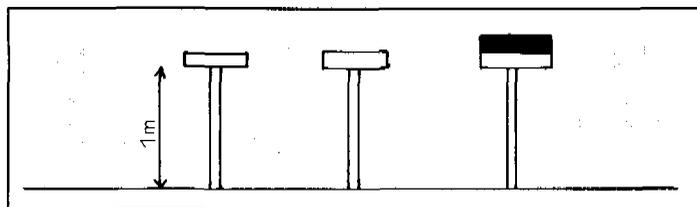
- nivelette,
- niveau à lunette,
- laser (pour les chantiers importants).

LES NIVELETTES

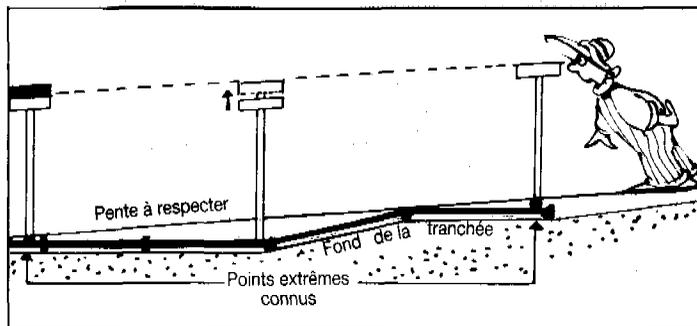
Elles sont constituées par des planchettes fixées sur des pieds. Elles sont employées par jeu de 3, dont 2 à voyant simple blanc et une à voyant double rouge et blanc, et utilisées pour déterminer les niveaux des points intermédiaires de la pente à respecter sur une canalisation dont on connaît les points extrêmes.



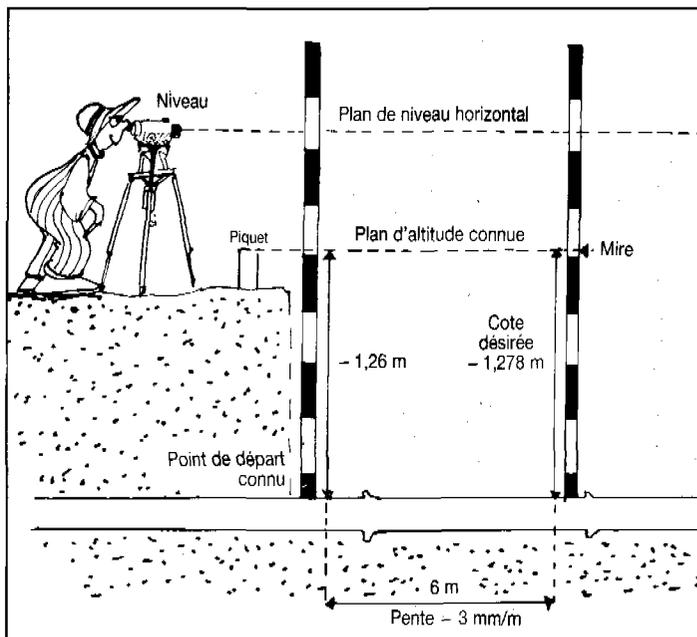
Profil schématique à substituer à une pose horizontale.



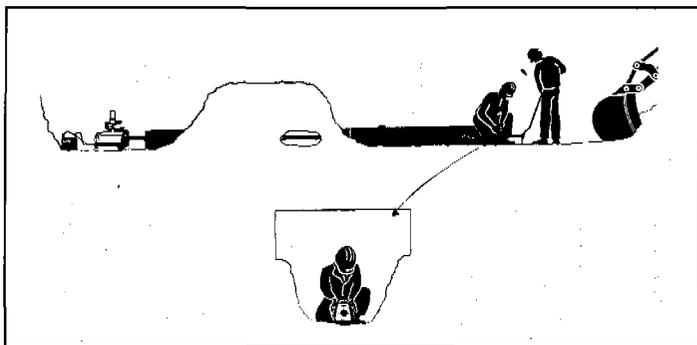
Nivelettes.



Pose à l'aide de nivelettes.



Pose à l'aide d'un niveau (nivellement géométrique direct).



Pose au laser.

NIVEAU A LUNETTE

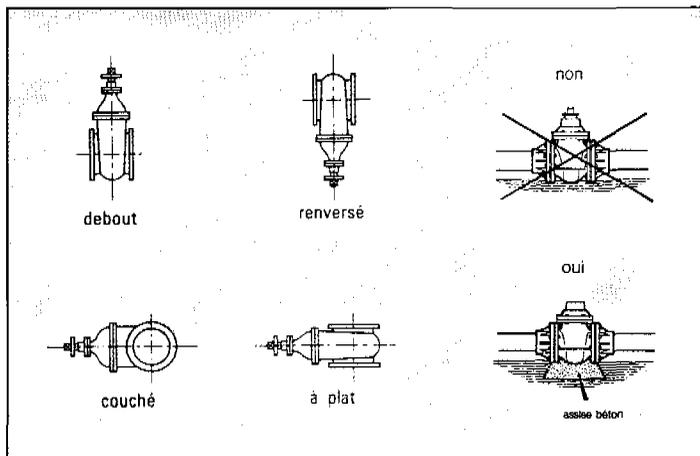
L'objectif est ici de rechercher la hauteur des différents points de la génératrice supérieure de la canalisation au-dessous d'une surface de niveau prise comme origine. Cette origine étant matérialisée par un point extrême dont la cote est connue et qui est repérée sur une chaise ou sur un piquet de nivellement. Connaissant la pente à respecter ainsi que la longueur unitaire d'un tuyau, il est aisé de calculer les hauteurs prévues des différents points de la conduite.

LASER

Pour les chantiers de pose importants, on utilise le laser afin d'établir l'alignement et la pente des canalisations. Le laser émet un faisceau de lumière rouge intense et finement localisé qui sert de référence en direction et en pente. Le rayon est visualisé sur une cible sous forme d'un spot lumineux. La cible peut être placée soit dans le tuyau, soit sur un jalou. Le réglage consiste à placer le spot laser rouge au centre de la cible.

Cette technique présente de nombreux avantages qui sont, entre autres :

- assurance d'obtenir une pente et une direction précises,
- réglage par la pelle du fond de fouille avec rapidité et précision car la profondeur du godet est contrôlée en permanence, ce qui évite les ratrapages onéreux avec des matériaux de calage coûteux,
- meilleure utilisation de l'équipe de chantier, disponible pour d'autres opérations.



Pose d'une vanne.

MISE EN ŒUVRE DES ACCESSOIRES ET DES BRANCHEMENTS

Les robinets-vannes peuvent faire partie d'une installation de surface ou d'une installation enterrée. Dans ce dernier cas, ils sont soit enterrés sous remblai direct et placés sous bouches à clé, soit situés en chambres sous regards. Ils peuvent occuper :

- sur une canalisation horizontale, trois positions : debout (de préférence), renversée (à éviter pour les DN > 300 mm) ou couchée,
- sur une canalisation verticale, une position à plat.

De plus, pour éviter que les tuyauteries n'exercent, lors de leur mise en œuvre sur les brides des robinets-vannes, un effort anormal de traction susceptible de provoquer leur arrachement ou la déformation du corps de l'appareil, il y a lieu, préalablement à la pose de la vanne, de procéder à son assemblage avec les raccords brides-embroitements ou raccords à brides en dehors de la tranchée et de descendre ensuite l'ensemble pour sa mise en place. Il est souhaitable que la vanne repose dans la tranchée sur un massif en maçonnerie sur lequel elle sera scellée, à moins qu'elle ne soit verrouillée sur la conduite.

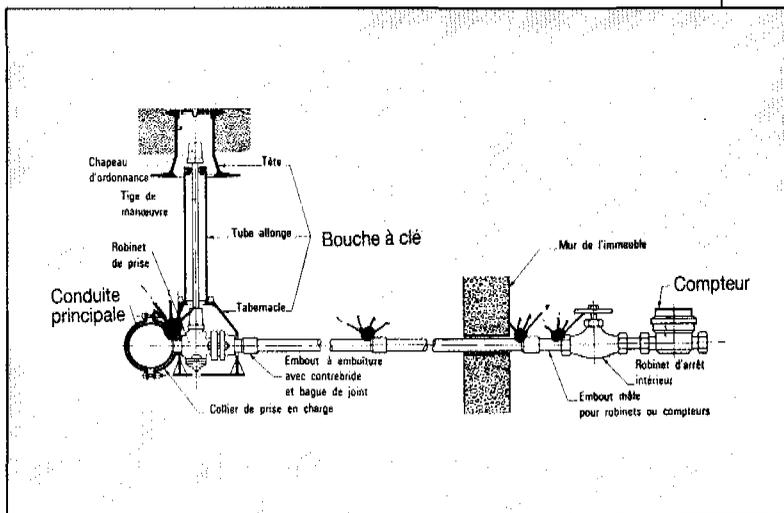
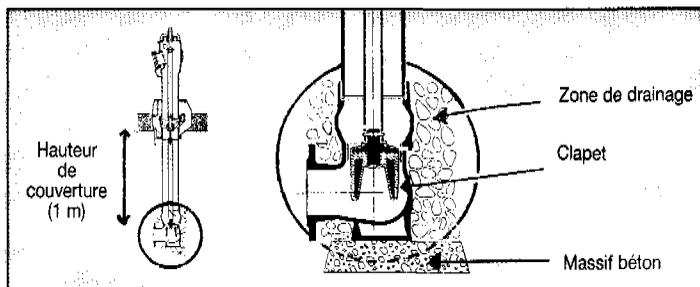


Schéma d'un branchement.

Les branchements particuliers comprennent les canalisations et ouvrages situés entre la canalisation publique de distribution et le point de livraison de l'eau à l'abonné.

Les branchements sont des points très sensibles du réseau d'eau potable, car environ 40 % des fuites (en nombre) se produisent à ce niveau, souvent par défaut de serrage des colliers de prise qui permettent de réaliser la jonction entre canalisations d'alimentation et de branchement. Leur mise en œuvre doit donc faire l'objet d'une attention particulière.



Mise en place d'un poteau incendie.

Les prescriptions de montage des matériels de branchement sont répertoriées à l'article 58 du fascicule 71.

Les appareils de fontainerie et de lutte contre l'incendie doivent être posés d'une manière rigoureusement verticale et respecter la hauteur de couverture de 1 m au droit du clapet. Quelques précautions sont à prendre lors de la mise en place d'un poteau incendie :

- éviter l'introduction de terre ou de graviers,
- faire reposer le palin du coude sur un radier de béton de dimensions suffisantes,
- placer sur un massif en maçonnerie un robinet-vanne entre la canalisation d'alimentation et le poteau d'incendie,
- constituer une zone de drainage avec des matériaux concassés pour l'évacuation des eaux de vidange.

Les appareils de protection et de régulation tels que ventouses, clapets, réducteurs de pression, purgeurs soniques doivent obligatoirement être posés sous regards. Les ventouses se montent sur un piquage vertical pratiqué à la partie supérieure de la canalisation à l'aide d'un té à tubulure bride. Il est indispensable de placer, en amont des appareils ne possédant pas leur propre moyen d'isolement, un robinet de sectionnement.

REPRISE DES EFFORTS DUS A LA POUSSEE DU FLUIDE

Les conduites d'eau sont constituées par une suite de tuyaux réunis pas des joints dont le rôle est d'assurer l'étanchéité entre les différentes pièces. En dehors du cas où ces joints sont à brides ou soudés (conduite acier ou béton armé avec une âme tôle), des déboitements des éléments de canalisations, provoqués par les efforts dus à la poussée du fluide véhiculé, peuvent se produire :

- à chaque extrémité de la conduite (plaques pleines),
- à chaque changement de direction (coudes),
- à chaque changement de diamètre (cônes),
- à chaque dérivation (tés).

Il est donc indispensable de calculer ces forces et de les équilibrer :

— soit au moyen de massifs en béton correctement dimensionnés qui s'opposent à ces forces :

- par la réaction du sol sur leur surface d'appui,
- par le frottement du massif sur le terrain,

soit par l'utilisation de joints verrouillés.

Il est parfois nécessaire, pour des diamètres importants et des pressions de service élevées, de mettre en place des massifs en béton associés à des fers d'amarrage sur des conduites à joints soudés ou à brides.

CALCUL DES PUSSEES

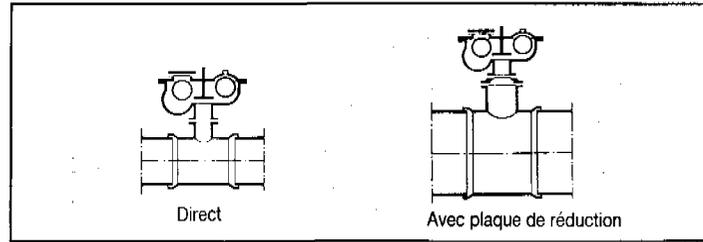
En toute rigueur, pour trouver la valeur de la poussée, on devrait appliquer au déplacement de l'eau le théorème des quantités de mouvement projetées en prenant pour axe des projections la bissectrice de l'angle de dérivation du coude.

Cependant, les efforts engendrés par l'écoulement de l'eau sont négligeables pour les vitesses rencontrées dans les réseaux d'eau (inférieures à 3 m/s).

Seule interviendra donc la poussée hydrostatique de l'eau sur les pièces spéciales citées précédemment.

Les poussées se calculent par la formule :

$$F = K \times P \times S$$



Montage d'une ventouse.

Calcul des poussées

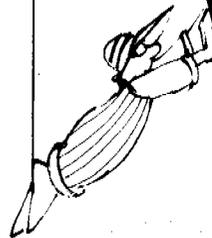
$$F = K \times P \times S$$

F est la poussée exprimée en daN
(1 daN = 1 kgf = 9,8 N)

P la pression d'essai hydraulique sur chantier en bar

S la surface de la section intérieure du tuyau en cm²

K un coefficient dont la valeur est fonction de la géométrie de l'élément de canalisation concerné

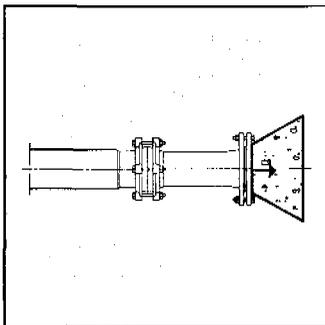


A l'extrémité de la canalisation, la poussée tend à décoller la plaque pleine.

Elle a pour valeur :

$$F = P \times S$$

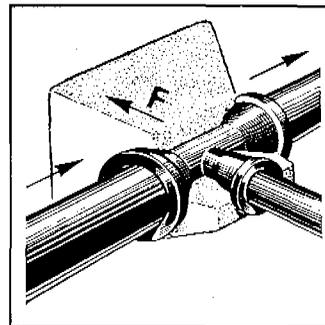
$K = 1$.



Sur un **té**, la poussée est dirigée suivant l'axe de la tubulure et a pour valeur :

$$F = P.S.$$

S : section de la tubulure en cm^2 .

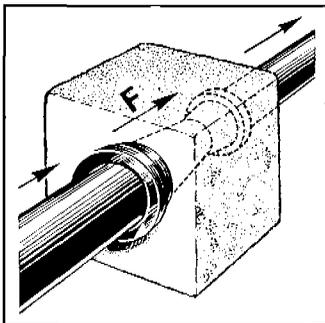


Sur un **cône**, la poussée qui tend à chasser le cône dans la direction de la petite section a pour valeur :

$$F = P \times (S - S')$$

S : grande section en cm^2

S' : petite section en cm^2 .



Sur un **coude**, la poussée est dirigée suivant la bissectrice et tend à chasser le coude vers l'extérieur. Elle a pour valeur :

$$F = 2.P.S. \sin \frac{\alpha}{2}$$

α étant l'angle de dérivation du coude.

$$\text{ou } F = K.P.S.$$

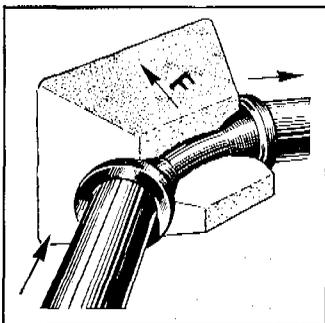
avec

$K = 1,414$ pour les coudes au $1/4$

$K = 0,766$ pour les coudes au $1/8$

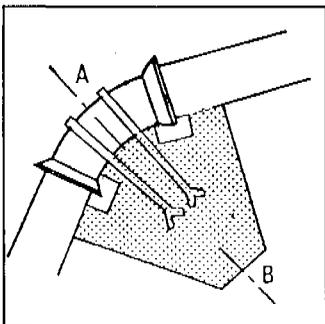
$K = 0,39$ pour les coudes au $1/16$

$K = 0,196$ pour les coudes au $1/32$



Le massif de butée prend place normalement à l'extérieur du coude. Mais, dans cette position, il peut être difficile, dans certains cas, de le construire, en raison de la présence à proximité d'ouvrages enterrés (égouts, conduite, etc.). Dans ce cas, on l'exécute à l'intérieur du coude et les efforts de poussée sont transmis au massif par les lirants ancrés dans la butée et ceinturant la conduite. On dit que l'on amarre le coude.

Amarrage d'un coude.



DN	Poussée F en daN				
	Tés et plaques pleines	Coude 1/4	Coude 1/8	Coude 1/16	Coude 1/32
60	47	66	36	18	9
65	53	75	40	21	10
80	75	107	58	29	15
100	109	155	84	43	21
125	163	230	125	63	32
150	227	321	174	89	44
200	387	547	296	151	76
250	590	834	451	230	116
300	835	1180	639	326	164
350	1122	—	859	438	220
400	1445	—	1106	564	283
450	1809	—	1385	706	355
500	2223	—	1701	867	436
600	3167	—	2324	1236	621
700	4278	—	3274	1669	839
800	5568	—	4262	2173	1092
900	7014	—	5368	2737	1375
1000	8626	—	6602	3366	1691
1100	10405	—	7964	4060	2040
1200	12370	—	9468	4827	2425
1400	16787	—	12848	6550	3291
1500	19236	—	14723	7506	3771
1600	21851	—	16724	8526	4284
1800	27612	—	21133	10773	5413

Valeurs des forces de poussée calculées pour différents éléments de canalisation et pour une pression de 1 bar.



Il ne faut pas omettre, lors de la confection des butées, de laisser les joints dégagés, comme indiqué sur les figures, pour permettre leur inspection pendant l'essai hydraulique et, si besoin, un démontage éventuel.

BUTEE POIDS

Une butée poids constituée par un massif en béton oppose à la poussée de l'eau F une force F' proportionnelle à son poids Q , que l'on calcule par la formule :

$$F' = f \times Q$$

Il est donc aisé de calculer le volume de béton à mettre en œuvre qui évitera tout déboîtement des éléments de canalisation.

$$V = \frac{F}{f \times \rho}$$

V : volume de béton à mettre en œuvre en m^3

F : poussée de l'eau calculée précédemment en daN

f : coefficient de frottement entre béton et terrain

ρ : masse volumique du béton en kg/m^3 ($\rho = 2100 \text{ kg/m}^3$).

Le béton étant coulé à pleine fouille, le coefficient f est au plus égal à $\text{tg } \Psi$, Ψ étant l'angle de frottement intérieur du terrain.

Les valeurs de ce coefficient sont données, dans le tableau suivant, selon la nature du terrain.

Nature du sol	ANGLE DE FROTTEMENT Ψ (degrés)		COEFFICIENT DE FROTTEMENT f ($\text{tg } \Psi$)	
	Humide	Immergé	Humide	Immergé
Débris rocheux	40	35	0,84	0,7
Tout venant	35	30	0,7	0,58
Sables limoneux	30	25	0,58	0,47
Argiles	25	15	0,47	0,27

Remarques :

Les terrains réels n'entrent généralement pas strictement dans la classification ci-dessus ; c'est au projeteur d'évaluer de quelle catégorie ils se rapprochent le plus et d'en déduire les valeurs à introduire dans les calculs.

— Le cas des sols secs n'est jamais traité car, les canalisations étant peu enterrées, le sol est toujours susceptible d'avoir une importante teneur en eau.

— Les limons et argiles immergés (liquides) ou les vases sont des terrains qui fluent et il est fortement déconseillé d'y placer des butées sans une étude approfondie.

FORCE PORTANTE

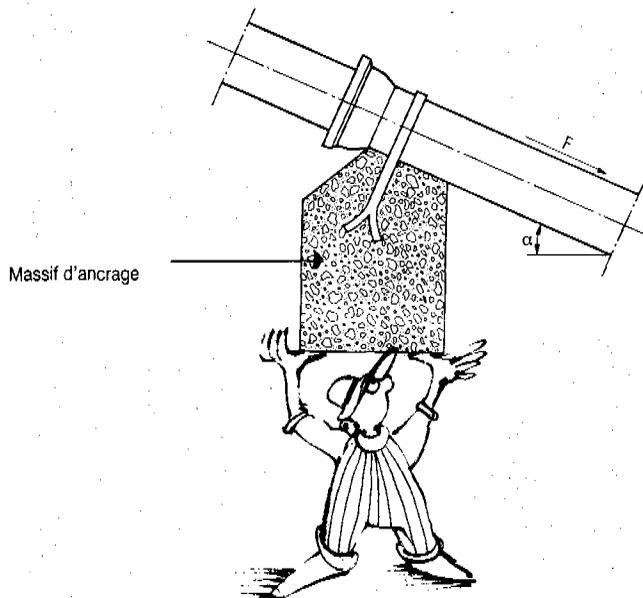
Il s'agit de la contrainte maximum admissible sous la fondation de l'ouvrage. La valeur admissible de cette contrainte dépend également des caractéristiques du sol (cohésion, angle de frottement et densité). Elle est également fonction croissante de la profondeur. A une profondeur de 1,5 m, on peut lui donner les valeurs suivantes :

Nature du sol	Graviers		Sables		Argiles humides
	Humides	Immergés	Humides	Immergés	
Force portante en MPa (MegaN/m ²)	0,76	0,24	0,39	0,13	0,1

ANCRAGE DES CONDUITES EN PENTE

Sur un terrain en pente, les canalisations doivent être maintenues par des massifs en béton pour éviter qu'elles ne glissent dès que la valeur de cette pente dépasse celle de l'angle de frottement existant entre le sol et la conduite.

Chaque tuyau doit être ainsi maintenu par un massif d'ancrage placé derrière la tulipe d'emboîtement qui, dans ce cas, est généralement dirigée vers le haut.



ANCRAGE D'UNE CONDUITE

L'effort de glissement à reprendre par le massif se calcule à l'aide de la formule :

$$F = P (\sin \alpha - \text{tg} \psi \cdot \cos \alpha)$$

dans laquelle :

F est en daN,

P est le poids total exprimé en daN de la portion de conduite située entre deux massifs d'ancrage,

α est l'angle formé par la conduite avec l'horizontale,

ψ est l'angle de frottement entre la conduite et le terrain.

Si la valeur entre parenthèses est positive, la mise en place d'amarrages devient indispensable, afin d'éviter tout glissement des tuyaux.



Dès qu'un glissement peut se produire, il y a avantage à utiliser des tuyaux non susceptibles de se déboîter, afin de solidariser l'ensemble de la conduite et d'éviter de faire transmettre, par les joints, des efforts longitudinaux auxquels ils résistent très mal (fuites possibles). On utilisera donc de préférence des tuyaux fonte à joints verrouillés, des tuyaux en béton armé à joints autobulés ou des tuyaux en acier à joints soudés. Les massifs d'ancrage pourront alors être espacés, voire un massif à chaque extrémité de la pente.

CONTROLE DE L'ETANCHEITE

EPREUVE DES CANALISATIONS PRINCIPALES ET DES BRANCHEMENTS

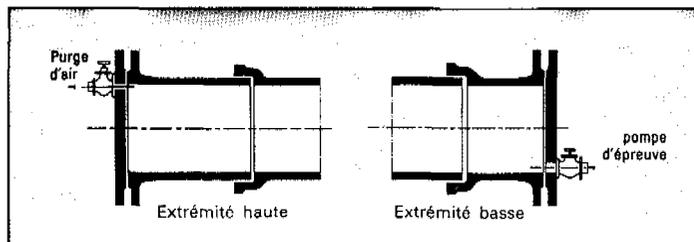
L'essai hydraulique d'étanchéité d'un réseau constitue l'examen final : il permet en particulier de vérifier que le montage des joints a bien été fait correctement. Il est réalisé par l'entrepreneur et à ses frais au fur et à mesure de l'avancement des travaux. La longueur des tronçons essayés dépend de la configuration du chantier (tracé, profil du tronçon essayé). Il est recommandé au fascicule 71, à l'article 76, de ne pas dépasser des longueurs de 500 m : plus le tronçon d'essai est grand, plus les recherches de fuites éventuelles sont difficiles.

L'épreuve est réalisée, si possible, avant remblaiement complet de la tranchée afin de pouvoir examiner effectivement le tronçon de conduite éprouvé et, en particulier, tous les joints qui devront rester à découvert. Dans la pratique, les entrepreneurs expérimentés peuvent, sous leur responsabilité, procéder à l'essai après le remblaiement, sur des tronçons pouvant excéder 500 m.

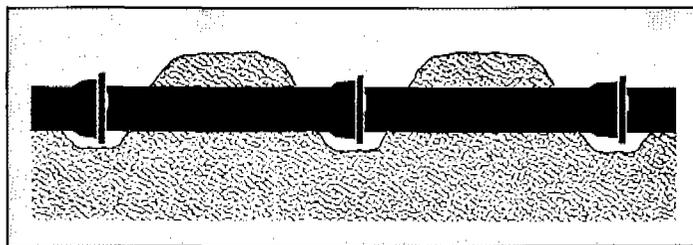
Avant l'essai : l'aval de la canalisation est obturé avec une plaque d'extrémité munie d'un orifice avec robinet placé en bas pour le raccordement à la pompe et le remplissage. L'extrémité haute du tronçon est obturée avec une plaque pleine équipée d'un robinet placé vers le haut pour la purge d'air.

On met en place autour de ces deux plaques des butées dont l'assise est réalisée sur des madriers encastrés transversalement dans la tranchée ou sur un dispositif équivalent (rideau de palplanche par exemple).

De plus, pour éviter tout déplacement de la conduite sous l'effet de la pression, on prendra soin de mettre en place des cavaliers, c'est-à-dire d'effectuer le remblayage des tuyaux sur leur partie médiane.



Obturation des extrémités du tronçon.



Remblayage en partie médiane.

Les conduites en fibres ciment ou en béton armé doivent respectivement avoir été remplies d'eau au moins 24 heures et 48 heures avant l'épreuve réglementaire afin de saturer les tuyaux en eau. Pour ce qui concerne les canalisations en matière plastique, il est, afin de tenir compte de leur élasticité différée, effectuée une mise en pression préalable de 15 minutes avant l'épreuve proprement dite.

CONDUITE DE L'ESSAI

La conduite est mise progressivement en eau, en assurant une purge correcte de l'air. Lors de la mise en pression, il se produit un tassement de la butée (ex. : sous une pression de 8 bars, une conduite de 400 mm subit une poussée de 10000 kgf).

Pour que la conduite ne subisse pas d'allongement, il convient de prévoir un rattrapage du jeu. On utilise, pour ce faire, des vérins qui permettent un réglage précis.

Le fascicule 71, dans son chapitre XI précise :

La pression d'épreuve est, en règle générale, la pression maximale de service majorée de :

- 50 % lorsqu'elle est inférieure à 10 bars,
- 5 bars lorsqu'elle est supérieure ou égale à 10 bars.

Dans tous les cas, cette pression devra être supérieure à 8 bars.

La pression d'épreuve est appliquée pendant une durée de 30 mn, sans que la diminution de pression soit supérieure à 0,2 bar. Après l'essai, l'entrepreneur doit, si nécessaire, remédier, à ses frais, à tout défaut d'étanchéité. Les réparations effectuées, il est procédé à une nouvelle épreuve telle que décrite précédemment.

Les branchements particuliers sont éprouvés par mise à la pression de service avant tout remblaiement de la tranchée. Les épreuves ont lieu avec un robinet d'arrêt compteur fermé. Les raccordements alimentant les poteaux d'incendie, bouches d'incendie, bornes fontaines et bouches de lavage sont éprouvés en même temps et dans les mêmes conditions que le réseau.

ESSAI GENERAL DU RESEAU

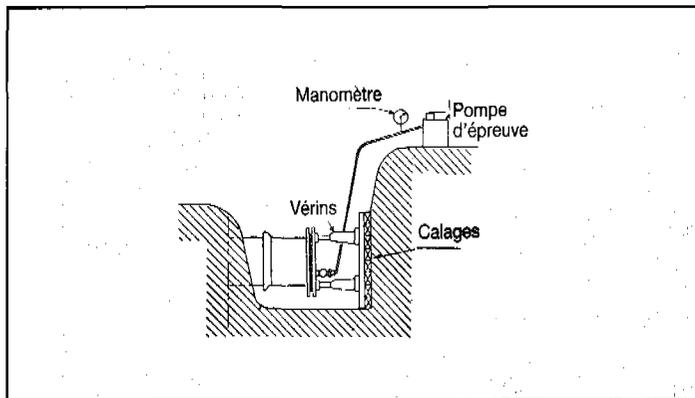
Avant la réception provisoire des travaux, il est procédé par l'entrepreneur, en présence du maître d'œuvre, à une mise en pression générale du réseau par l'intermédiaire du réservoir, les robinets et vannes de branchement et de raccordement étant fermés.

Il est impératif de remplir les conduites lentement, avec un débit de l'ordre de 1/20 à 1/15 de leurs débits normaux prévus. Cette opération est indispensable pour donner à l'air le temps de cheminer, de s'accumuler aux points hauts et enfin de s'échapper par les ventouses. On utilisera les robinets-vannes de vidange pour vérifier l'arrivée progressive de l'eau. Dans un premier temps, ces robinets sont ouverts, ils sont ensuite refermés au fur et à mesure de l'arrivée de l'eau. L'opération de remplissage étant terminée, le réseau est mis en pression pendant 48 heures. Après cette période, on mesure la perte par rapport à la capacité du réseau; celle-ci ne doit pas dépasser 2 %.

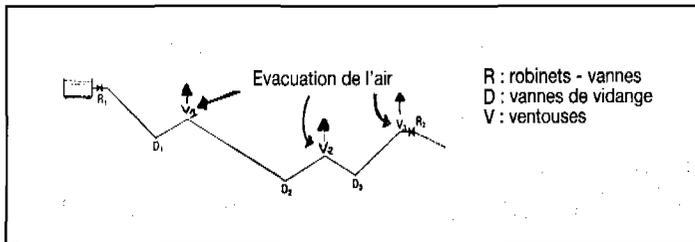
L'épreuve des conduites d'eau potable est décrite en détail au chapitre XI, du fascicule 71.

ENROBAGE DE LA CANALISATION

L'enrobage est une opération très délicate pour la stabilité du tuyau. Elle assure son calage et la transmission régulière de l'effet latéral des terres, particulièrement important pour les tuyaux semi-rigides et

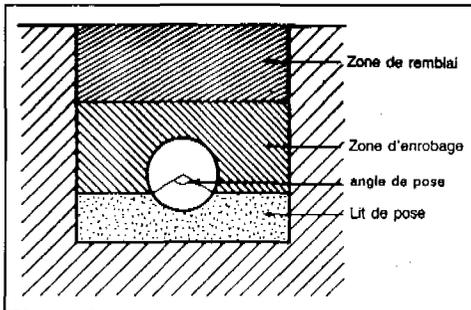


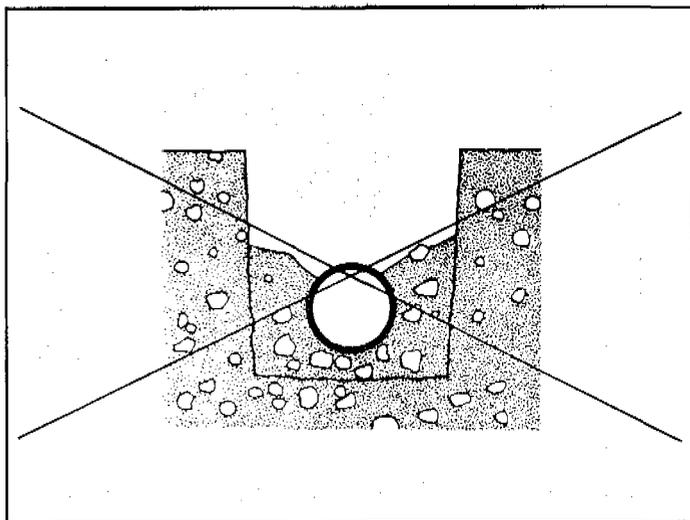
Butée d'extrémité lors d'un essai d'étanchéité.



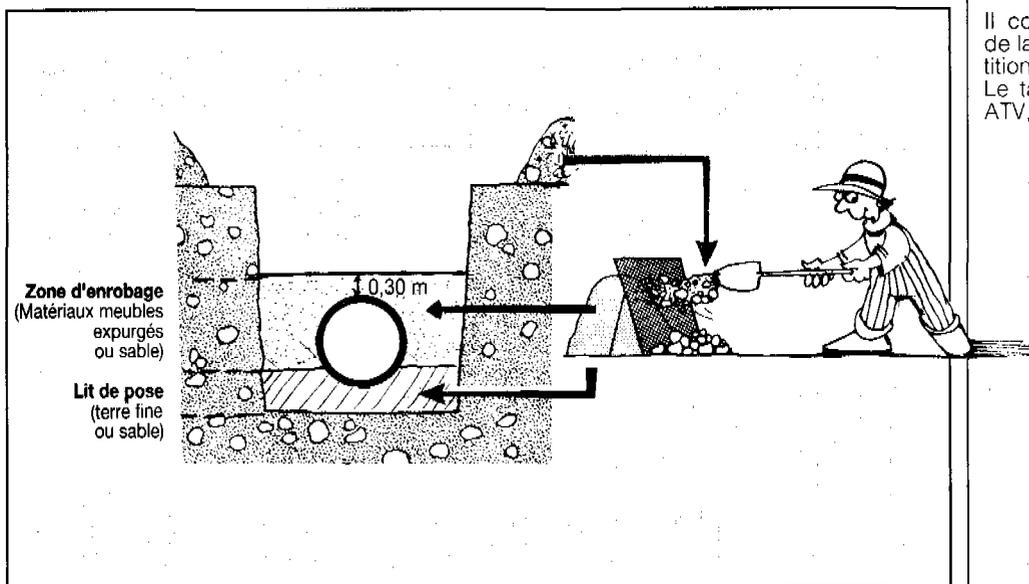
Remplissage d'un réseau.

Coupe d'une tranchée remblayée.





Coupe d'une tranchée remblayée.



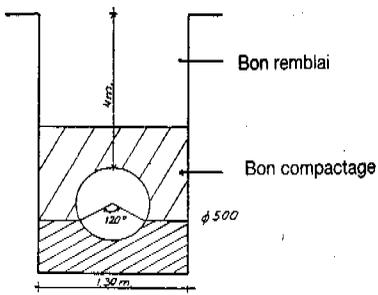
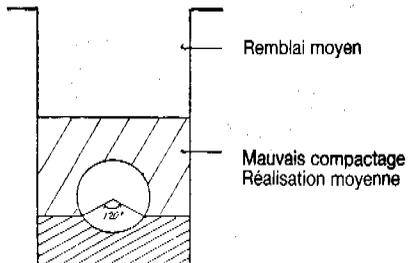
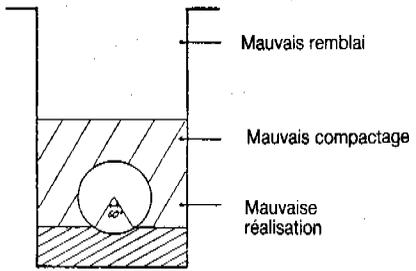
Mise en œuvre des matériaux d'enrobage.

souples qui, par leur déformation propre, font intervenir ce contrebutage latéral pour assurer leur stabilité. Cette opération consiste à remblayer par couches successives de 15 cm dûment compactées.

L'enrobage de la canalisation jusqu'à environ 30 cm au-dessus de sa génératrice supérieure est à distinguer du remblaiement qui a lieu au-delà de cette zone.

Le choix des matériaux d'enrobage et leur mise en œuvre ont une grande influence sur la durabilité du réseau. Ainsi, lorsque les déblais ne présentent pas une bonne aptitude au compactage et que la canalisation le nécessite, il y a lieu d'utiliser des matériaux d'apport pulvérulents tels que : sables, graviers, terre franche, ou alors un enrobage en béton. Le matériau de remblayage doit être exempt de pierres et blocs (grains de 20 mm au plus) et de matériaux gelés. De plus, des sols susceptibles d'endommager les canalisations (cendres agressives) ainsi que des sols ayant des tassements ultérieurs ne doivent pas être utilisés comme remblai.

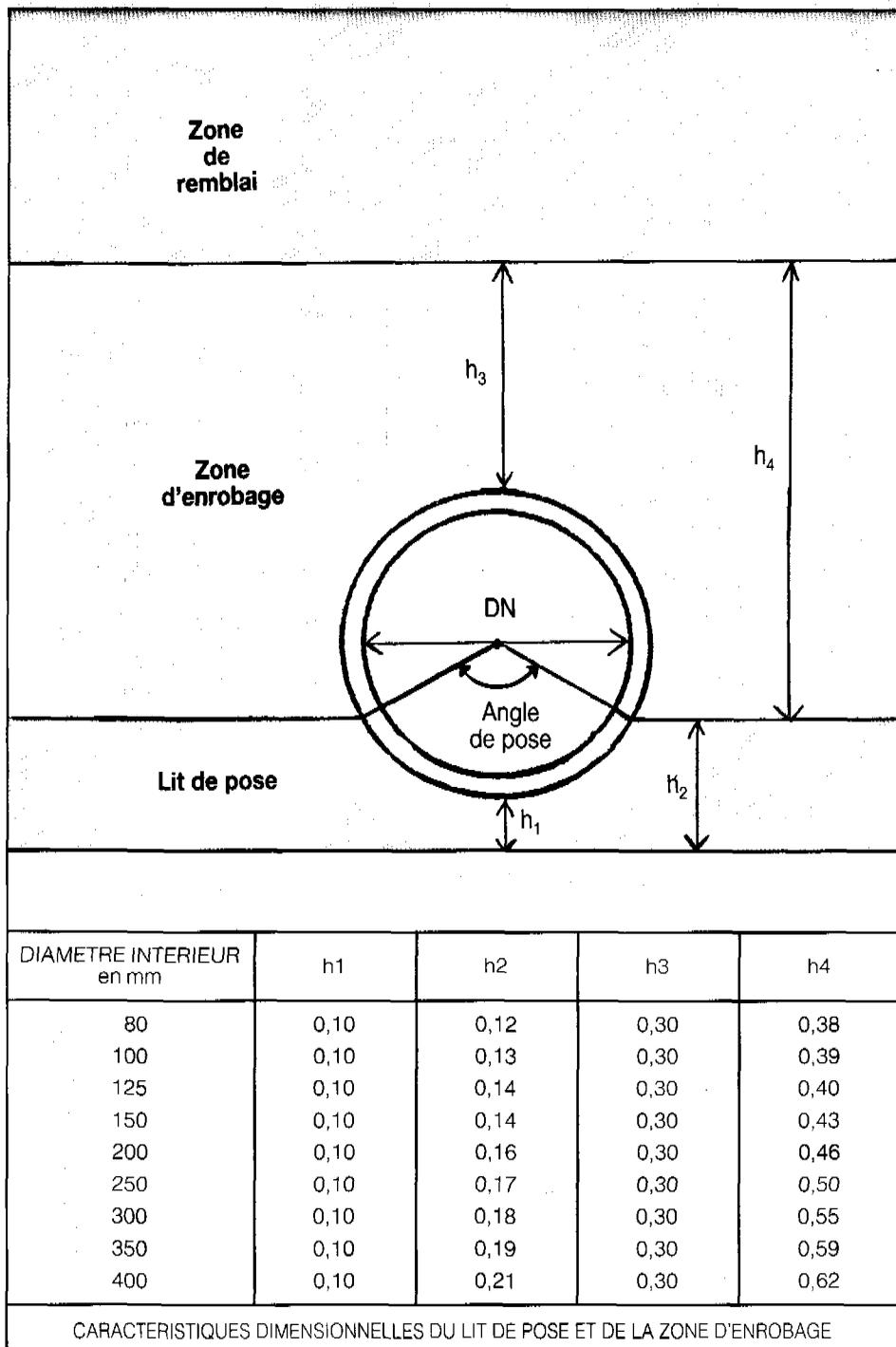
Il convient donc d'insister sur l'importance de la zone d'enrobage au regard de la répartition des charges à la périphérie des tuyaux. Le tableau ci-contre, établi par la méthode ATV, montre l'importance de cette opération.

	EFFET DE SILO	CHARGES VERTICALES en kN/m ²	CHARGES HORIZONTALES kN/m ²	COEFFICIENT DE SECURITE			
				DÉ	REIN	RADIER	PORTAIL
CAS 1 (BON)							
 <p>Bon remblai</p> <p>Bon compactage</p> <p>$\phi 500$</p> <p>120°</p> <p>1.30 m</p> <p>4.00 m</p>	0,65	60	29	7,02	10,74	6,26	3,79
CAS 2 (MOYEN)							
 <p>Remblai moyen</p> <p>Mauvais compactage Réalisation moyenne</p> <p>120°</p>	0,81	118	15	2,77	4,16	2,59	2,21
CAS 3 (MAUVAIS)							
 <p>Mauvais remblai</p> <p>Mauvais compactage</p> <p>Mauvaise réalisation</p> <p>60°</p>	0,97	165	3	1,58	2,31	1,18	1,14

EXEMPLE DE REPARTITION DES CHARGES A LA PERIPHERIE D'UN TUYAU

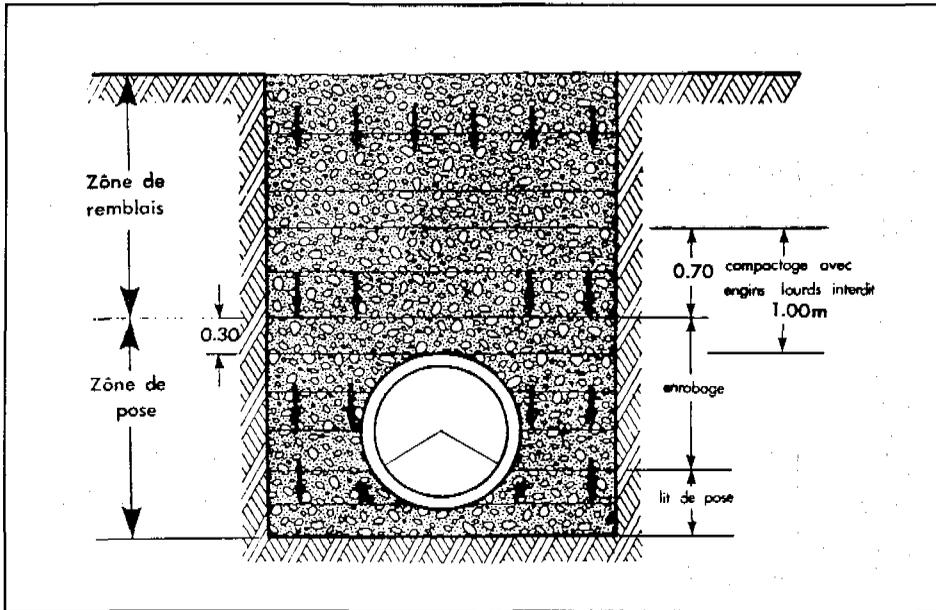
Dans la zone de tuyau jusqu'à 0,30 m au-dessus de la génératrice supérieure, les matériaux de remblai doivent être mis en œuvre par couches successives de 0,30 m d'épaisseur maximale; ces remblais seront damés et compactés manuellement ou par du matériel léger. Le compactage ne doit cependant pas être excessif afin de ne pas mettre en péril la stabilité du tuyau, notamment pour les tuyaux déformables.

Il faut compacter autour du tuyau autant qu'il est nécessaire et non autant que possible.

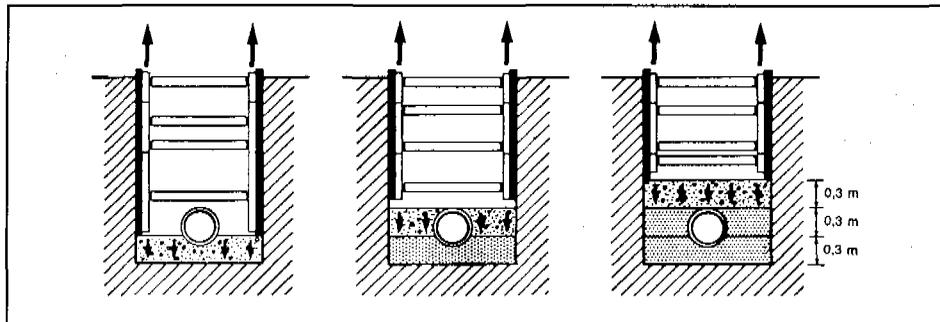
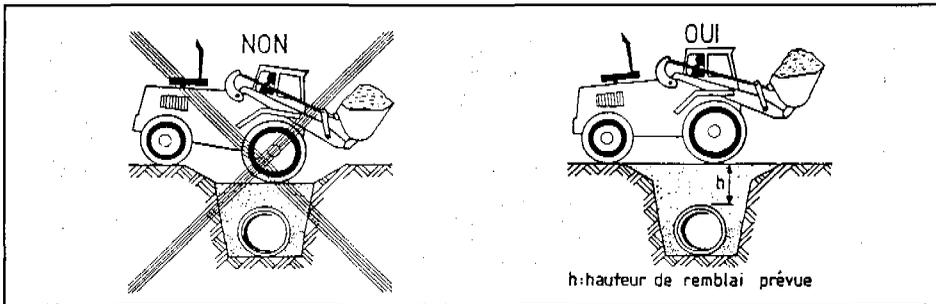


CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES DU LIT DE POSE ET DE LA ZONE D'ENROBAGE

REMBLAIEMENT



Enrobage et remblaiement.



Retrait des blindages.

Un remblaiement de qualité est nécessaire pour assurer, d'une part, la transmission régulière des charges agissant sur la canalisation et, d'autre part, sa protection contre tout dégât lors de l'exécution des remblais supérieurs. Le matériau utilisé est généralement similaire à celui mis en œuvre pour l'enrobage du tuyau. Le remblaiement est réalisé par couches successives dont l'épaisseur est déterminée en fonction de l'engin de compactage (jamais supérieure à 0,30 m), en tenant compte de la nature du remblai, afin de garantir une compacité optimale et régulière. Durant cette opération, les tuyaux ne devront subir aucun dommage.

Pour cette raison, l'utilisation d'engins de compactage moyens ou lourds n'est admissible qu'à partir d'une hauteur de couverture de 1 m.

Par ailleurs, dans le cas de faible couverture des tuyaux, la circulation des véhicules ainsi que le stockage des déblais des tranchées sont interdits sur le tracé de la canalisation. Dans les deux cas, des surcharges exceptionnelles peuvent apparaître sur les tuyaux.

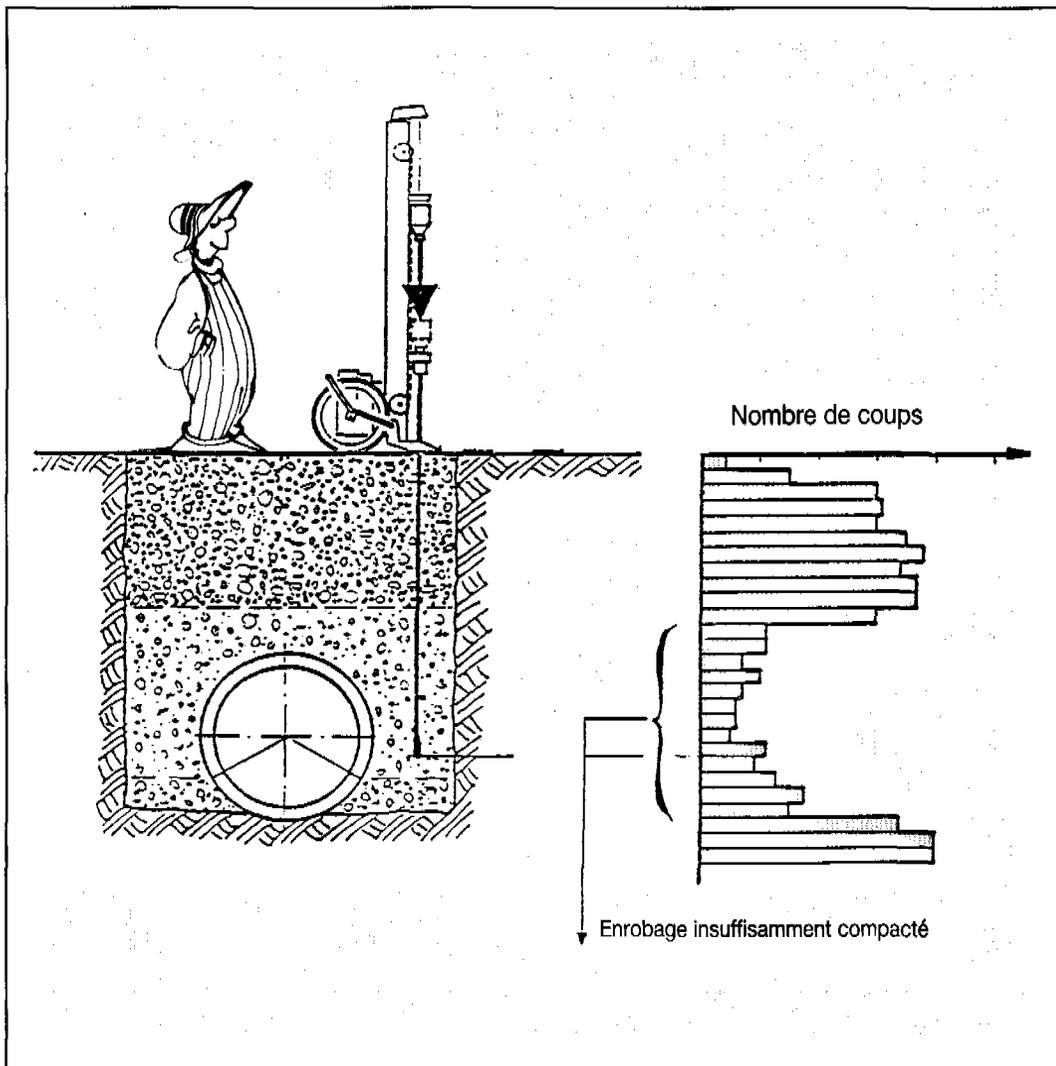
Lors du remblaiement et avant le compactage, tous les matériaux d'étayage sont à retirer progressivement afin de rétablir une parfaite homogénéité entre le remblai et le terrain naturel.

CONTROLE DU COMPACTAGE DES TRANCHEES

Le compactage de la zone d'enrobage et de la zone de remblaiement influe directement sur la répartition des charges à la périphérie du tuyau, donc sur la stabilité de celui-ci. Il est nécessaire de vérifier à posteriori la qualité de réalisation de cette opération. Le contrôle peut utilement être réalisé à l'aide d'un outil peu coûteux, pratique et très rapide à mettre en œuvre, que l'on appelle sonde battue. Cet appareil est utilisé dans le département du Bas-Rhin depuis plusieurs années et permet :

- une approche relativement fiable de la densité du sol;
- de détecter rapidement les défauts de compactage d'une tranchée.

Cette sonde est constituée d'une pointe d'un diamètre de 2,52 cm qui est enfoncée dans le remblai à l'aide d'un mouton de 10 kg tombant d'une hauteur de 50 cm. On enregistre le nombre de coups nécessaires pour enfoncer la pointe de 10 cm. Cette valeur sera comparée à la valeur minimale acceptable pour la densité des différents sols utilisés.



Contrôle du compactage à l'aide d'une sonde battue.

MISE EN SERVICE

La pose est terminée. Grâce au soin apporté aux travaux de pose, la canalisation va devenir un excellent outil de transport, sûr, économique et durable.

Malgré toutes les précautions prises, la propreté de la canalisation est insuffisante. Elle contient toujours de la terre ou des pierres qui, en se déposant dans les appareils de robinetterie ou de fontainerie, peuvent gêner leur manœuvre, détériorer les sièges et clapets de fermeture. Avant la mise en service définitive du réseau d'eau potable, comme après toute réparation sur une canalisation d'eau, il y a lieu de procéder à la désinfection du réseau avant de distribuer l'eau aux consommateurs.

Cette opération fait l'objet d'une description détaillée dans la circulaire du ministère de la Santé publique en date du 15 mars 1962. La désinfection peut s'effectuer soit au chlore, soit au permanganate de potassium. Il faudra obtenir aux extrémités du réseau :

- une coloration violacée pour le permanganate,
- une teneur de 5 mg par litre de chlore.

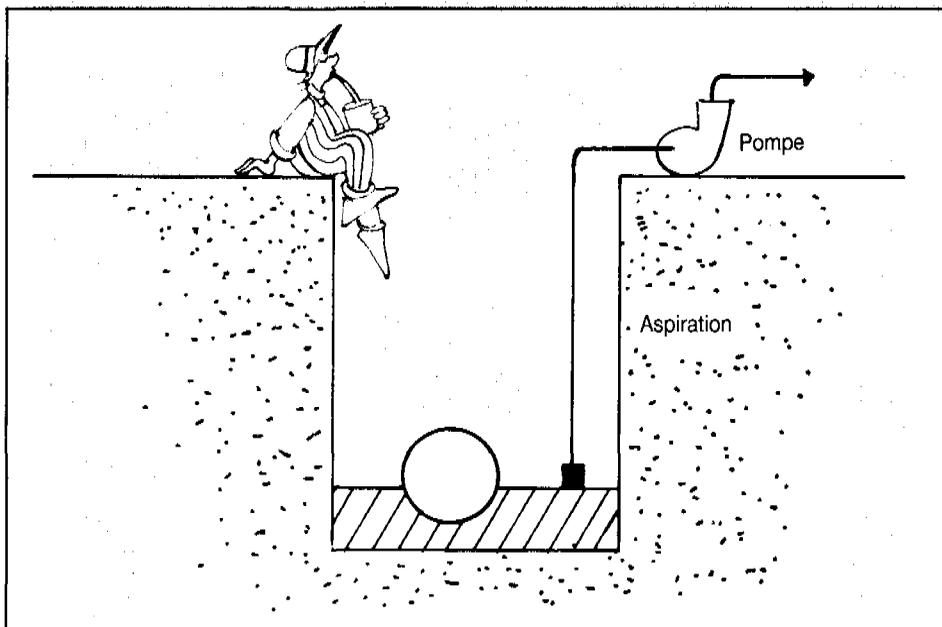
Il est impératif de respecter un temps de contact minimum pour l'opération de désinfection; ce temps de contact dépend du produit utilisé et de la dose introduite.

DESINFECTANT UTILISÉ	TEMPS DE CONTACT MINIMUM EN HEURES	DOSE CORRESPONDANTE (mg de désinfectant/l)
Chlore ou hypochlorites	24	10
	1,2	50
	0,5	150
	instantané	10.000
Permanganate de potassium	24	50

L'opération de désinfection étant terminée (après respect du temps de contact), il est procédé à un rinçage du réseau à l'eau claire.



5 CAS PARTICULIERS DE POSE



Epuisement par pompage.

POSE EN TERRAIN AQUIFERE

Lorsque la conduite traverse des terrains aquifères, il convient de prendre des mesures destinées à assécher la fouille pendant la durée des travaux. Pour ce faire, trois techniques sont couramment employées.

EPUISEMENT PAR POMPAGE

Il s'agit là d'un procédé simple nécessitant une pompe, submersible ou non, que l'on peut disposer dans la tranchée ou dans un puisard. Les pompes comportent des turbines présentant une faible aptitude au bouchage. Le choix de la pompe doit prendre en compte le mode d'alimentation, la hauteur maximale de refoulement, le débit d'eau et donc le temps disponible pour l'assèchement de la tranchée.

DRAINAGE PAR DRAINS PERFORES

Ce procédé met en œuvre des drains (PVC, amiante ciment) qui sont posés avec une légère pente dans un lit constitué d'un matériau graveleux (silico-calcaire par exemple) de granulométrie 20/40. De plus, leur implantation sera désaxée par rapport au réseau d'eau potable de façon à ne pas déstabiliser le lit de pose. Les eaux captées devront être pompées hors de la fouille dans des petits puits en bout de drainage. Après exécution, et afin d'éviter l'établissement d'une circulation d'eau favorisée par le lit drainant, celui-ci sera obturé par un écran étanche, en argile ou en béton, disposé tous les 50 ou 100 m.

RABATTEMENT DE NAPPE

Cette technique consiste à pomper l'eau par l'intermédiaire de pointes filtrantes mises en place par forçage, le long de la tranchée ou de part et d'autre de celle-ci et reliées à des pompes ou des groupes d'aspiration sous vide. Cette technique est intéressante dans le cas de sols moyennement ou faiblement perméables, mais elle nécessite l'intervention de spécialistes.

POSE EN TERRAIN MARECAGEUX

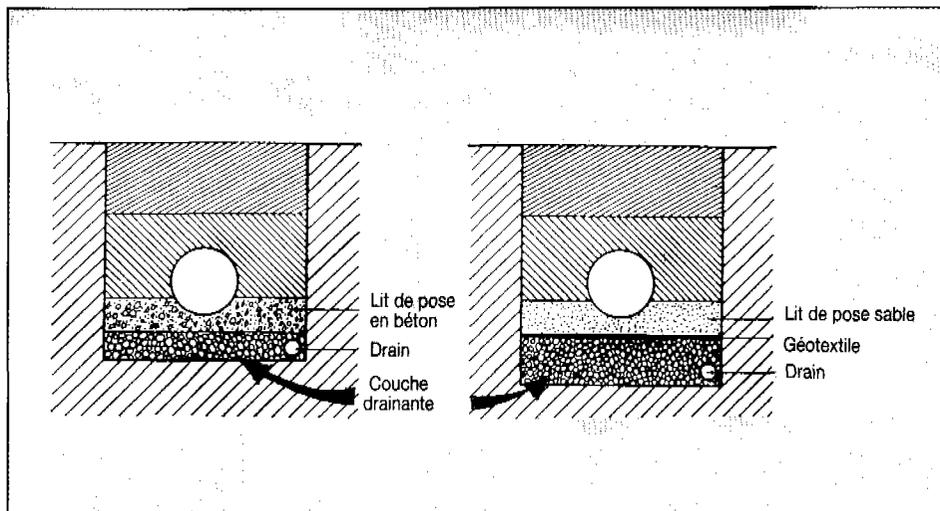
Lorsque la conduite traverse des terrains marécageux, il faut :

- Utiliser des engins équipés de chenilles "marais" à grande surface portante;
- Prévoir des travaux confortatifs pour éviter tout mouvement ultérieur des tuyaux.

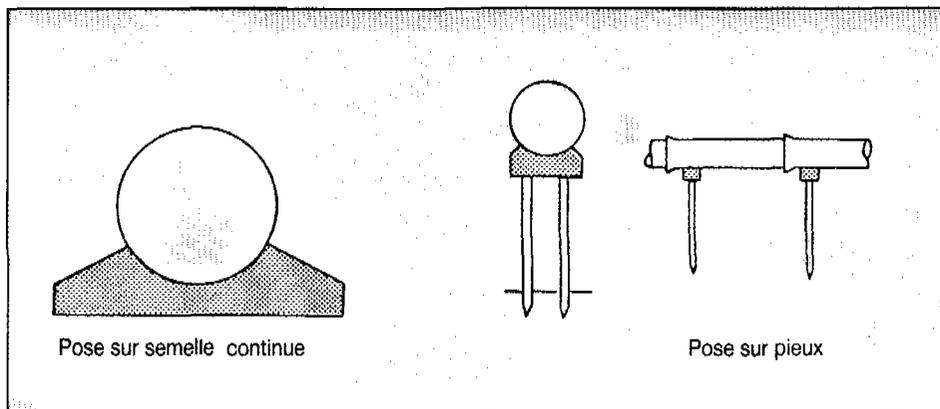
Suivant les circonstances, on peut :

- Prévoir sous le tuyau une semelle continue en béton armé enserrant la conduite sous un angle de 90°, ou plus, de façon à diminuer l'effort que supportera le tuyau;
- Réaliser un empattement suffisant, compte tenu de la charge que le sol est en mesure de supporter.

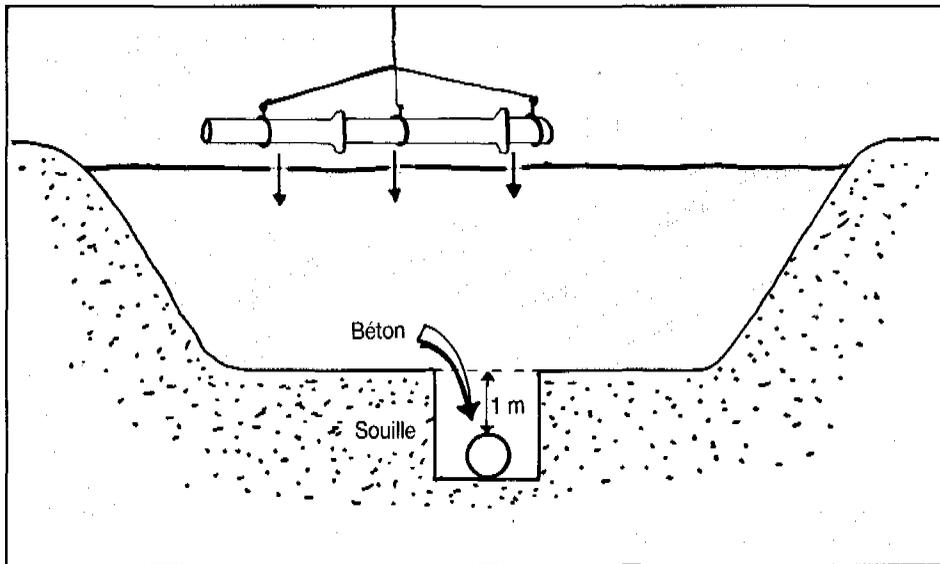
Il peut être prévu, également, que les tuyaux reposent sur des tasseaux en béton dans lesquels des têtes de pieux sont noyées, pieux battus au préalable jusqu'au sol stable. Ces tasseaux pourront être au nombre de deux par tuyau. Si l'on ne dispose qu'un seul tasseau par tuyau, celui-ci sera prévu près du joint.



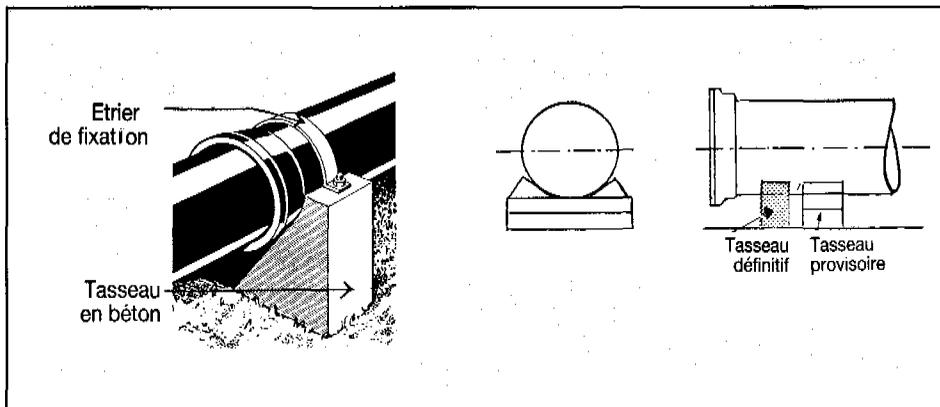
Drainage par drains perforés.



Pose en terrain marécageux.



Mise en place dans le lit d'une rivière.



Pose sur tasseaux.

POSE SOUS L'EAU

Lorsqu'il s'agit de franchir une rivière, la conduite peut emprunter le caniveau ordinairement réservé sous le trottoir d'un pont, s'il existe, mais celle-ci peut aussi être posée dans le lit même de la rivière. L'immersion d'une canalisation peut être également nécessaire quand il s'agit d'alimenter la population d'une île à partir d'installations existantes sur le continent.

Pour une telle opération, il est nécessaire, tout d'abord, de pratiquer dans le lit de la rivière ou au fond de la mer une tranchée dite "souille" à l'emplacement de la traversée. La conduite sera recouverte ensuite par une épaisseur de 0,60 m à 1 m de tout venant ou, mieux, de béton immergé, ce qui permettra de la soustraire aux accidents éventuels en liaison avec la navigation (ancres des bateaux, courants divers, etc.).

S'il s'agit d'une courte traversée, on peut utiliser des tuyaux rigides que l'on assemble à l'air libre, sur un échafaudage construit au-dessus de la souille. La conduite, une fois assemblée et essayée, est descendue avec précaution grâce à des engins de levage. Il est indispensable d'opérer en eau calme et d'éviter les manœuvres pouvant induire des efforts pour lesquels la conduite n'a pas été prévue.

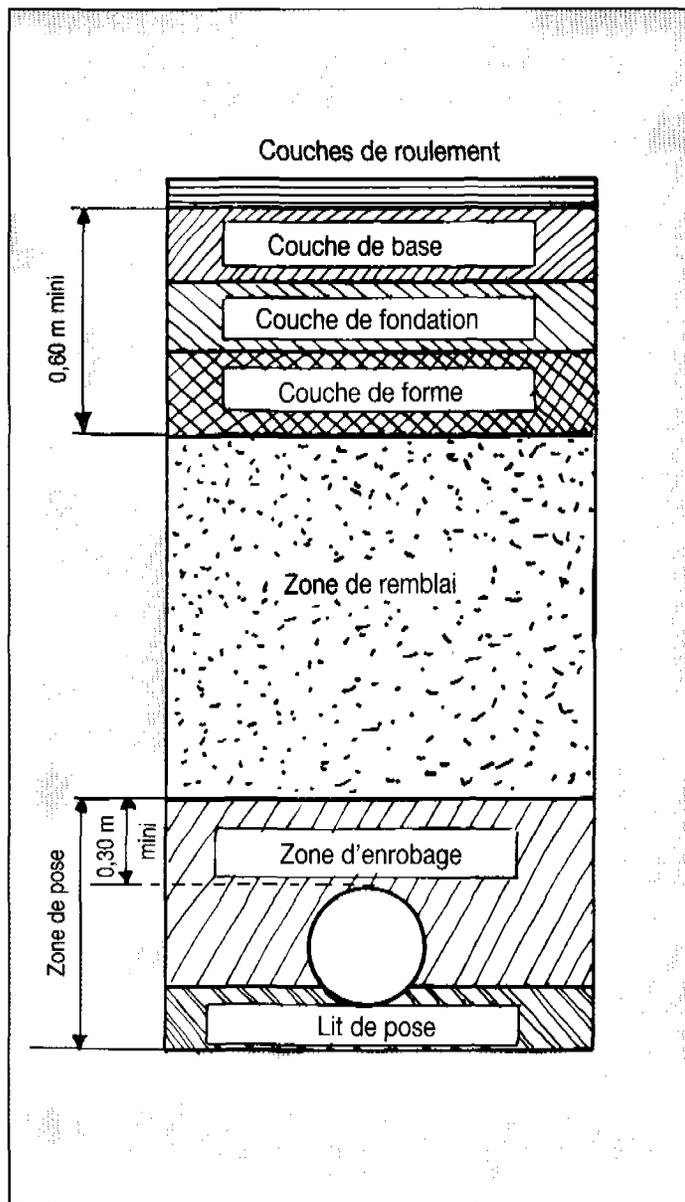
POSE EN ELEVATION

Quand les canalisations d'eau sont placées dans une galerie (fréquent à Paris), sur un plancher ou en caniveau (cas du passage sur un ouvrage d'art ou sur un pont), elles reposent sur des tasseaux en maçonnerie. Quand il s'agit de diamètres importants, on dispose provisoirement chaque tuyau sur des madriers en bois et on effectue un calage sur ces madriers correspondant au profil en long. Les calages doivent être bien soignés et très solides. Les joints sont exécutés et, parallèlement, une équipe exécute les tasseaux définitifs en maçonnerie. Pour les petits diamètres, la conduite est directement posée sur tasseaux coulés à l'avance.

TRAVERSEES DE ROUTES ET DE VOIES FERREES

TRAVERSEES DE ROUTES

En raison des charges supportées, qui peuvent amener des ruptures et, par conséquent, des infiltrations nuisibles à la conduite comme à la route, les traversées de routes doivent être limitées dans la mesure du possible. Une autorisation d'occupation du domaine public doit être demandée; elle fixe les conditions de pose et d'entretien. Elle prescrit la pose des conduites dans une gaine dans le double but de protéger la canalisation des chocs et vibrations et d'évacuer les fuites éventuelles hors de la chaussée. D'autre part, la profondeur d'enfouissement doit être au minimum de un mètre sous la chaussée; le remblaiement et la reconstitution de la chaussée doivent être exécutés avec soin.



Pose sous chaussée.

TRAVERSEES DE VOIES FERREES

Les sujétions imposées par la S.N.C.F. pour la traversée des voies sont également très strictes. Elles sont données lors de la demande d'autorisation du franchissement. En général, une buse métallique est imposée, dans laquelle est introduite la conduite d'eau; celle-ci doit pouvoir être isolée en cas d'anomalie; pour cela, on met en place deux vannes de sectionnement de part et d'autre de la traversée de la voie ferrée.

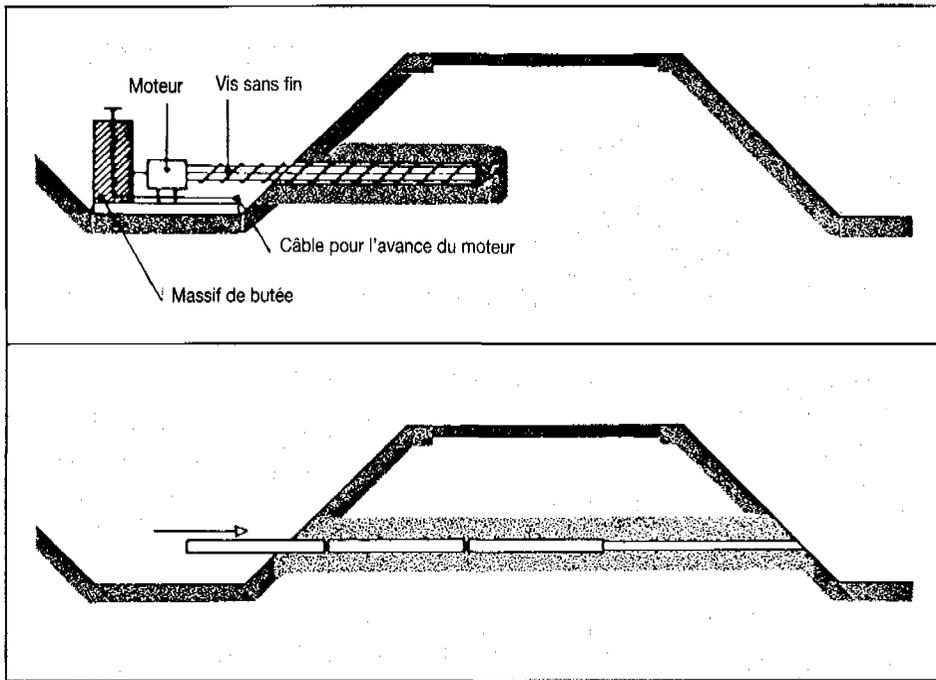
La pose classique de tuyaux en tranchée s'avère dans ce cas pratiquement impossible à réaliser en raison des gênes inacceptables qu'elle occasionnerait et des coûts prohibitifs qui en résulteraient (maintien provisoire des voies, signalisation, ralentissement de trains), il convient donc de poser la gaine par la méthode du fonçage horizontal.

FONÇAGE HORIZONTAL

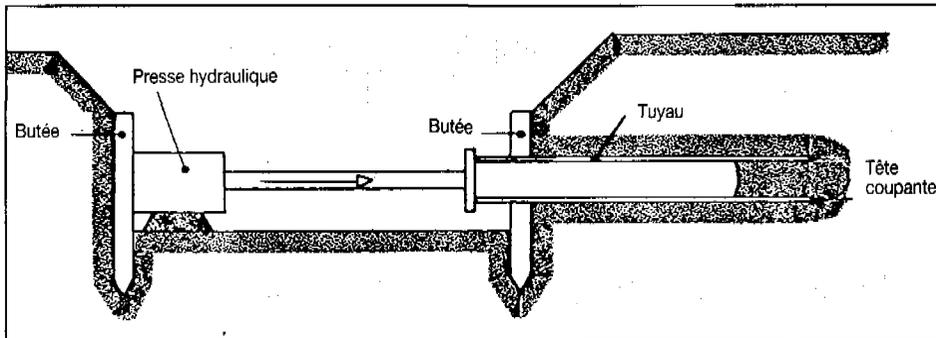
Cette technique consiste à faire pénétrer les canalisations dans le sol au moyen d'une machine hydraulique permettant de les faire passer sous les routes, les voies ferrées et les cours d'eau, ceci en ne perturbant que très légèrement la pression naturelle des terres.

Le fonçage est réalisé par poussage des tuyaux à partir d'un puits de travail :

— Soit avec enlèvement préalable des terres à l'avant de la trousse coupante placée en tête du premier tuyau, par une excavation manuelle ou mécanique de terres à un diamètre légèrement inférieur de quelques centimètres à celui du tuyau,



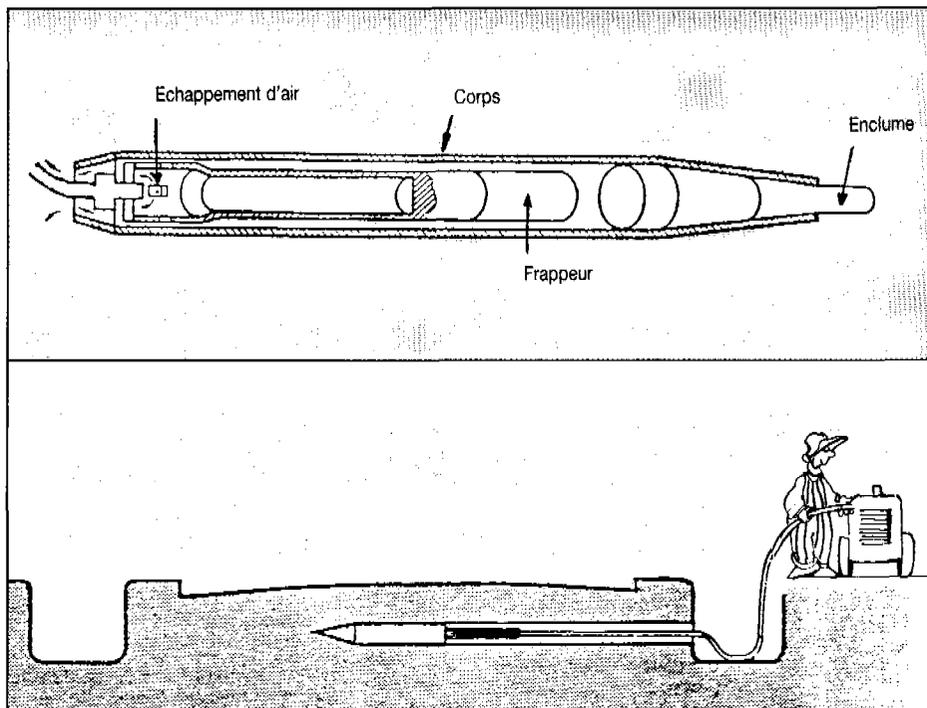
Fonçage d'un tuyau avec enlèvement préalable des terres.



Fonçage d'un tuyau sans enlèvement préalable des terres.

— Soit sans enlèvement préalable des terres par poussage des tuyaux munis à l'avant d'une trousse coupante, et ce, aussi loin que le permet la puissance de l'installation de fonçage; les terres sont ensuite excavées manuellement ou mécaniquement.

Ces techniques sont généralement appliquées pour les tuyaux de diamètres moyens et importants. Pour les petits diamètres (jusqu'à 200 mm) et pour les branchements, on utilise fréquemment la fusée. Celle-ci fonctionne à l'air comprimé (6 à 7 bars) et assure la formation d'un tunnel avec une vitesse moyenne de perforation de 10 à 80 mètres/heure suivant la nature du terrain. Elle tracte un fourreau en polyéthylène dans lequel sera placée la canalisation de branchement.



Utilisation d'une fusée en traversée.

POSE EN TERRAINS ROCHEUX

Dans le cas d'un sol rocheux, suivant sa consistance et sa densité, on pourra réaliser la fouille :

— soit par des pelles si la roche n'est pas très compacte (sables fortement agglomérés) ou fragmentée,

— soit par des marteaux piqueurs (pneumatiques, thermiques...) ou des brise-roches montés sur pelle hydraulique ou sur tracto-chargeurs,

— soit au moyen d'explosifs en respectant leurs conditions d'utilisation définies en particulier dans le décret n° 62.1218 du 15 octobre 1962.

Le lit de pose, le remblaiement et le compactage seront réalisés en suivant les prescriptions définies au chapitre 4.



6

PRECAUTIONS PARTICULIERES A CHAQUE MATERIAU



Revêtement C

Revêtement mortier de ciment

Tube acier

ACIER

L'acier est constitué de fer combiné au carbone, le pourcentage de carbone étant compris entre 0,1 et 1,5%. Les tuyaux en acier sont dotés d'une résistance aux contraintes élevée, mais sont en revanche très sensibles aux phénomènes de corrosion. Les tuyaux sont donc munis de revêtements qui constituent une première protection anti-corrosion :

- A l'intérieur : revêtement à base de mortier de ciment,
- A l'extérieur :
 - revêtement dit "C" composé d'un primaire d'adhérence, d'une couche d'émail bitumineux et d'un voile de verre noyé dans la couche d'émail,
 - revêtement polyéthylène.

Ces protections ne doivent pas être détériorées pendant la maintenance des tuyaux afin de les mettre à l'abri de la corrosion et d'assurer le bon fonctionnement de la protection cathodique.

PROTECTION ELECTRIQUE CONTRE LA CORROSION

Le revêtement extérieur qui équipe le tuyau en acier peut s'avérer suffisant, en raison de ses propriétés diélectriques, mais il peut être complété d'une protection cathodique, afin de résister à la corrosion engendrée par l'agressivité des sols ou par des sollicitations électriques extérieures (courants vagabonds). Cette technique a pour but d'éviter la corrosion d'un ouvrage métallique mis en contact avec un électrolyte (sol ou eau).

Coupe d'un tuyau en acier.

Grâce à une polarisation électrique adéquate de la canalisation, la protection cathodique interdit tous les phénomènes d'oxydation du métal qui sont alors thermodynamiquement irréalisables.

Il est rappelé, au titre de l'article 74 du fascicule 71, que la *protection cathodique des tubes acier doit être prévue et étudiée sous la responsabilité de l'entrepreneur chargé de la pose des conduites. Cette protection doit par ailleurs faire l'objet de contrôles périodiques réguliers destinés à s'assurer de son bon fonctionnement et de son efficacité dans le temps.*

En vue de l'installation de la protection cathodique, certains travaux doivent être effectués au moment de la pose des conduites.

Les dispositions qui sont imposées dans le fascicule 71 consistent :

- à assurer une parfaite continuité électrique des réseaux de canalisations par un shuntage (ou pontage électrique) des joints non soudés, des organes de robinetterie placés sur la canalisation, des réservoirs et stations de pompage,
- à isoler électriquement les canalisations par rapport au sol par :
 - une protection passive (revêtement protecteur),
 - une suppression des mises à la terre,
 - une mise en place des joints isolants.

MISE EN ŒUVRE DE LA PROTECTION CATHODIQUE

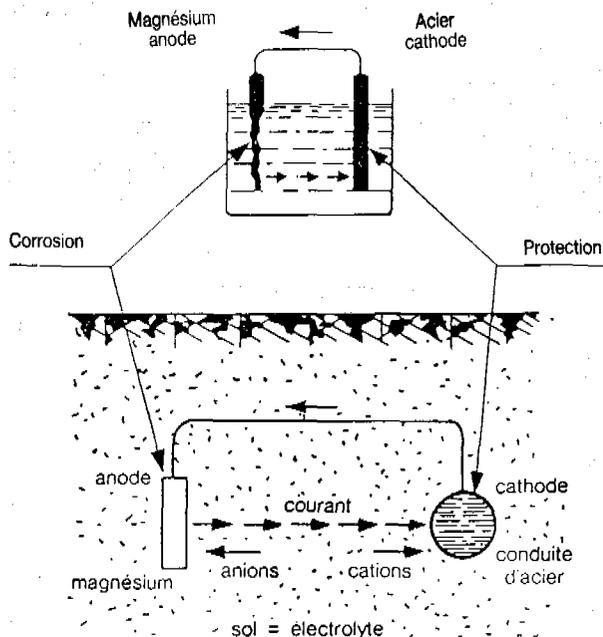
Dans la pratique, et pour réaliser la protection cathodique d'une structure enterrée en acier, deux méthodes sont utilisées :

- soutirage de courant,
- Anode sacrificielle appelée encore "anode réactive" (petits tronçons à protéger).

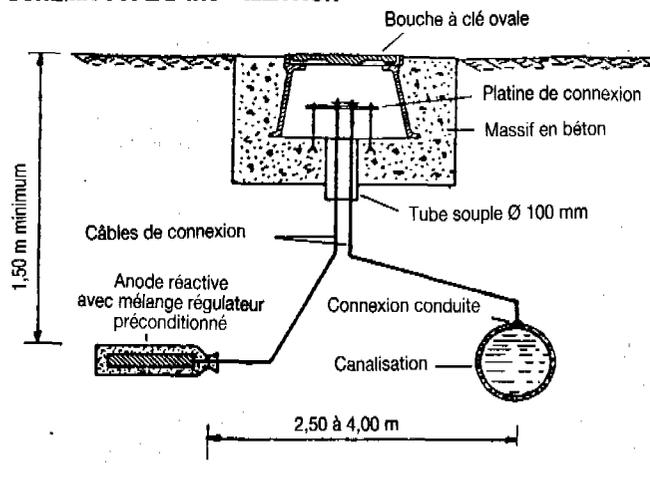
PROTECTION PAR ANODE REACTIVE

En associant un tuyau en acier à un métal plus électro-négatif que lui, on constitue une pile dont l'acier sera la cathode. L'autre métal (anode sacrificielle) sera corrodée. Les métaux les plus indiqués pour servir d'anodes réactives sont le magnésium et le zinc électrolytique.

PRINCIPE

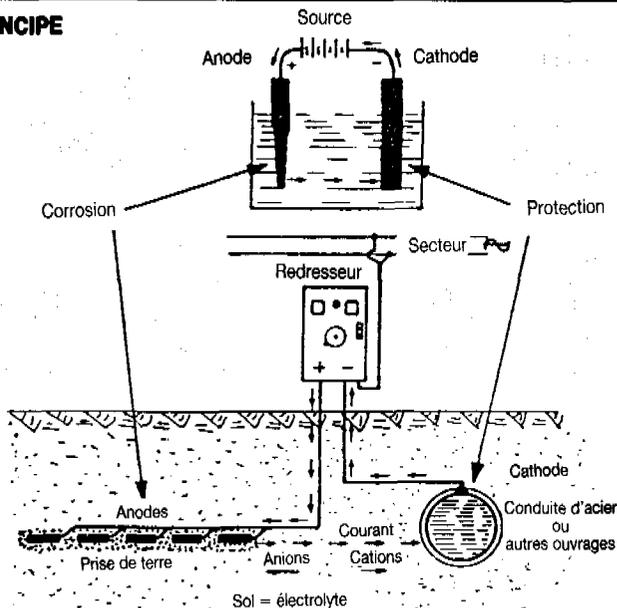


SCHEMA TYPE D'INSTALLATION

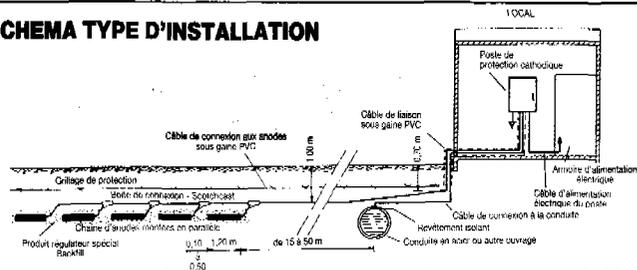


Protection par anode réactive.

PRINCIPE

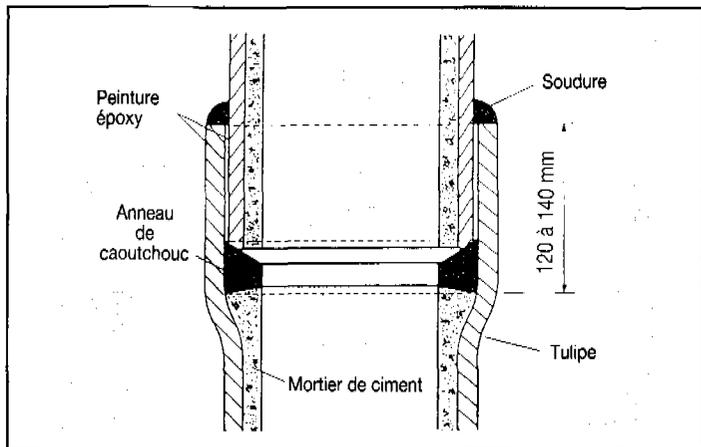


SCHEMA TYPE D'INSTALLATION



Protection par soutirage de courant.

Joint S.



PROTECTION PAR SOUTIRAGE DE COURANT

Les postes de protection par soutirage de courant sont constitués par un redresseur de tension et une chaîne d'anodes qui vont se corroder et, par la même occasion, protéger les canalisations en acier.

Les anodes les plus employées sont en acier, en graphite ou en ferro-silicium.

CONTROLE DES INSTALLATIONS

Il est nécessaire qu'une vérification générale des installations soit effectuée au moins une fois par an par un spécialiste. Lors de l'utilisation de dispositifs de soutirage de courant, un contrôle mensuel du bon fonctionnement des appareillages électriques devra être assuré par le personnel d'exploitation selon les prescriptions indiquées dans les notices de surveillance et d'entretien.

ASSEMBLAGE DES CANALISATIONS EN ACIER

On utilise des joints soudés qui ont l'avantage de réaliser une conduite d'une seule pièce qui n'a, par conséquent, pas besoin d'être butée, mais qui exige une main-d'œuvre spécialisée et des contrôles sur chantier (grammographie). Avant l'opération de soudure à l'arc, les extrémités des tuyaux sont dégagées de leur protection extérieure pour l'exécution des joints. Le joint terminé, cette protection doit être rétablie avec le plus grand soin afin de mettre le tuyau à l'abri de la corrosion. Cette opération terminée, un contrôle du revêtement est réalisé avec un appareil appelé "balai électrique".

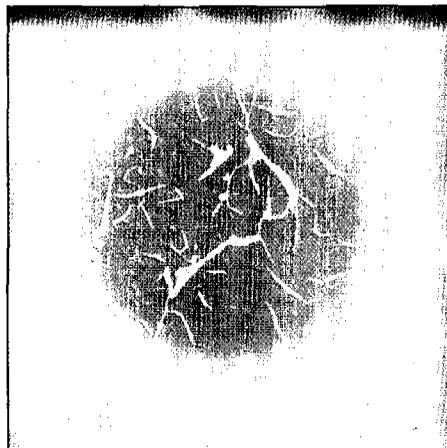
RECOMMANDATION

En été, il faut éviter de procéder à la descente en fouille aux heures chaudes de la journée; cette opération, de même que le remblayage, ne doit avoir lieu qu'aux heures les plus fraîches, de préférence le matin avant l'action du rayonnement solaire sur les tubes et le remblai. Cette disposition est nécessaire pour la bonne tenue du revêtement C, dont la résistance à la pression des sangles est naturellement moins bonne aux heures chaudes de la journée. On prendra soin, lors de la descente en tranchée du tuyau et au moment du remblayage, de ne pas endommager le revêtement C qui constitue une des protections de la canalisation contre la corrosion.

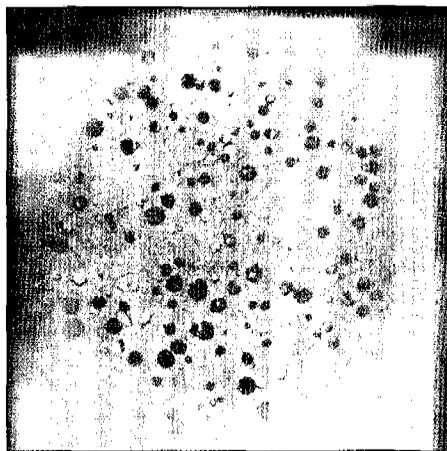
FONTE

La fonte est un alliage de fer et de carbone, la proportion de carbone variant de 2,2 à 4%. Dans les fontes anciennes, les fontes grises, le graphite se présentait sous forme de lamelles; chaque lamelle pouvait, sous une concentration d'efforts anormaux en certains points, entraîner une amorce de fissure, ce qui rendait ce matériau cassant.

Au lendemain de la dernière guerre, la fonte ductile a été découverte. Grâce à un traitement au magnésium, le graphite n'est plus disposé dans le métal en lamelles mais rassemblé sous forme de sphères qui éliminent les lignes de propagation de ruptures. Aussi riche en graphite que la fonte grise, la fonte ductile ou fonte GS (graphite sphéroïdal) conserve des qualités chimiques analogues (bonne résistance à la corrosion). Elle est dotée de caractéristiques mécaniques bien supérieures à celles de la fonte grise et comparables à celles de l'acier, à savoir : résistance à la traction et aux chocs, allongement important, haute limite élastique.



Fonte grise (graphite lamellaire).



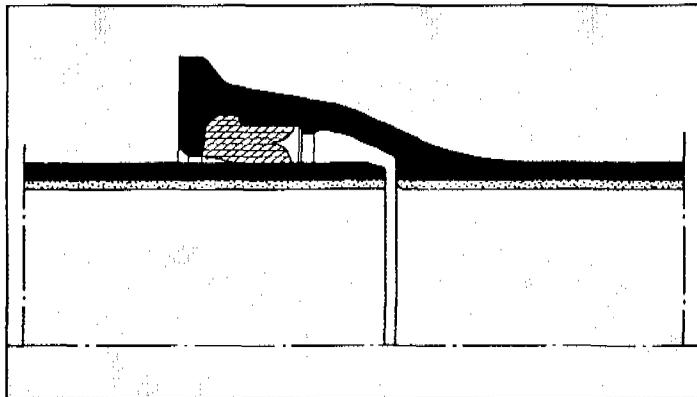
Fonte ductile (graphite sphéroïdal).

ASSEMBLAGE DES TUYAUX

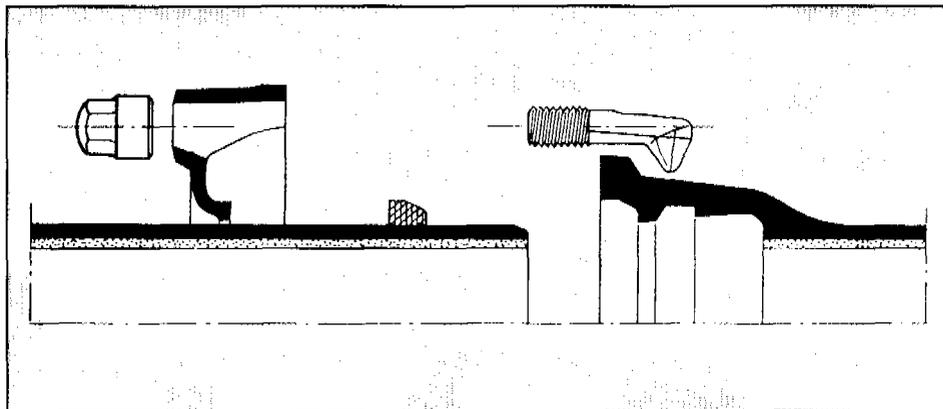
Le mode d'assemblage des canalisations en fonte ductile varie avec leur utilisation. Les joints à brides sont plus particulièrement utilisés dans les installations industrielles. Les canalisations d'adduction et de distribution d'eau potable comportent presque toujours des tuyaux avec joints à emboîtement tels que :

JOINT AUTOMATIQUE STANDARD

L'étanchéité est obtenue par la compression d'une bague de joint en élastomère par seule introduction du bout uni dans l'emboîtement. Ce joint est employé dans la plupart des configurations.

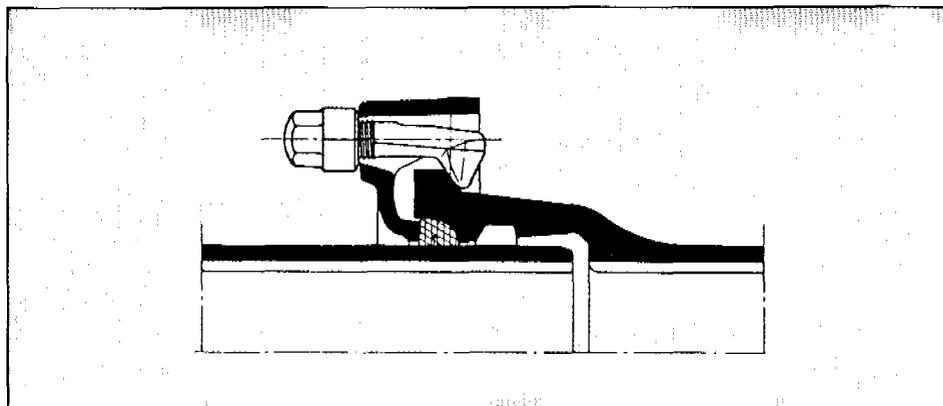


Joint automatique.

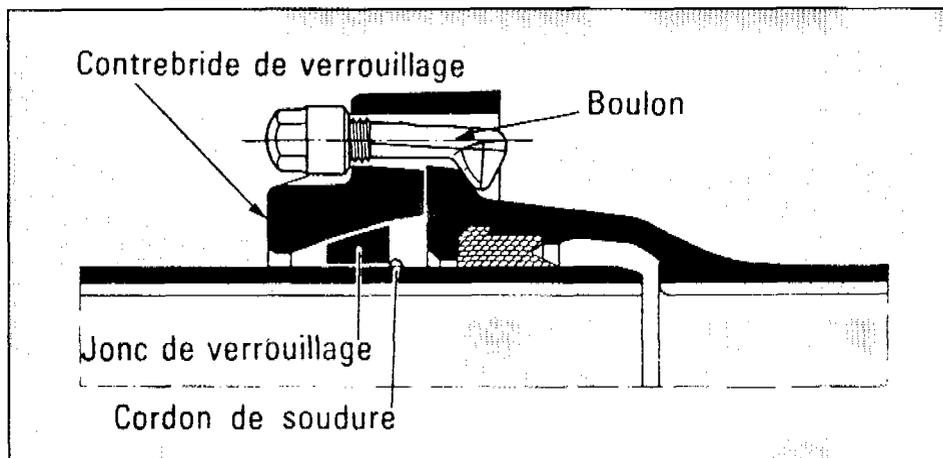


JOINT MECANIQUE EXPRESS

L'étanchéité est également obtenue par la compression d'une bague de joint logée dans l'emboîtement, mais, cette fois, on a recours à une contrebride serrée par des boulons prenant appui sur la collerette externe à l'emboîtement. Ce type de joint est recommandé pour ses possibilités de montage et de réemploi et dans les circonstances où l'application d'une poussée est mal aisée. Les boulons de ces joints doivent être resserés après les essais d'étanchéité.



Montage d'un joint mécanique.



JOINT STANDARD VERROUILLE

Ce type de joint permet une reprise des efforts tendant à déboîter les éléments de conduite sous l'effet de la pression. Il est recommandé dans le cas où la construction de butée en béton est malaisée ou trop onéreuse. Le verrouillage est assuré par un jonc bloqué d'un côté par une contrebride et de l'autre par un cordon de soudure. Celui-ci est habituellement posé en usine, mais il peut être effectué sur site. Cette opération, plus simple que la soudure des tubes acier et béton (car elle n'intervient pas dans l'étanchéité), nécessite néanmoins du soin et une formation appropriée.

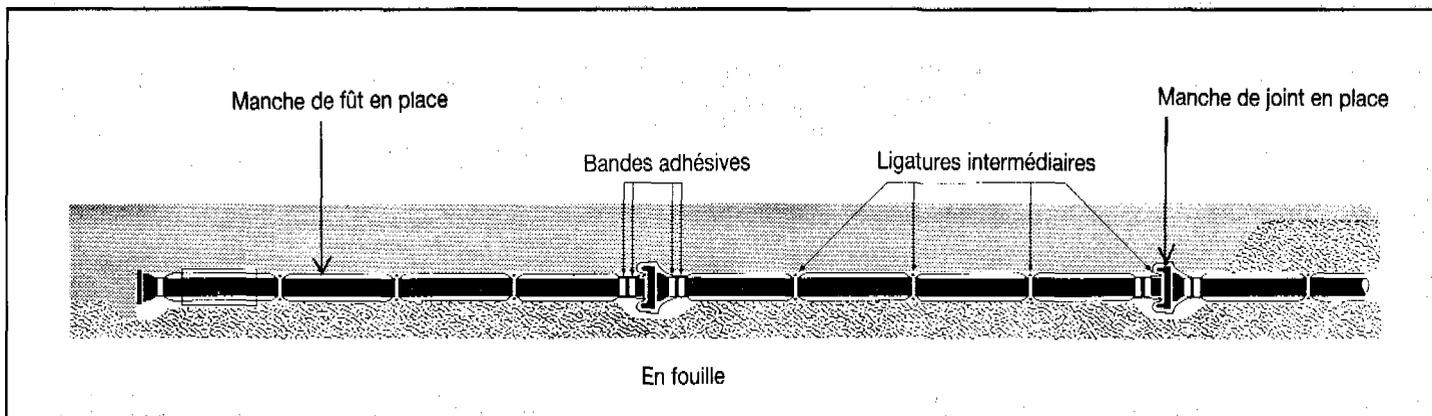
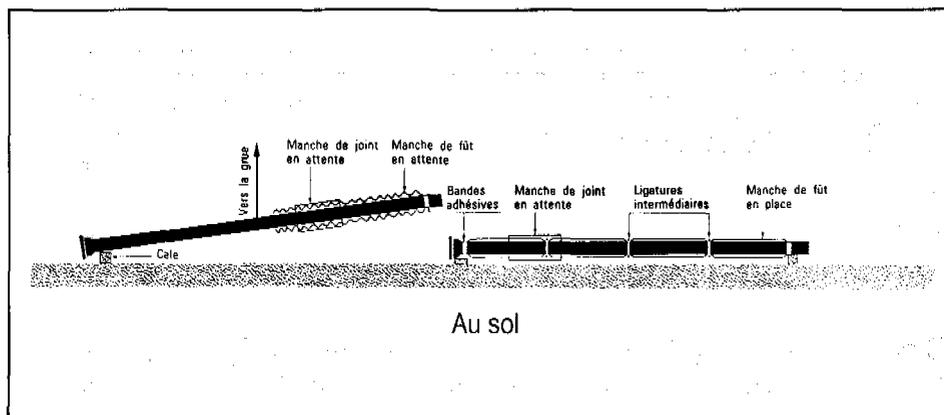
Joint verrouillé.

PROTECTION CONTRE LA CORROSION

Les tuyaux en fonte ductile sont revêtus intérieurement de mortier de ciment de haut fourneau et reçoivent un zingage métallique extérieur revêtu d'une peinture bitumineuse.

Ces revêtements s'avèrent être une protection suffisante dans la plupart des cas. Cependant, pour certains milieux très corrosifs, une manche polyéthylène doit être mise en place pour renforcer ce dispositif.

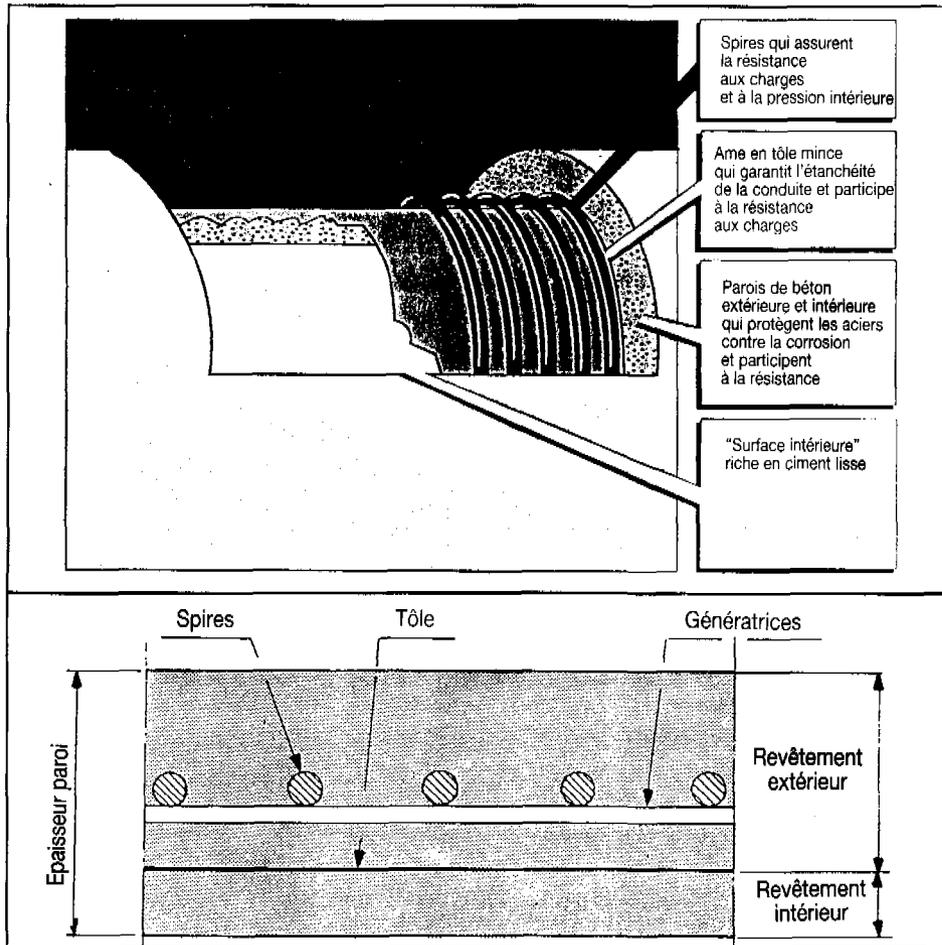
La manche polyéthylène se présente sous la forme d'un fourreau souple de diamètre légèrement supérieur au diamètre maximal de l'élément de canalisation, de façon à pouvoir être enfoncée sur celui-ci. Les deux extrémités de cette manche sont fixées à proximité de l'emboîtement, d'une part, et du bout uni, d'autre part, à l'aide d'une bande plastique adhésive posée à cheval sur le fût et la manche PE. Toutes les précautions doivent être prises pour éviter de détériorer la manche au cours des opérations de pose. Toute blessure de celle-ci doit faire l'objet d'une réparation soignée avec de la bande adhésive ou une portion de manche appliquée sur la première. Deux types de protection sont préconisés : l'un protégeant le fût du tuyau; c'est la manche de fût posée hors fouille; l'autre, l'ensemble du joint; c'est la manche de joint posée après emboîtement. Un revêtement de polyuréthane peut équiper certains tuyaux destinés à des milieux agressifs.



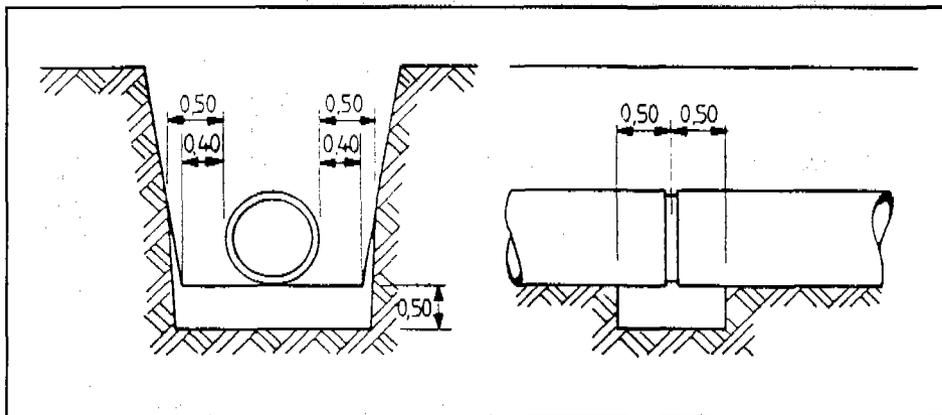
Mise en œuvre des manches polyéthylène de fût et de joint.

BETON

D'une façon générale, les tuyaux en béton utilisés sur les réseaux d'eau potable comportent une épaisseur importante de béton renforcé en son milieu par un tube en acier (tuyau âme-tôle). Le revêtement intérieur et extérieur en béton concourt à la résistance du tuyau et assure la protection du tube acier contre la corrosion. Lorsque la canalisation doit être posée dans des terrains très riches en sulfates et en chlorures, la protection du tuyau doit être renforcée par l'application d'une peinture bitumineuse et l'enroulement de celui-ci dans des feuilles de polyane.



Coupe de la paroi du tuyau.



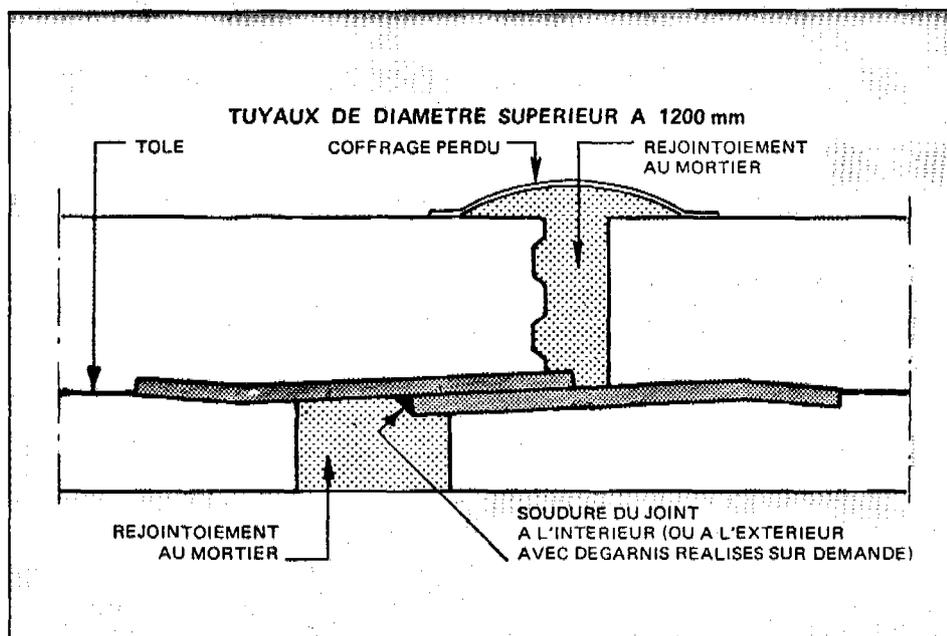
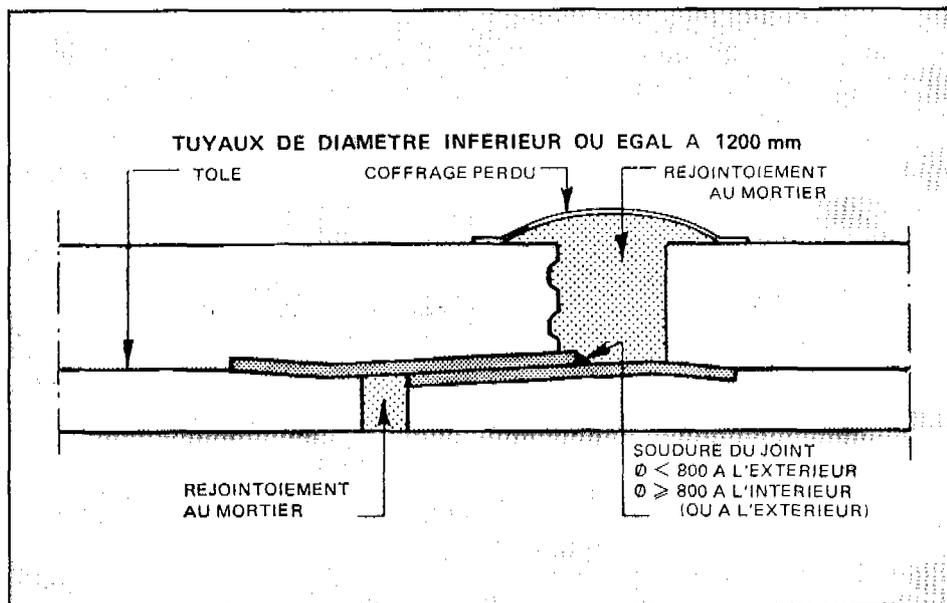
Confection d'une niche au niveau du joint.

EXECUTION DES JOINTS SOUDES DES TUYAUX A AME TOLE

Au droit des joints, on doit prévoir une niche nécessaire à la réalisation de la soudure de ceux-ci et au rejointoiement en béton. Cette niche doit être dimensionnée pour laisser un espace libre de 0,5 m tout autour du tuyau, sur une longueur de 0,5 m de part et d'autre de l'axe du joint.

Après pose et réglage du tuyau, la soudure du joint est réalisée manuellement à l'arc électrique, ou avec un appareil semi-automatique. Un contrôle systématique de l'étanchéité des soudures est réalisé par pénétration capillaire de pétrole coloré (resuage).

Le joint soudé résiste aux efforts de traction longitudinaux, ce qui évite la confection de massifs de butée, lorsque les tuyaux et les pièces spéciales ont été calculés pour rendre la conduite auto-butée.



Jointes soudées SL.



PROTECTION DES PARTIES METALLIQUES PAR REJOINTOIEMENT

Après soudure du joint et essai au pétrole de cette soudure, on protège les parties métalliques apparentes par un rejointoiement au mortier à l'intérieur et à l'extérieur de la conduite.

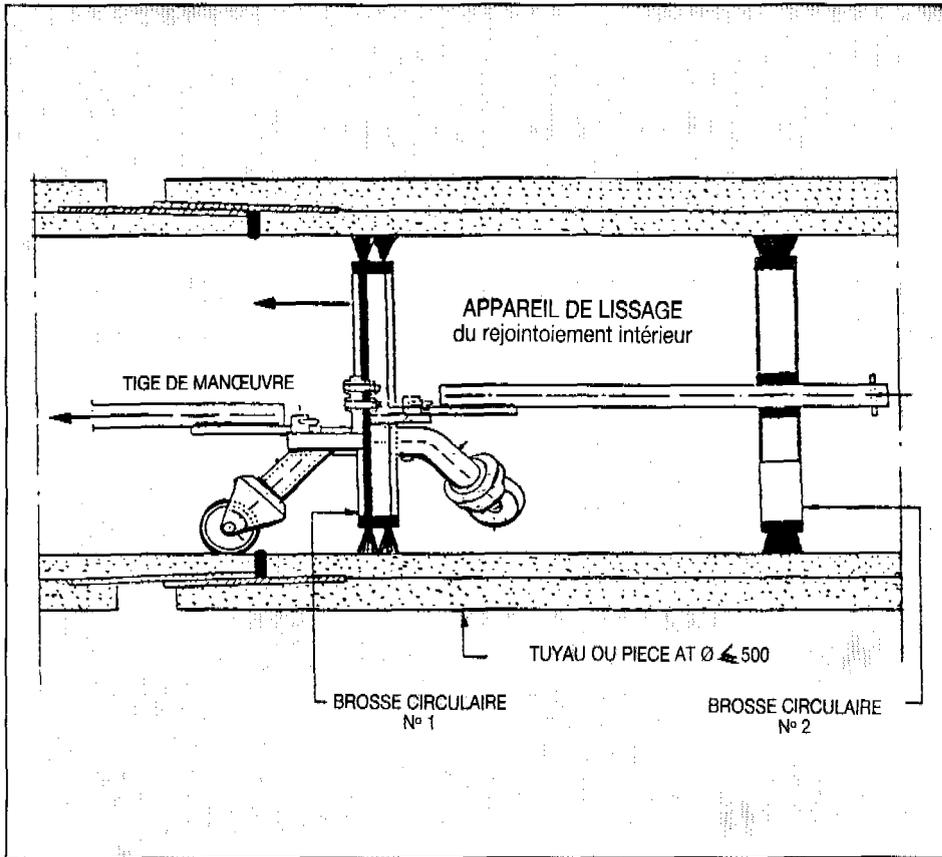
Le rejointoiement extérieur est réalisé par coulage de mortier à l'intérieur d'un coffrage. Préalablement à cette opération, on applique soigneusement au pinceau, sur toutes les surfaces métalliques ou de béton des zones à remplir, une solution qui sert de primaire d'adhérence.

Le rejointoiement intérieur est réalisé par projection de mortier à base de ciments portland purs effectuée manuellement ou mécaniquement avec lissage intérieur de la conduite.

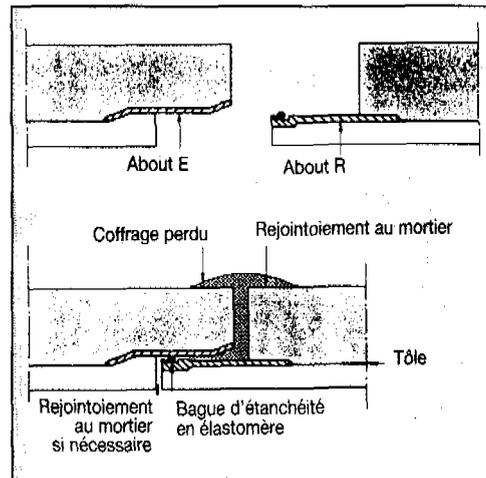
Pour les canalisations de diamètre inférieur ou égal à 500 mm à l'intérieur desquelles on ne peut pénétrer, les opérations de lissage intérieur du mortier et d'évacuation du mortier excédentaire sont réalisées à l'aide d'un appareil qui comprend :

- deux brosses circulaires : la première destinée au lissage du mortier, la deuxième destinée à entraîner le mortier excédentaire,
- un support à trois roulettes de ces brosses,
- une tige pour le tirage de l'appareil au droit du joint et du dernier élément posé.

Il convient de signaler que l'assemblage des tuyaux en béton à âme tôle peut être réalisé au moyen de joints souples à garniture élastomère de type E.R. par compression de la bague en élastomère entre les deux pièces métalliques du joint.



Lissage intérieur du mortier.



Joints souples ER.

FIBRES CIMENT

Les tuyaux en fibres ciment sont obtenus par enroulement continu, sur un mandrin en acier poli, de couches successives très minces d'un mélange constitué d'amiante, de ciment portland et d'eau. Les couches sont fortement comprimées les unes sur les autres au fur et à mesure qu'elles s'enroulent. Les diamètres nominaux varient de 100 à 500 mm pour des longueurs utiles de 5 à 6 m

ASSEMBLAGE DES TUYAUX

Les joints courants sont des manchons en fibres ciment munis intérieurement de trois gorges :

— une gorge centrale dans laquelle se logent un ou deux joints de butée en élastomère qui assurent le positionnement des tuyaux,

— deux gorges latérales symétriques destinées à recevoir chacune un joint d'étanchéité.

Le joint est du type automatique, l'étanchéité étant obtenue par la compression d'un anneau.

L'assemblage des tuyaux peut être réalisé au moyen de joints Gibault pour trois applications spécifiques :

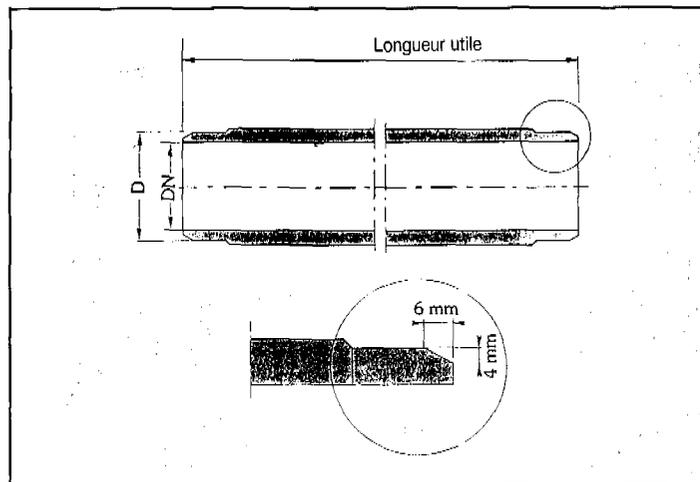
- démontage éventuel,
- réparation,
- conduite en élévation.

L'étanchéité est obtenue par compression des anneaux entre la bague centrale et les deux brides, le serrage étant réalisé à l'aide de boulons-écrous.

Les pièces de raccords courantes sont en fonte, leurs extrémités lisses ou à emboîtements aux mêmes cotes que les extrémités des tuyaux permettent le montage à l'aide des joints décrits ci-avant.

RECOMMANDATIONS

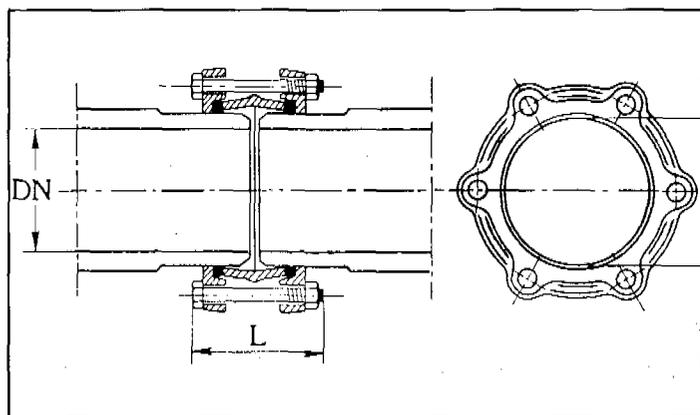
Les tuyaux en fibres ciment sont sensibles aux chocs ainsi qu'au travail en poutre; ils doivent donc être manutentionnés avec précaution et exigent la confection d'un lit de pose soigné.



Coupe d'un tuyau.

Caractéristiques dimensionnelles d'un manchon.

DN	L2	D1	D2	Masse
mm	mm	mm	mm	kg
100	150	133	206	3,6
125	150	164	239	5,4
150	150	195	281	7,1
200	180	241	307	8,0
250	180	295	372	12,5
300	180	353	442	16,7
350	200	413	514	31,5
400	200	471	582	30,6
450	220	529	654	55,0
500	220	587	724	66,9



Joint Gibault.

MATIERES PLASTIQUES

On dit qu'une substance est plastique lorsqu'elle peut se déformer sous l'action d'une force extérieure, puis conserver la forme ainsi acquise lorsque l'action est interrompue.

En ce qui concerne les conduites destinées à la distribution de l'eau potable, il y a lieu, du point de vue de la nature du matériau, de distinguer trois catégories :

- tuyau en polychlorure de vinyle : PVC,
- tuyau en polyéthylène haute densité : PEHD,
- tuyau composite en stratifié verre-résine : PRV.

Les tuyaux en PVC et PEHD sont obtenus par extrusion de matière chauffée sous pression entre une filière chaude et un poinçon.

La tenue à la corrosion des tuyaux en matière plastique est excellente. C'est le point fort de ces canalisations, qui offrent cependant une plus faible résistance mécanique que celles des matériaux déjà cités, résistance mécanique qui va s'atténuer avec le vieillissement des canalisations. Il est donc impératif que leur mise en œuvre soit effectuée dans le respect des prescriptions des fabricants, à savoir : lit de pose et enrobage soignés.

TUYAUX PVC

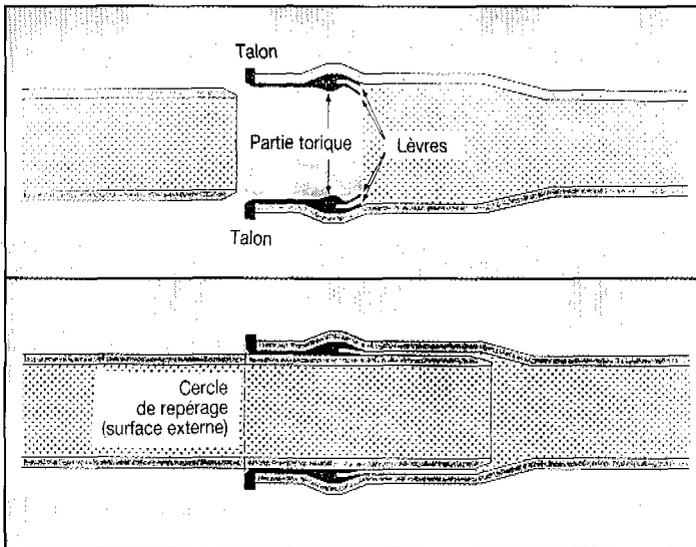
Les conduites PVC destinées à la distribution d'eau sont des éléments de longueur 4 à 6 m dont l'une des extrémités, appelée emboîture, est modifiée géométriquement afin d'assurer l'assemblage des tubes entrécux.

Cet assemblage peut être réalisé par collage ou par l'intermédiaire d'une bague de joint en forme d'anneau, logée dans l'une des cavités de l'emboîture.

ASSEMBLAGE

Joint collé : Il s'agit en réalité d'une soudure à froid; cependant, ce procédé est très peu employé sur les réseaux d'eau potable, car il a posé des problèmes lorsque les nombreuses précautions de pose n'étaient pas respectées, et que celle-ci n'était pas effectuée par une main-d'œuvre spécialisée.

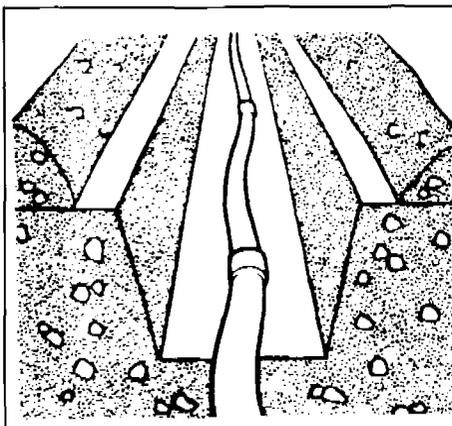
Joint automatique : Le joint comprend une bague en élastomère qui, comprimée lors de l'emboîtement, assure l'étanchéité. Le montage s'effectue à l'aide d'une barre à mine, après avoir intercalé une cale de bois entre le tube et la barre. Il convient, lors de cette opération, de bien respecter la profondeur d'emboîture.



Joint automatique PVC.

PRESCRIPTIONS SPECIALES

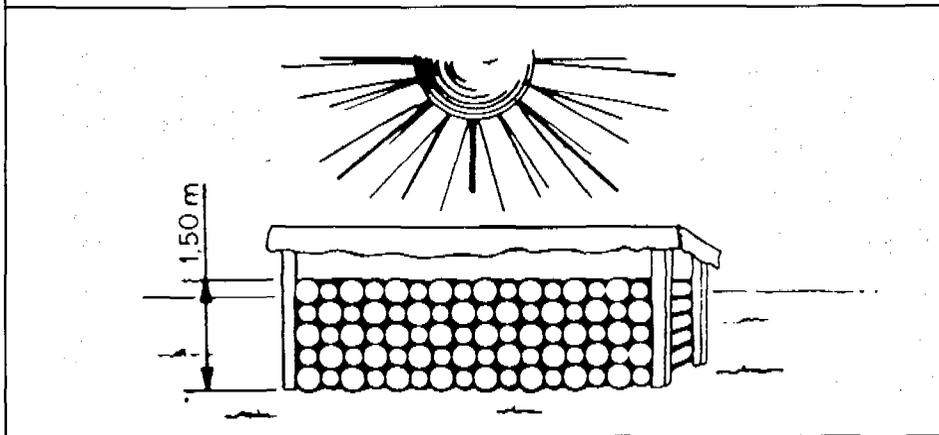
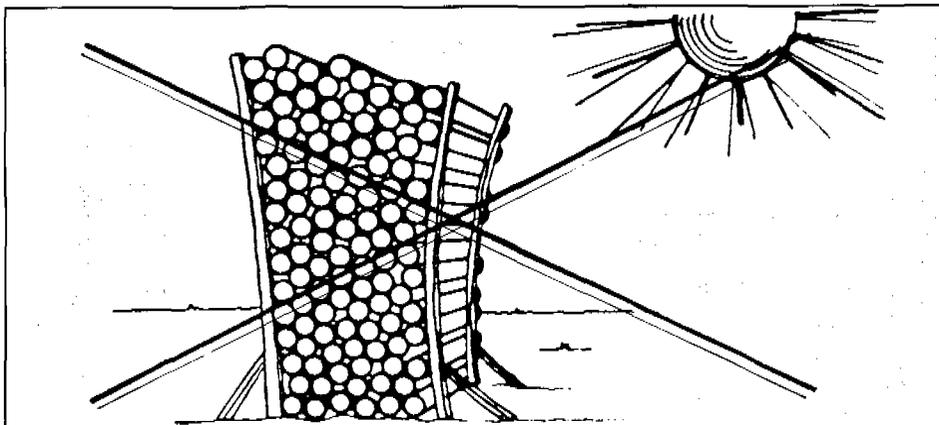
Il est conseillé de poser les canalisations avec certaines sinuosités afin de contenir les dilatations thermiques qui peuvent être importantes.



Pose de tubes PVC.

En cas de pose par des températures inférieures à 0°C, il convient de prendre les plus grandes précautions pour les manipulations des canalisations et de les protéger des chutes de matériaux divers. En cas de pose pendant les journées chaudes, il y a lieu de procéder au serrage des assemblages des raccords sur des points fixes.

Les tubes PVC doivent être stockés à l'abri du soleil (sous bâche, par exemple) et approchés, au fur et à mesure des besoins, de l'aire de stockage au lieu d'utilisation.



Stockage des tubes PVC.



Longueurs de canalisations PVC (m)	DIFFERENCE DE TEMPERATURE ENTRE LE TUYAU ET LE TERRAIN AU MOMENT DU REMBLAI												
	± 1°*	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	15°	20°	25°
1 m	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,15	0,20	0,25
6 m	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,90	1,20	1,50
10 m	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,50	2,00	2,50
50 m	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	7,50	10,00	12,50
100 m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25
200m	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40	50
300 m	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	45	60	75
400 m	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	60	80	100
500 m	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	75	100	125
600 m	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	90	120	150
700 m	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	105	140	175
800 m	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	120	160	200
900 m	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	135	180	225
1000 m	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250
1500 m	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	225	300	375
2000 m	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	300	400	500
2500 m	25	50	75	100	125	150	175	200	255	250	375	500	625
3000 m	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	450	600	750

ALLONGEMENTS ET RACCOURCISSEMENTS DES CONDUITES EN PVC EN FONCTION DES VARIATIONS DE TEMPERATURE
(valeurs données en centimètres)

TUYAUX EN POLYETHYLENE HAUTE DENSITE

Les conduites destinées à la distribution de l'eau potable sont constituées de :

- polyéthylène pur,
- noir de carbone finement dispersé, dans une proportion de 2%.

Ces tuyaux peuvent être livrés en barres de 5, 6 ou 12 m ou en couronnes par longueurs de 50 ou 100 m.

ASSEMBLAGE

Pour le raccordement des tuyaux, deux procédés sont employés :

- Jusqu'au diamètre 63, raccord mécanique à serrage extérieur.

- Raccords électrosoudables.

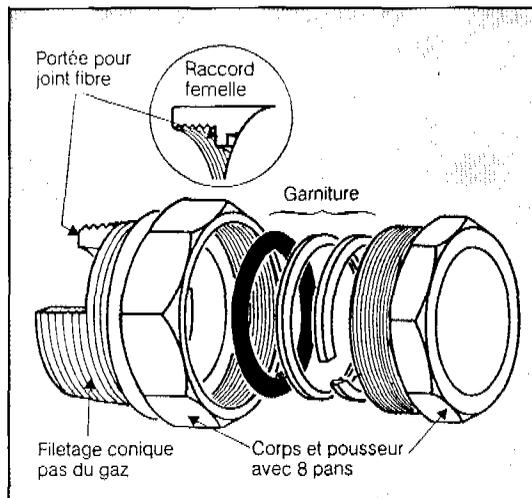
Les raccords électrosoudables en polyéthylène à emboîtement femelle sont munis sur leur diamètre intérieur d'une résistance chauffante. Les deux extrémités de cette résistance sont reliées à des plots situés à l'entrée de chaque emboîtement.

L'appareil de soudage, alimenté en 220 V par un groupe électrogène, est connecté aux bornes de la résistance. La température de fusion, créée ainsi par la résistance électrique, soude les surfaces en contact, de telle manière que les deux parties sont assemblées en une pièce compacte.

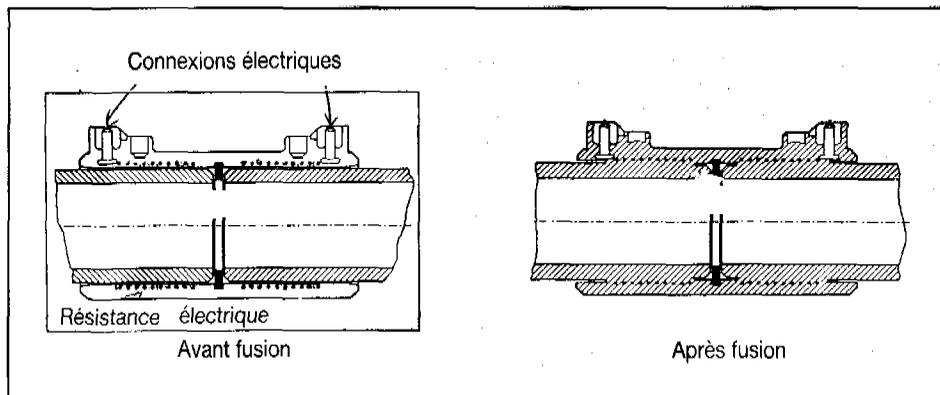
Le temps de soudage est de l'ordre d'une minute, celui du refroidissement d'environ une heure.

Pendant les cycles de chauffe et de refroidissement, le serrage, l'alignement et le maintien des tuyaux et accessoires en polyéthylène sont assurés par des positionneurs.

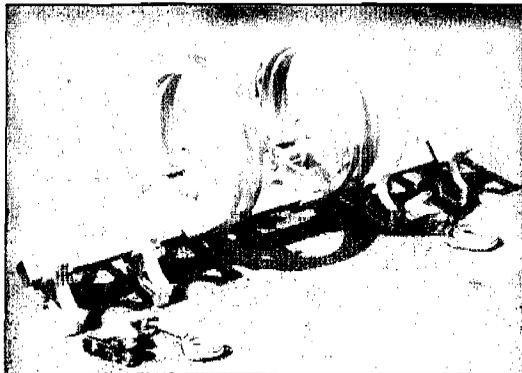
Ce procédé d'assemblage des tuyaux présente l'avantage d'éviter la mise en place de butées, d'où une économie d'exécution, à laquelle s'ajoute celle d'encombrement du sous-sol.



Raccord mécanique.



Raccord électro-soudable.



Positionneur pour alignement.

PRESCRIPTIONS SPECIALES

Il est *déconseillé* de poser les canalisations en polyéthylène :

— à proximité de réseaux de chauffage urbain et d'égouts industriels où la température dépasse 25°C. Lorsque l'éloignement n'est pas possible, il convient de protéger la canalisation par un matériau isolant,

— à proximité d'une zone fortement imprégnée d'hydrocarbures, auquel cas la conduite doit être placée dans un fourreau afin d'éviter tout risque de pollution des eaux.

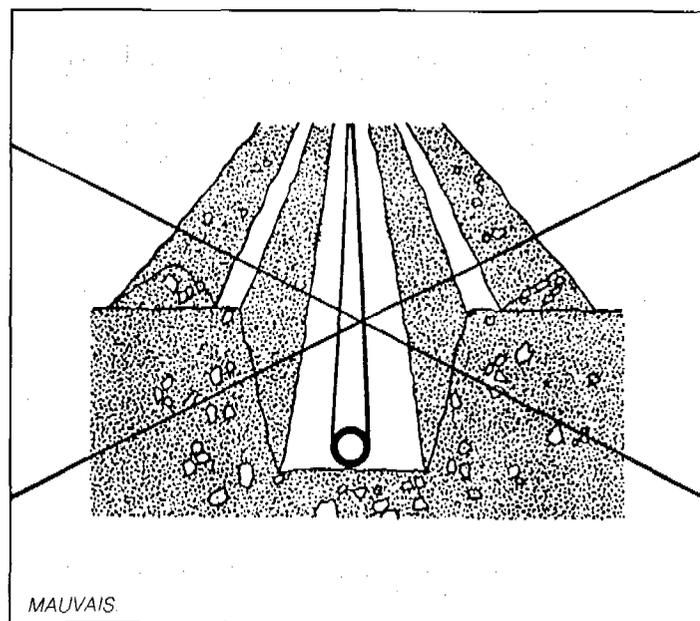
Comme pour le PVC, les tubes polyéthylène doivent être stockés à l'abri du soleil; ils ne doivent pas être posés lorsqu'ils sont portés (au soleil, par exemple) à une température élevée, afin d'éviter de les soumettre à des efforts de rétraction.

La mise en place des tuyaux doit être réalisée en larges ondulations destinées à compenser le retrait et la dilatation (le polyéthylène a une dilatation linéaire qui peut atteindre 8 millimètres par mètre pour une différence de température de 40°C).

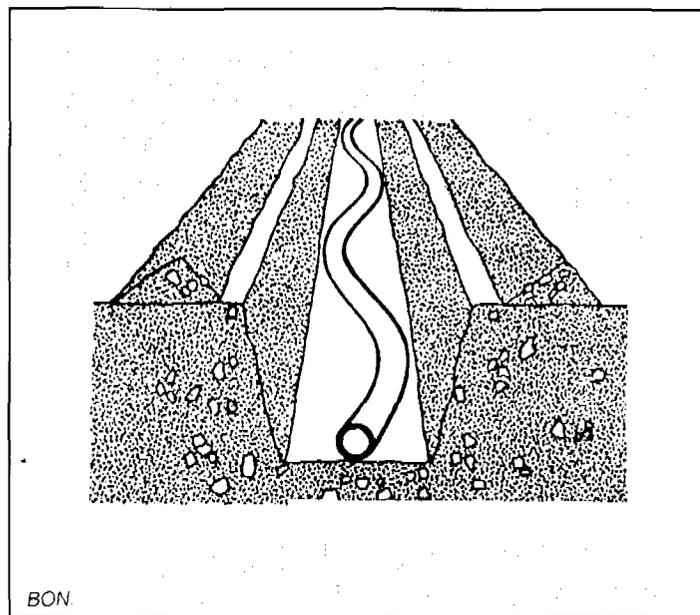
Un soin particulier est à apporter lors de la manipulation des tuyaux du fait de la sensibilité du polyéthylène aux blessures tranchantes.

Aux traversées de routes, le tuyau doit être placé dans un fourreau de protection rigide et solide. Au-delà de 1,20 m de couverture, cette protection ne s'impose plus.

Enfin, il est vivement conseillé de repérer les tuyaux par un grillage avertisseur métallique posé dans la tranchée au-dessus de la canalisation.



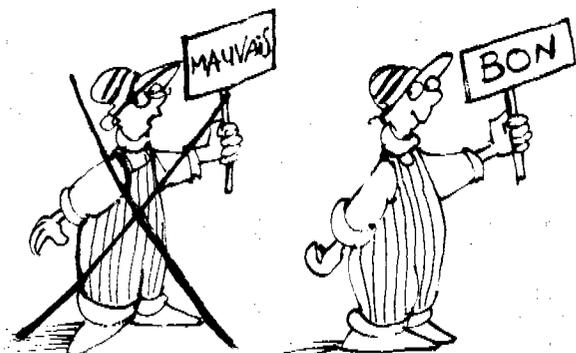
MAUVAIS

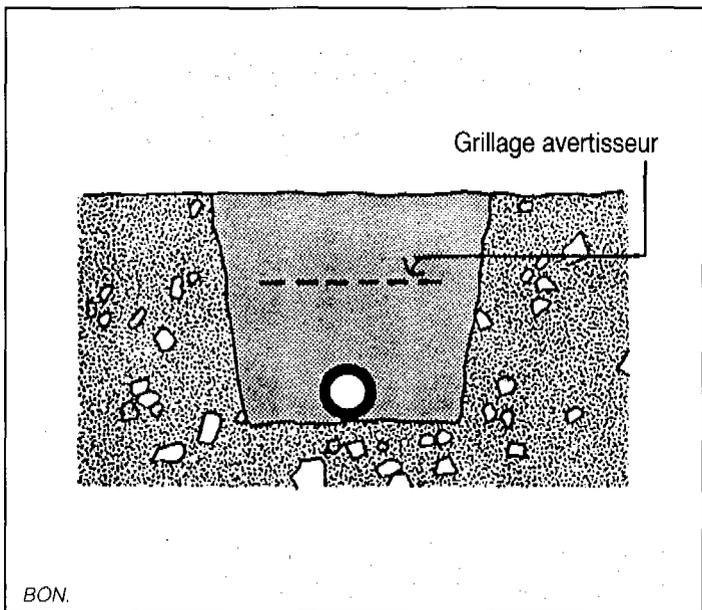
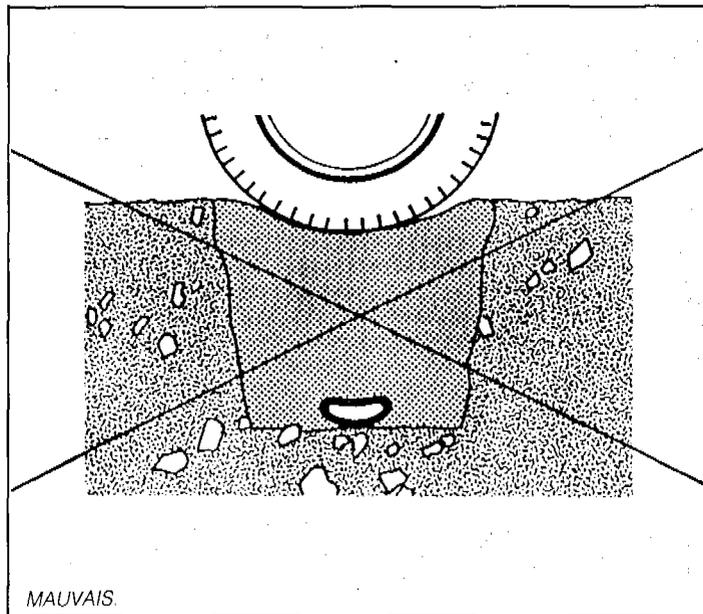
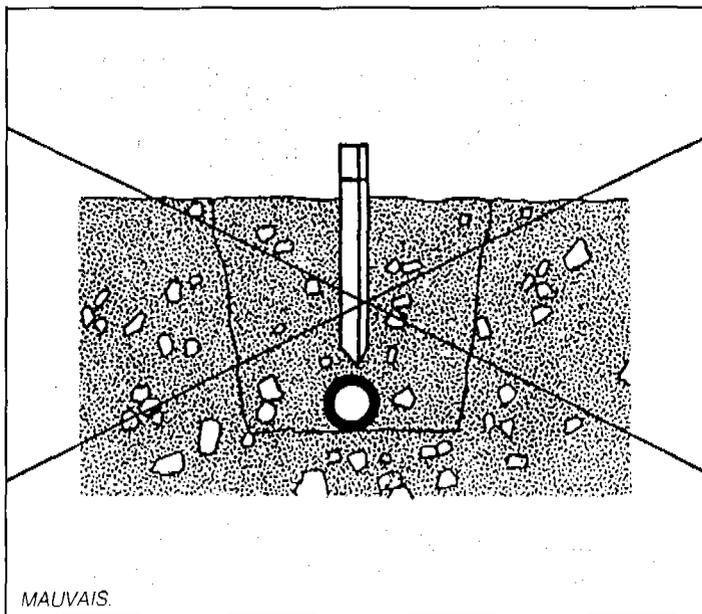


BON

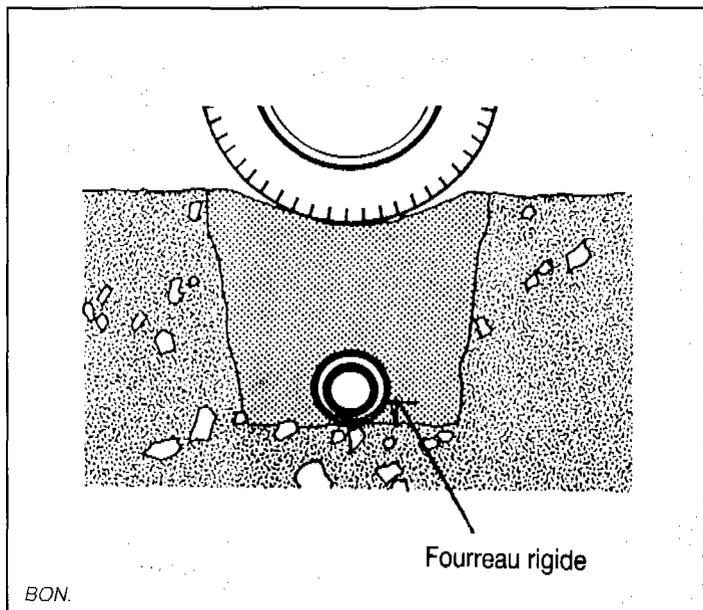
Pose des tubes polyéthylène.

PRECAUTIONS DE POSE.

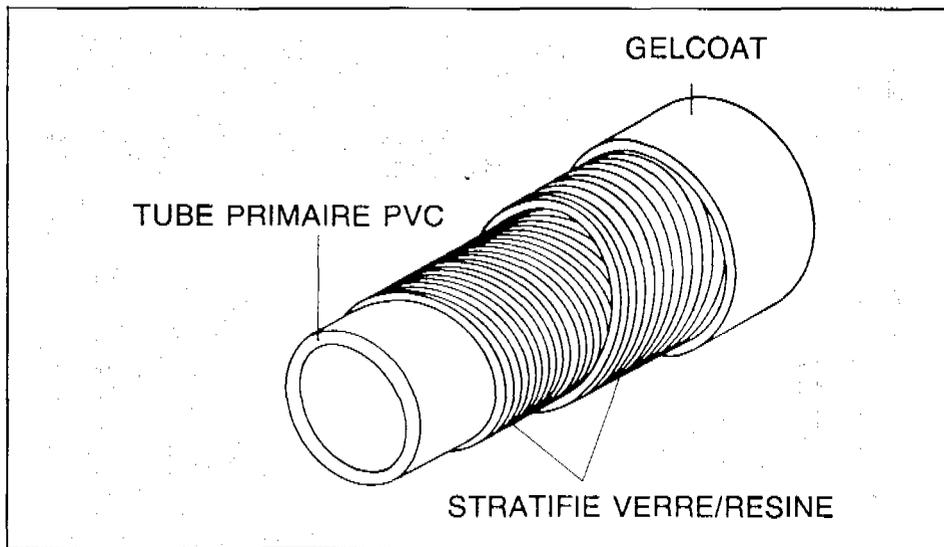




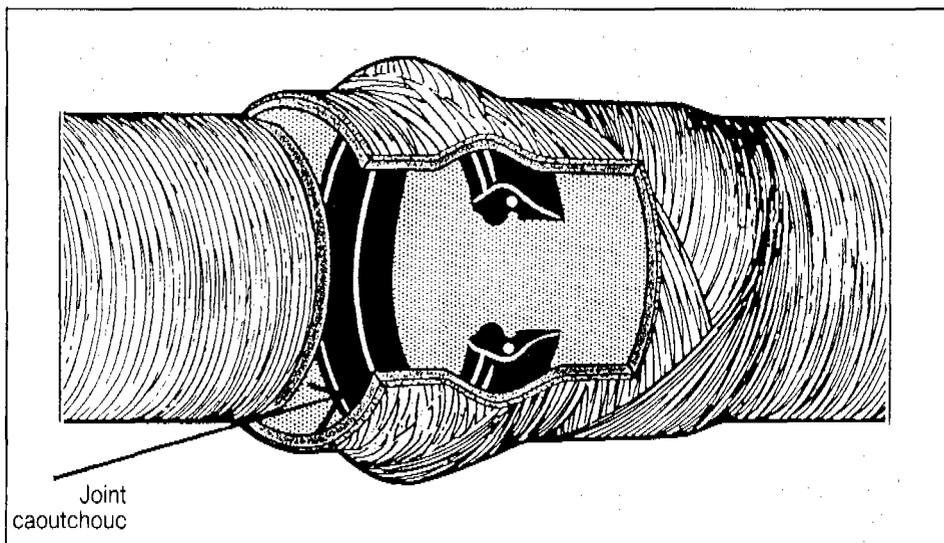
Réperage.



Pose du polyéthylène sous chaussée.



Structure du tuyau.



Joint intégré à la tulipe.

TUYAU COMPOSITE PRV

Les tuyaux PRV possèdent les mêmes caractéristiques générales (y compris spécifications de pose) que les tuyaux PVC, seule la résistance mécanique est supérieure. Ils sont composés de trois éléments :

- un tube primaire en PVC pour assurer l'étanchéité et la résistance chimique intérieure,
- un stratifié verre-résine garantissant la résistance mécanique du tuyau,
- un gelcoat riche en résine pour assurer la résistance chimique externe.

Les canalisations en PRV sont le plus souvent assemblées à l'aide de joints automatiques, l'étanchéité étant obtenue par la compression du joint caoutchouc lors de l'emboîtement.



7



JEU TEST

1

L'angle de pose de la canalisation sur le lit de pose doit être égal à :

- a - 30°
- b - 90°
- c - 120°
- d - 180°

2

Quelle catégorie de fouilles nécessite la mise en place d'un blindage ?

- a - tranchée de plus de 1,30 m de profondeur et d'une largeur supérieure aux 2/3 de la profondeur
- b - tranchée de 3 m de profondeur et d'une largeur de 1 m
- c - tranchée de plus de 1,30 m de profondeur et d'une largeur inférieure aux 2/3 de la profondeur

3

La pression maximale de service sur un réseau d'eau potable est égale à 4 bars.

Quelle doit être la valeur de la pression d'épreuve lors de l'essai d'étanchéité ?

- a - 4 bars
- b - 6 bars
- c - 8 bars

4

Le débit de remplissage d'une canalisation doit être :

- a - égal au débit normal de fonctionnement
- b - de l'ordre de 1/15^e du débit normal de fonctionnement
- c - égal à 5 l/s

5

Sur un chantier, on fait l'épreuve d'étanchéité d'un tuyau de 150 mm à une pression de 12 bars. Quel est le volume de béton à mettre en œuvre pour confectionner la butée, le terrain étant composé de sables limoneux humides ?

- a - 200 l
- b - 2 m³
- c - 10 m³

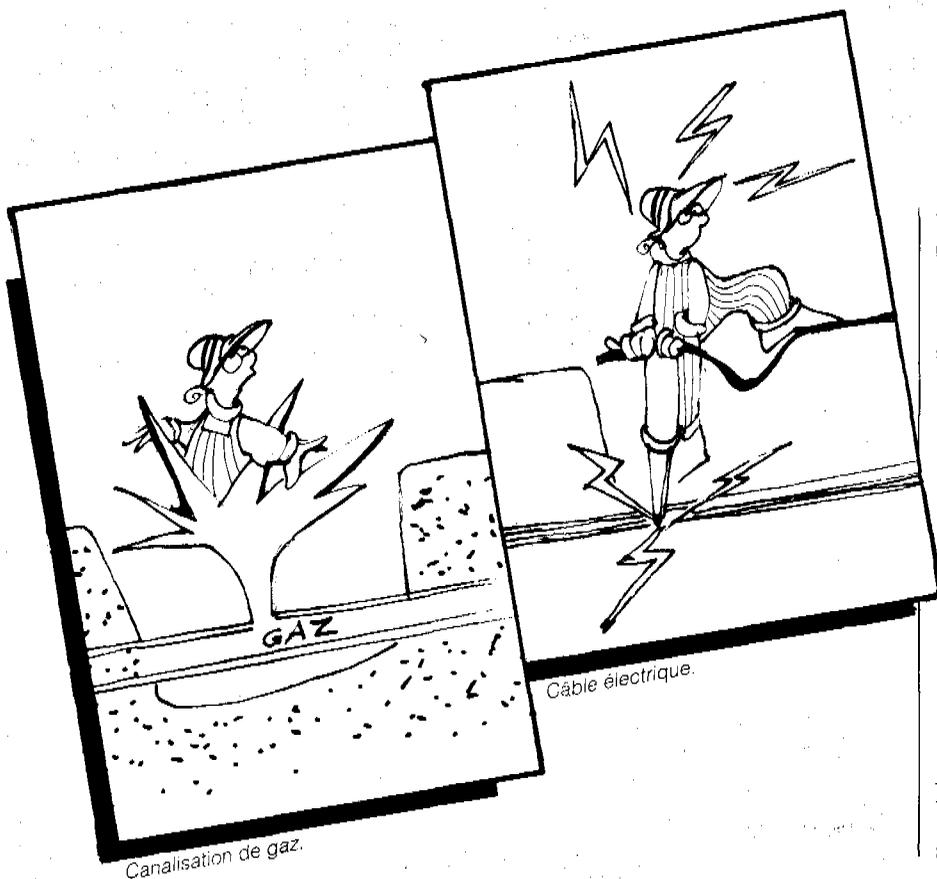


REPONSES PAGE 72

8



SECURITE SIGNALISATION DES CHANTIERS



Canalisation de gaz.

Câble électrique.

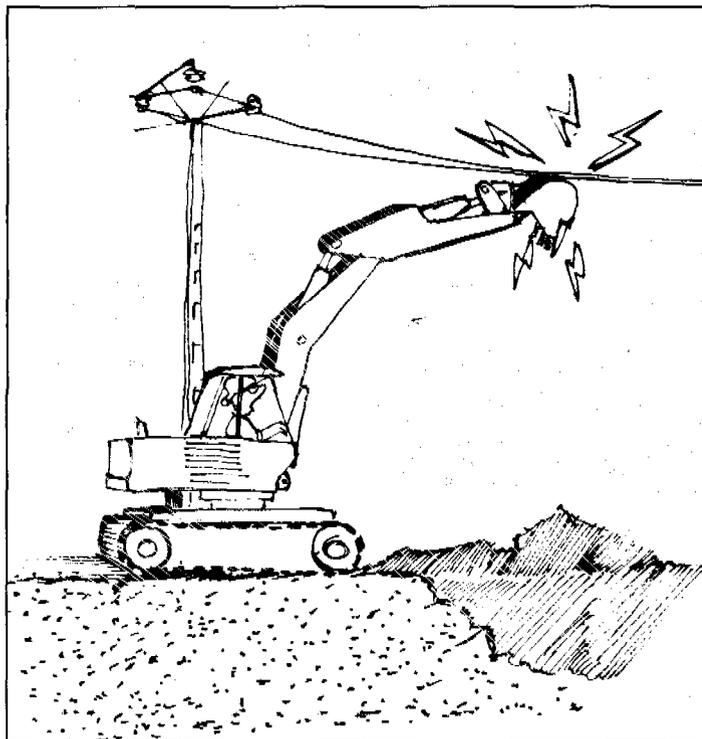
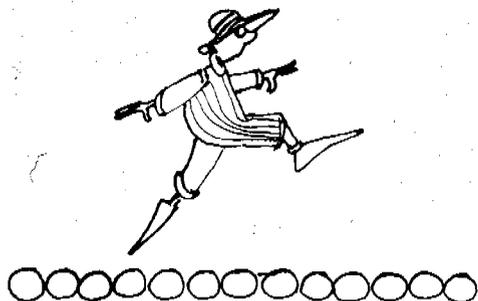
RISQUES ET MOYENS DE PREVENTION

L'exécution des fouilles en tranchées nécessaires pour la pose des canalisations d'adduction et de distribution d'eau potable expose les travailleurs à de nombreux risques :

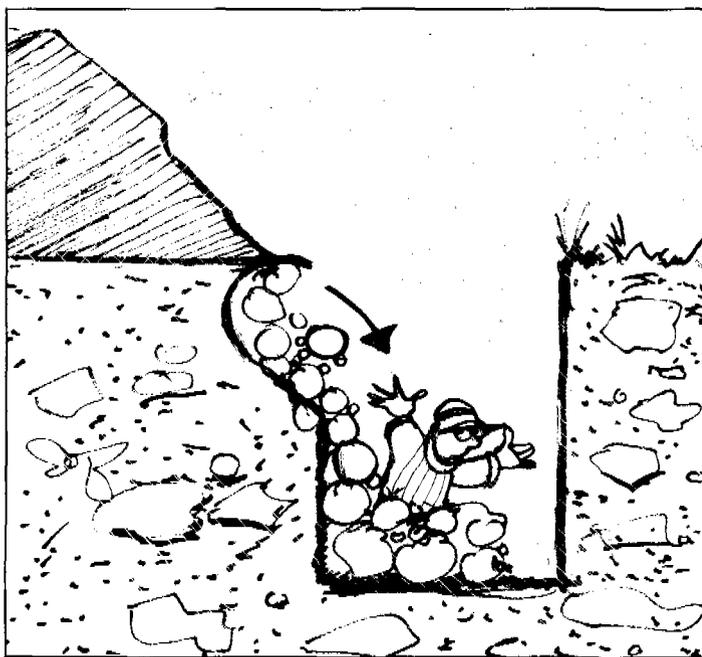
- ensevelissement à la suite d'éboulement de parois de tranchées,
- renversement par des véhicules circulant au voisinage des lieux de travail,
- électrocution, asphyxie causées par la rupture de canalisations électriques ou de conduites de gaz,
- blessures consécutives à un effondrement d'ouvrage suite à une inondation brutale de la fouille provoquée par la rupture d'une conduite d'eau,
- électrisation par contact accidentel de flèches d'engins de levage ou de godets de pelles avec des conducteurs de lignes aériennes électriques sous tension.

Pour ce qui concerne la rupture accidentelle de canalisations, il importe, avant le début des travaux, de se renseigner auprès des services compétents (EDF, GDF, Service des Eaux), sur la présence éventuelle de conduites enterrées. S'il en existe dans la zone où les terrassements doivent être effectués, il est nécessaire de baliser soigneusement leurs parcours et de prendre toutes les mesures nécessaires pour qu'à leur proximité immédiate le travail soit effectué avec précaution. Dans son article 64, le décret du 8 janvier 1965 prescrit : *Avant tous travaux de terrassement à ciel ouvert, s'assurer auprès des services de voirie et des propriétaires de terrains de la présence de canalisations, vieilles fondations, terres rapportées, etc.* Dans les cas de présence de canalisations, l'article 178 du décret du 8 janvier 1965 impose la signalisation de ceux-ci et la présence d'un surveillant afin que la pelle mécanique ne s'approche pas à moins de 1,50 m.

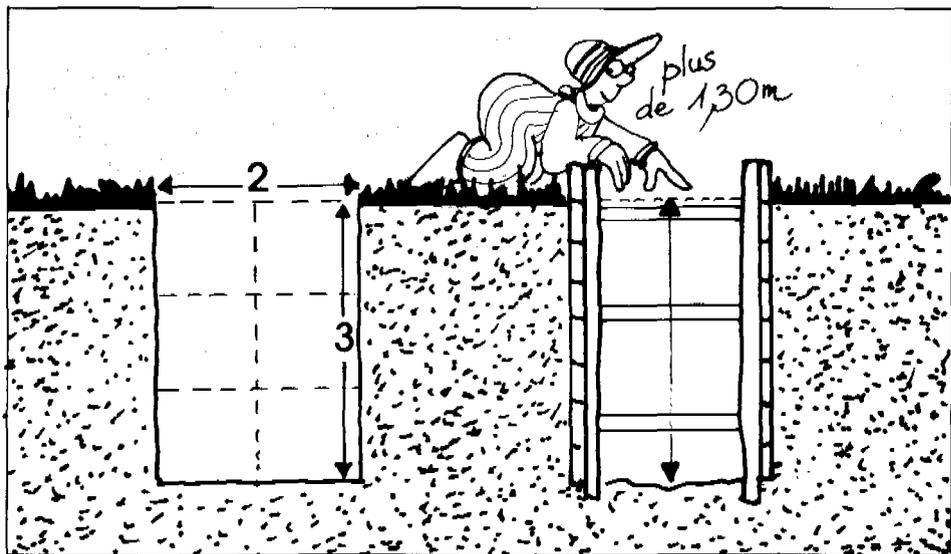
Le risque le plus fréquent et le plus grave qui puisse se présenter au cours de l'exécution des fouilles est l'éboulement. Il est la cause de 90 % des accidents survenus sur les chantiers de pose. Le décret du 8 janvier 1965 impose dans la majorité des cas la mise en place d'un blindage, c'est-à-dire la consolidation des parois de la tranchée pour éviter tout éboulement. Une analyse montre que 55 % des accidents surviennent dans des tranchées non blindées et que 40 % sont dus à un blindage mal conçu et mal réalisé. La majorité de ces accidents a eu lieu alors que la fouille était ouverte depuis plusieurs jours et que les parois semblaient apparemment stables.



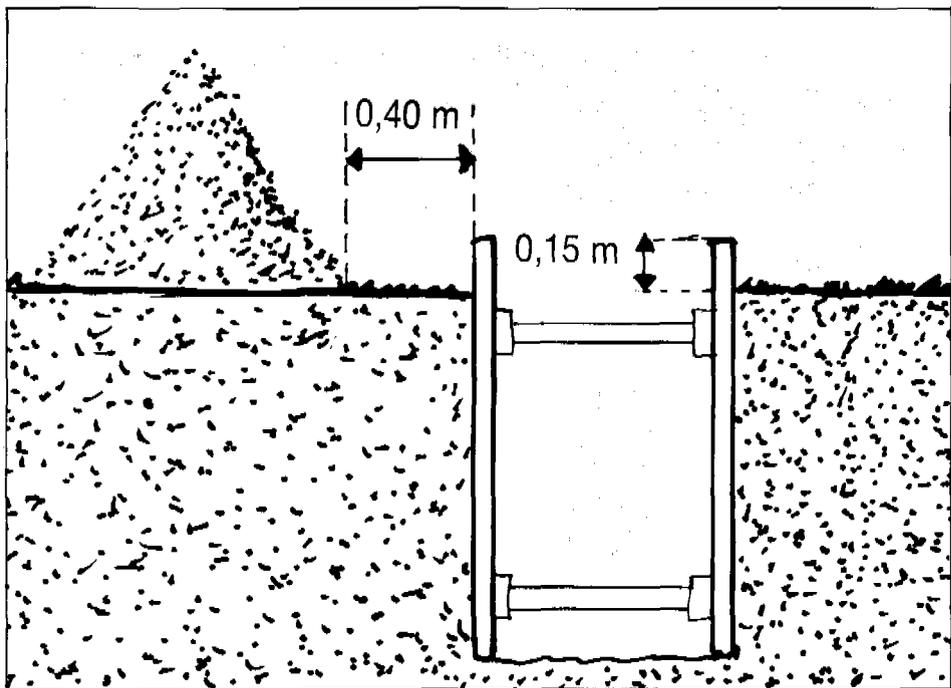
Lignes électriques aériennes.



Eboulement.



Type de tranchée à blinder.



Aménagement des bermes.

La réglementation concernant l'exécution des tranchées est contenue dans le titre IV du décret du 8 janvier 1965. Les articles les plus importants de ce titre sont les suivants :

Article 66 :

Les fouilles de plus de 1,30 m de profondeur et d'une largeur intérieure aux 2/3 de la hauteur doivent être blindées. Ces blindages doivent suivre l'avancement des travaux (art. 70).

Article 73 :

Dans le cas de tranchées de plus de 1,30 m de profondeur, il faut aménager une berme de 40 cm dégagée en permanence de tout dépôt et une plinthe de 15 cm de hauteur.

Article 75 :

Les fouilles en tranchées ou en excavation doivent comporter les moyens nécessaires à une évacuation rapide des personnes; par exemple, une échelle à proximité de la zone de travaux.

PARAMETRES CONDITIONNANT LA STABILITE DE LA TRANCHEE

NATURE DES TERRAINS

Les terrains dans lesquels on peut être amené à ouvrir des tranchées peuvent être classés en trois catégories en fonction de leur cohésion :

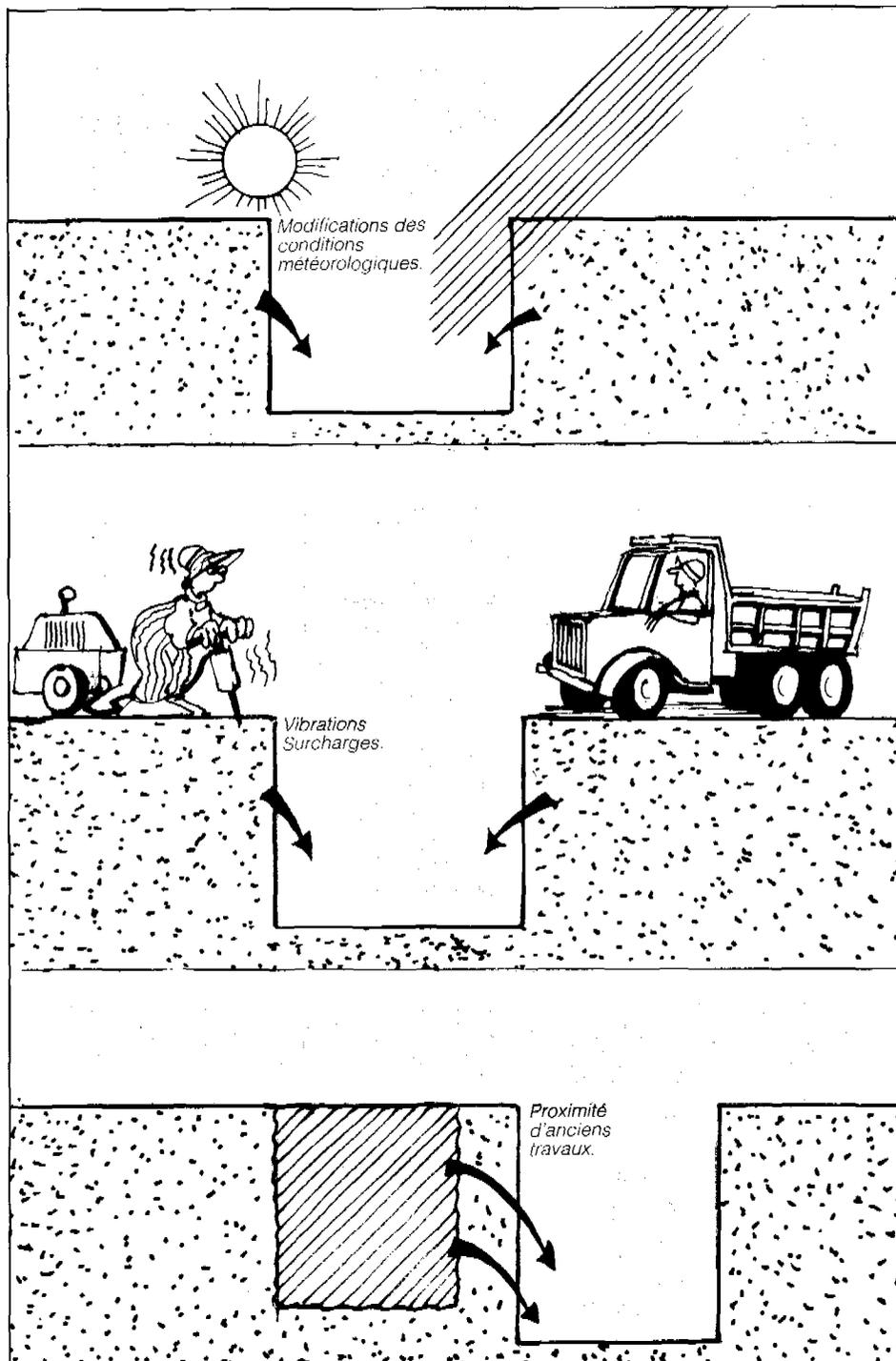
- les terrains rocheux,
- les terrains meubles,
- les terrains bouillants.

La cohésion d'un sol peut être définie comme la propriété qui lui permet de résister à un effort de cisaillement. C'est cette propriété qui permet à une paroi verticale de tranchée de rester stable un certain temps. Cette résistance au cisaillement est due à la présence d'une mince pellicule d'eau qui enveloppe chacun des grains du terrain et les lie entre eux grâce à des forces de traction capillaires.

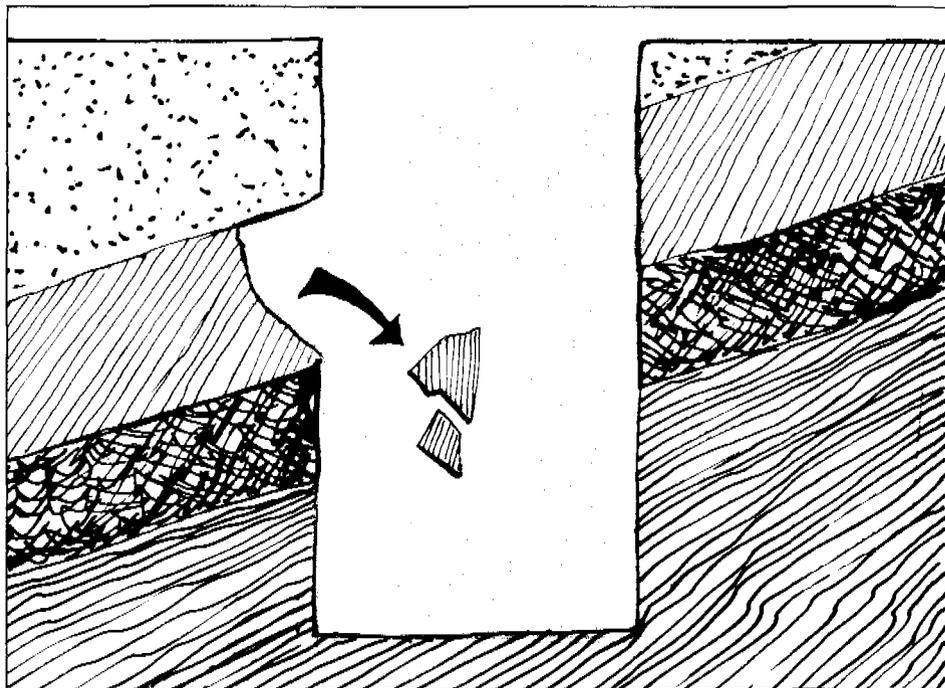
La cohésion d'un sol peut être modifiée par :

- les conditions météorologiques : pluies abondantes, ensoleillement excessif, vent, gel.

- les surcharges et vibrations à proximité de la fouille,
- la proximité d'anciens travaux qui crée des lamelles de terrain instables.



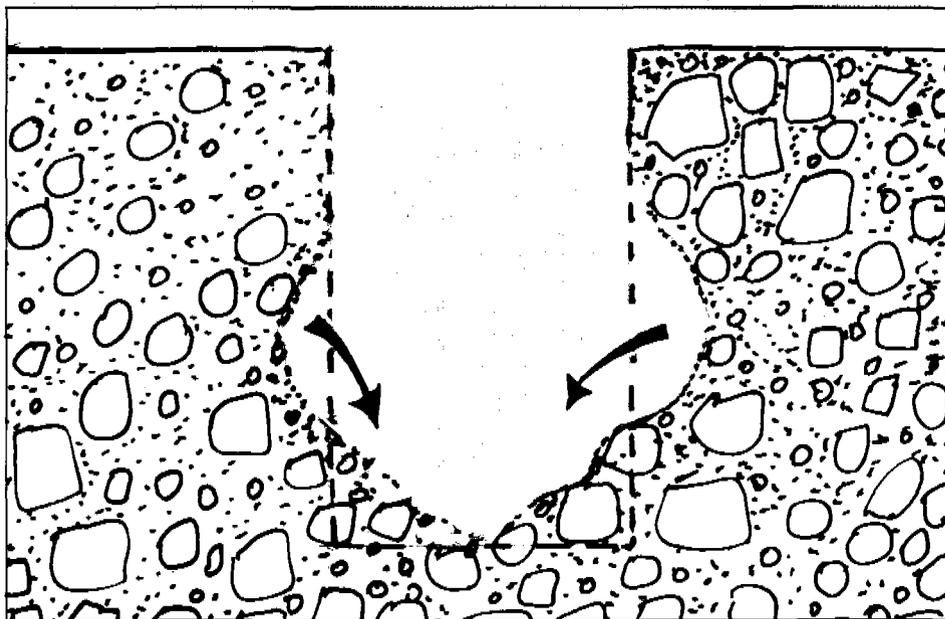
Modifications de la cohésion du sol.



Sol rocheux.

LES TERRAINS ROCHEUX

Ils possèdent une très grande cohésion qui complique le travail de terrassement, mais qui n'exclut pas toute possibilité d'éboulement. Ils présentent parfois des fissures qui peuvent provoquer la chute de blocs entiers (ex. : calcaire).



Sol meuble.

LES TERRAINS MEUBLES

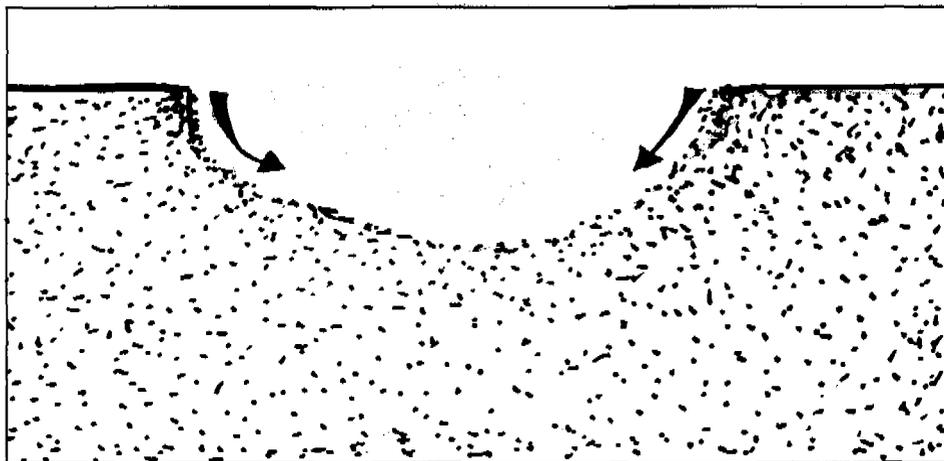
Ce sont les plus nombreux. Ils présentent une certaine cohésion qui, lors des travaux de terrassement, leur permet de tenir quelque temps. Cette cohésion peut varier très rapidement sous l'effet des facteurs déjà cités et provoquer un éboulement.

LES TERRAINS BOULANTS

Ce sont des terrains dépourvus de toute cohésion, tels que sable sec, vases ou remblais fraîchement déposés. Ils s'éboulent pratiquement instantanément. Tous travaux dans ces terrains nécessitent la mise en œuvre de procédés spéciaux (injection, congélation).

Il est donc impératif de se protéger contre tout risque d'éboulement :

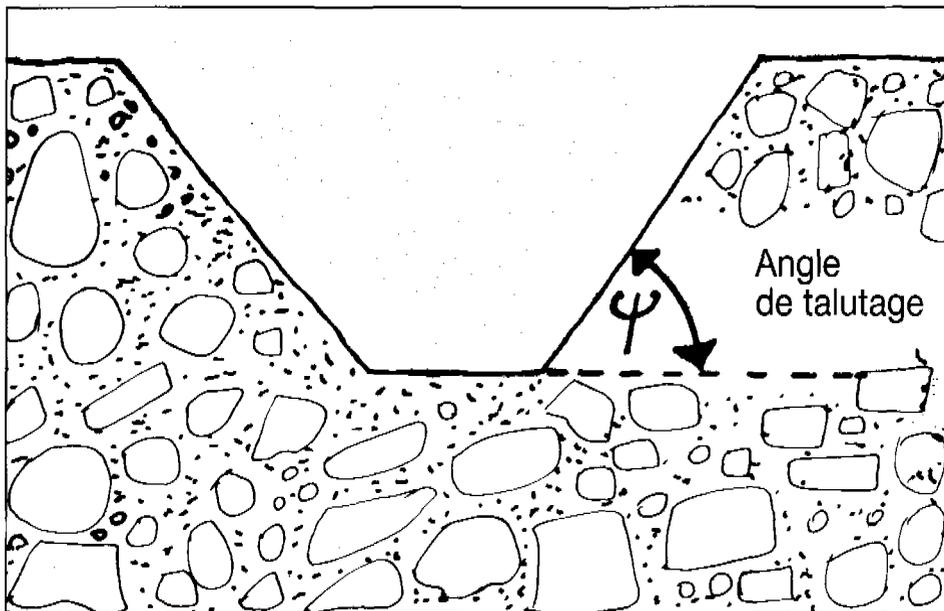
- soit en talutant,
- soit en blindant les parois de la fouille.



Sol bouillant.

LE TALUTAGE

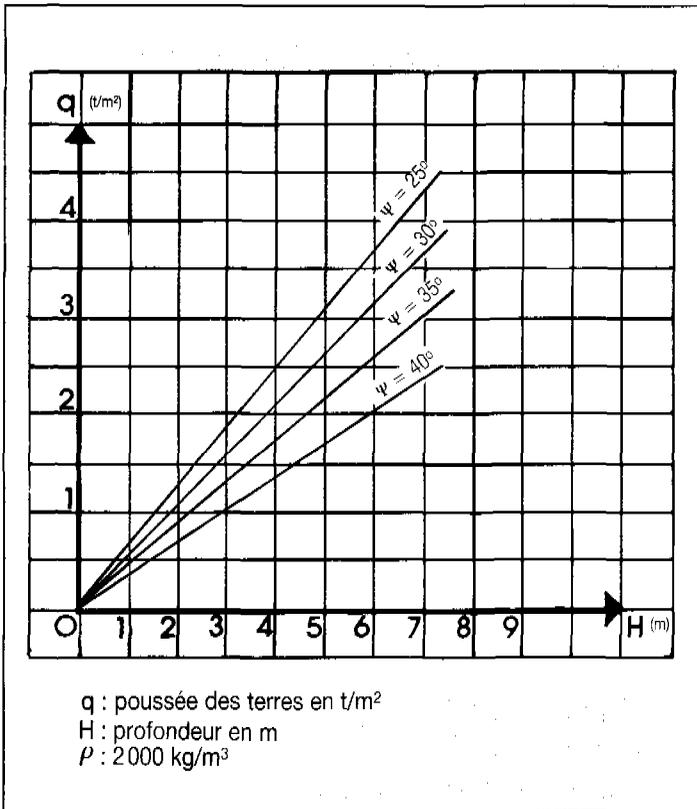
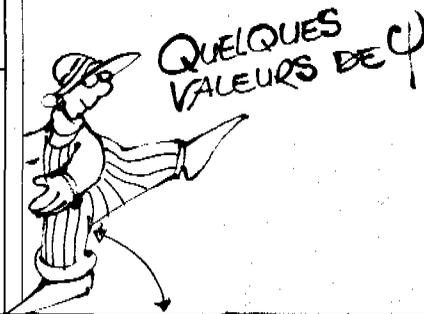
Rarement employé en milieu urbain en raison des surfaces nécessaires, il consiste à donner aux parois une inclinaison appelée "angle de talutage" qui doit être voisin de l'angle ψ de frottement intérieur du terrain. Cet angle varie avec la nature des terrains rencontrés.



Talutage.



NATURE DU TERRAIN	ANGLE DE FROTTEMENT ψ EN TERRAIN SEC
Rocher dur	80 à 90
Rocher tendre	55
Débris rocheux	45
Terre végétale	45
Mélange sable et argile	45
Argile + marne	40
Gravier	35
Sable fin	30



Poussée des terres pour différents angles de frottement.

POUSSEE DES TERRES SUR UN BLINDAGE

Un blindage est constitué par deux parois en bois ou métalliques qui sont maintenues contre le terrain par des étrésoillons. Ces parois sont soumises à une pression provoquée par la poussée des terres, cette pression est donnée par la formule :

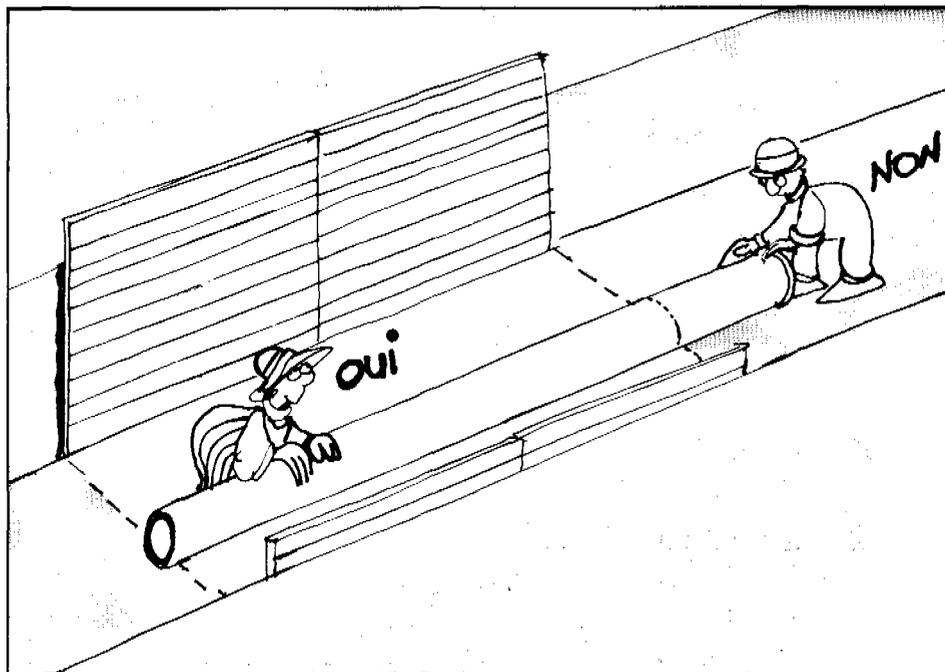
$$q = 0,75 \cdot \rho \cdot H \cdot \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\psi}{2} \right)$$

avec q : poussée en kgf/cm²
 ρ : masse volumique du terrain en kg/m³
 ψ : angle de frottement interne du terrain
H : profondeur de la tranchée en mètres.

Les panneaux mis en œuvre doivent donc être capables sur toute leur hauteur de résister à cette poussée.

LES TECHNIQUES DE BLINDAGE

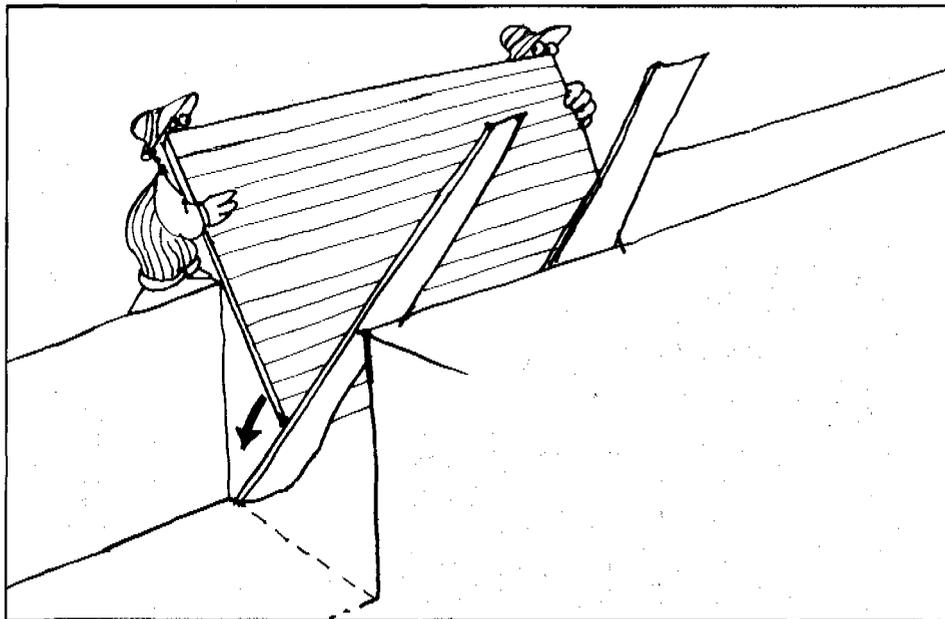
De nombreux procédés de blindage existent actuellement; il est, en conséquence, judicieux qu'une étude soit entreprise avant de démarrer les travaux afin de faire un choix conciliant à la fois la rentabilité et la sécurité des travailleurs. La mise en place des parois du blindage devra suivre au plus près l'avancement des travaux.



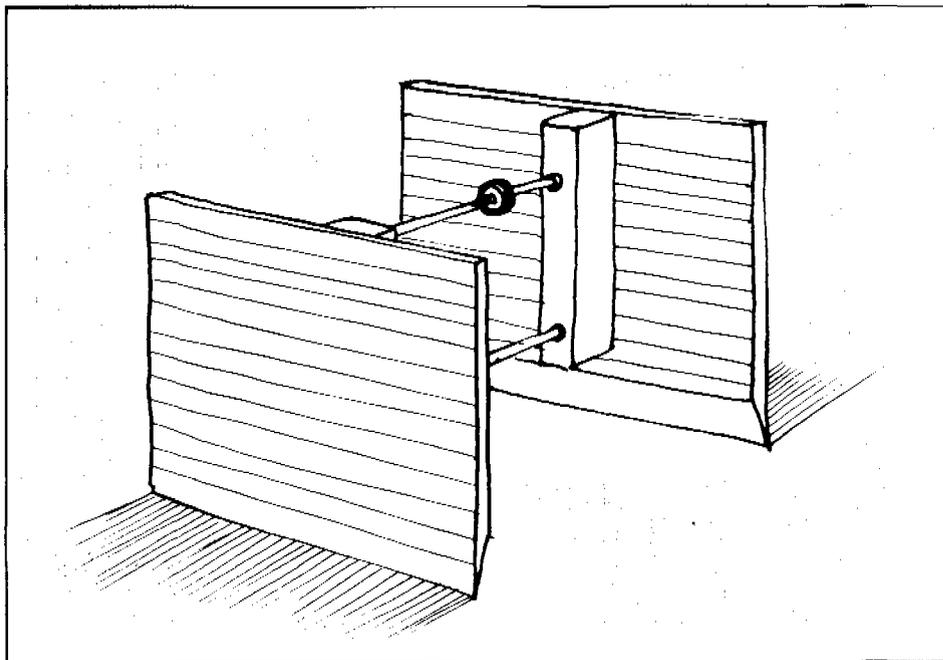
Mise en place d'un blindage.

BLINDAGE PAR PANNEAUX PREFABRIQUÉS EN BOIS

Des panneaux en planches d'une hauteur légèrement supérieure à la profondeur de la tranchée sont fabriqués au sol, descendus au fond de la fouille en les faisant glisser sur une perche, puis plaqués contre les parois. A l'aide d'une corde, on place les étréssillons provisoires, puis les ouvriers descendent dans la tranchée et bloquent les panneaux avec des étréssillons définitifs.



Blindage par panneaux préfabriqués en bois.



Blindage par caissons.

BLINDAGE PAR CAISSONS

Les caissons en bois ou en métal sont constitués de deux panneaux latéraux très résistants reliés entre eux par des vérins à vis ou hydrauliques. Ils sont descendus complets au fond de la fouille à l'aide d'un engin de levage. Les ouvriers peuvent dès lors descendre en fond de fouille pour bloquer les parois contre le terrain en manœuvrant les vérins. Cette technique est la plus employée sur les chantiers de pose de canalisations d'eau.

BLINDAGE PAR BATTAGE DE PALPLANCHES

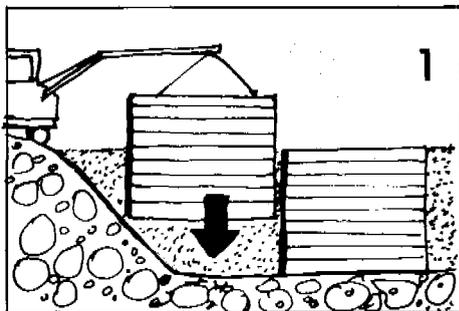
Ce procédé est intéressant pour les chantiers importants exécutés dans des zones où le sous-sol est peu encombré. Le blindage proprement dit est constitué par un double rideau de palplanches que l'on enfonce dans le sol à l'aide d'une machine spéciale, ceci sur les traces de la tranchée à réaliser et avant le terrassement. Le blindage est maintenu en place sur sa partie supérieure par une seule rangée d'étrésillons.

BLINDAGE PAR PLANCHES VERTICALES DES FOUILLES EXECUTEES MANUELLEMENT

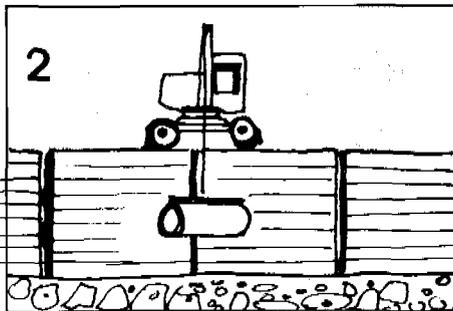
Dans les terrains sans cohésion, il est impossible de creuser une fouille sur une profondeur supérieure à quelques dizaines de centimètres sans qu'un éboulement se produise. Le blindage doit donc suivre rigoureusement le creusement et être jointif. Pour sa mise en place, on construit un cadre qui est positionné en partie supérieure et sur lequel les planches vont s'appuyer. Celles-ci sont ensuite enfoncées au fur et à mesure que le creusement progresse, leur extrémité biseautée précédant toujours le creusement d'une dizaine de centimètres, les parois de la fouille ne sont donc jamais découvertes. Lorsque les planches sont complètement enfoncées, un autre cadre est placé à la partie inférieure et l'on recommence l'opération.

Ce mode de blindage, délicat à exécuter, est également employé en milieu urbain où les travaux sont exécutés à proximité d'immeubles qui transmettent des contraintes dans un sol où aucune décompression ne peut être tolérée.

En mauvais terrain, le blindage par caissons métalliques ou par battage de palplanches peut également être utilisé. Les caissons métalliques se mettent alors en place par havage, c'est-à-dire qu'ils s'enfoncent dans le sol au fur et à mesure que le creusement progresse.



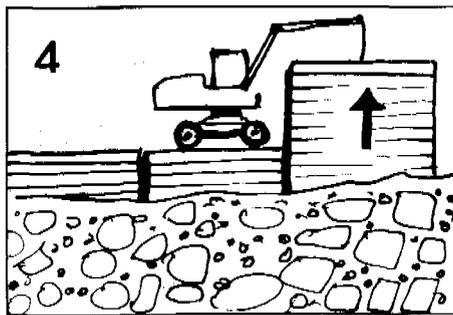
Mise en place des caissons.



Descente de la canalisation.

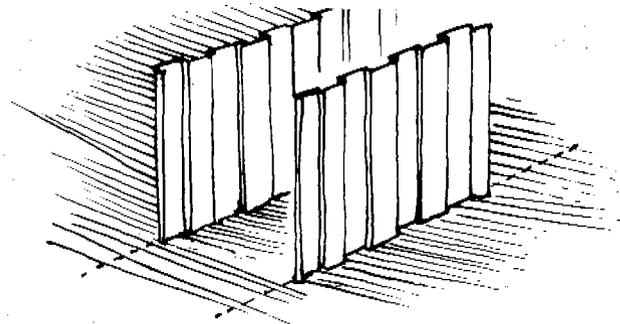


Mise en place de la canalisation.

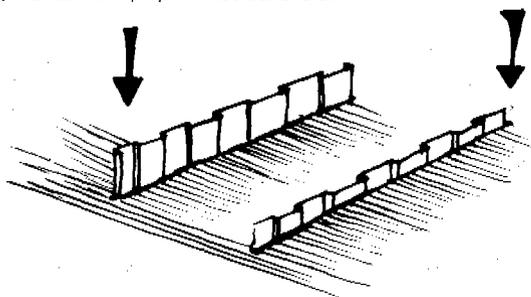


Enlèvement des caissons - Remblayage.

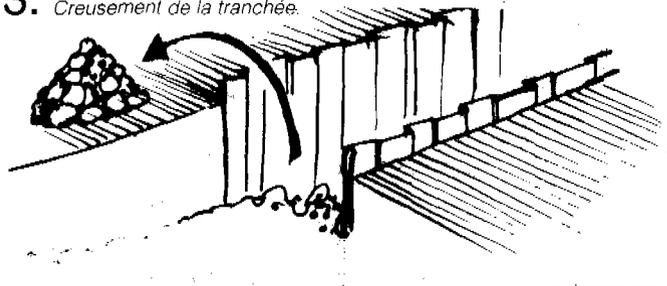
1. Positionnement d'un double rideau de palplanches.



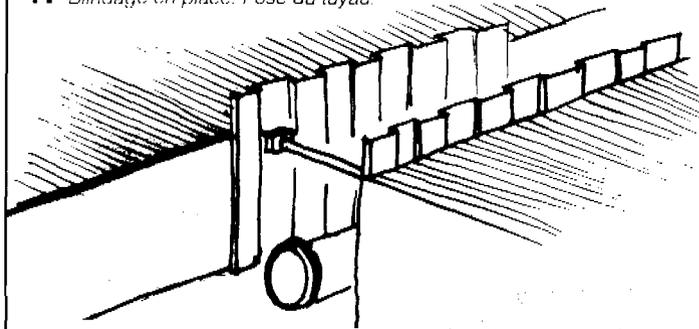
2. Enfoncement des palplanches dans le sol.



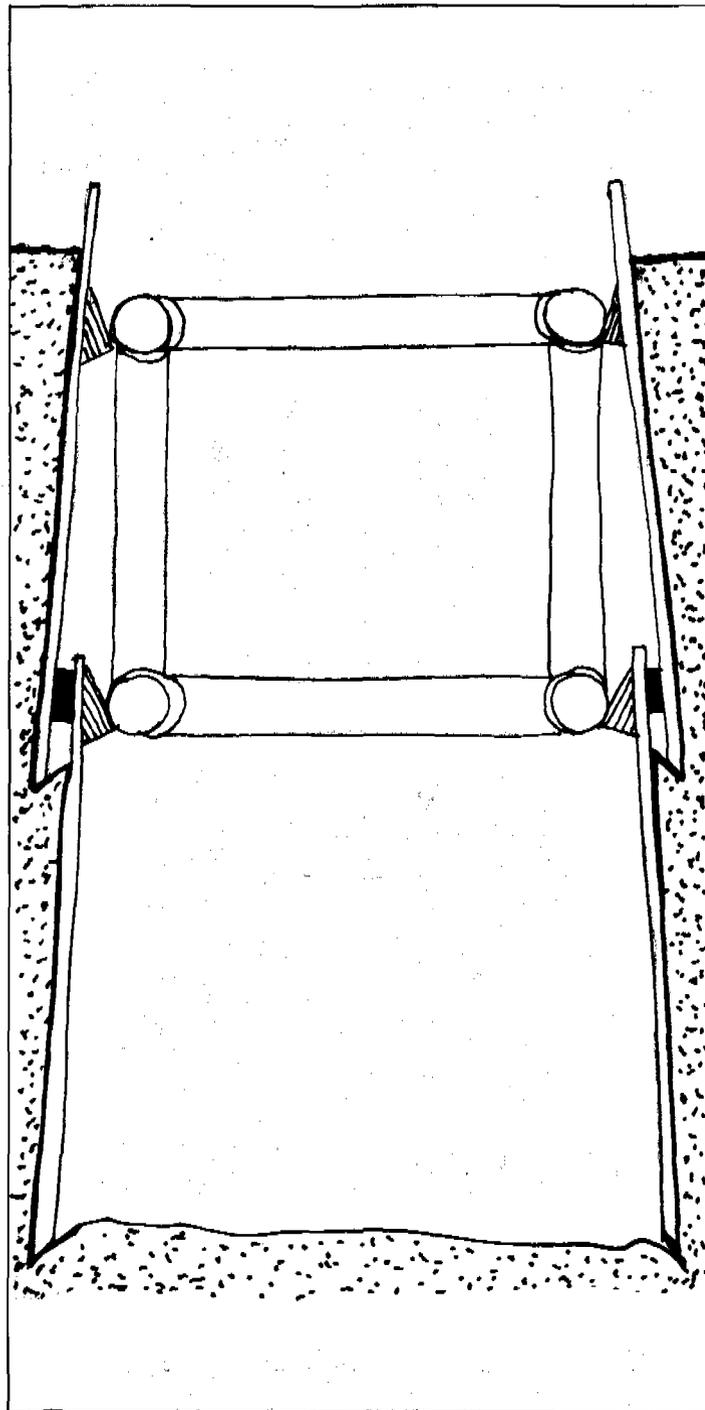
3. Creusement de la tranchée.



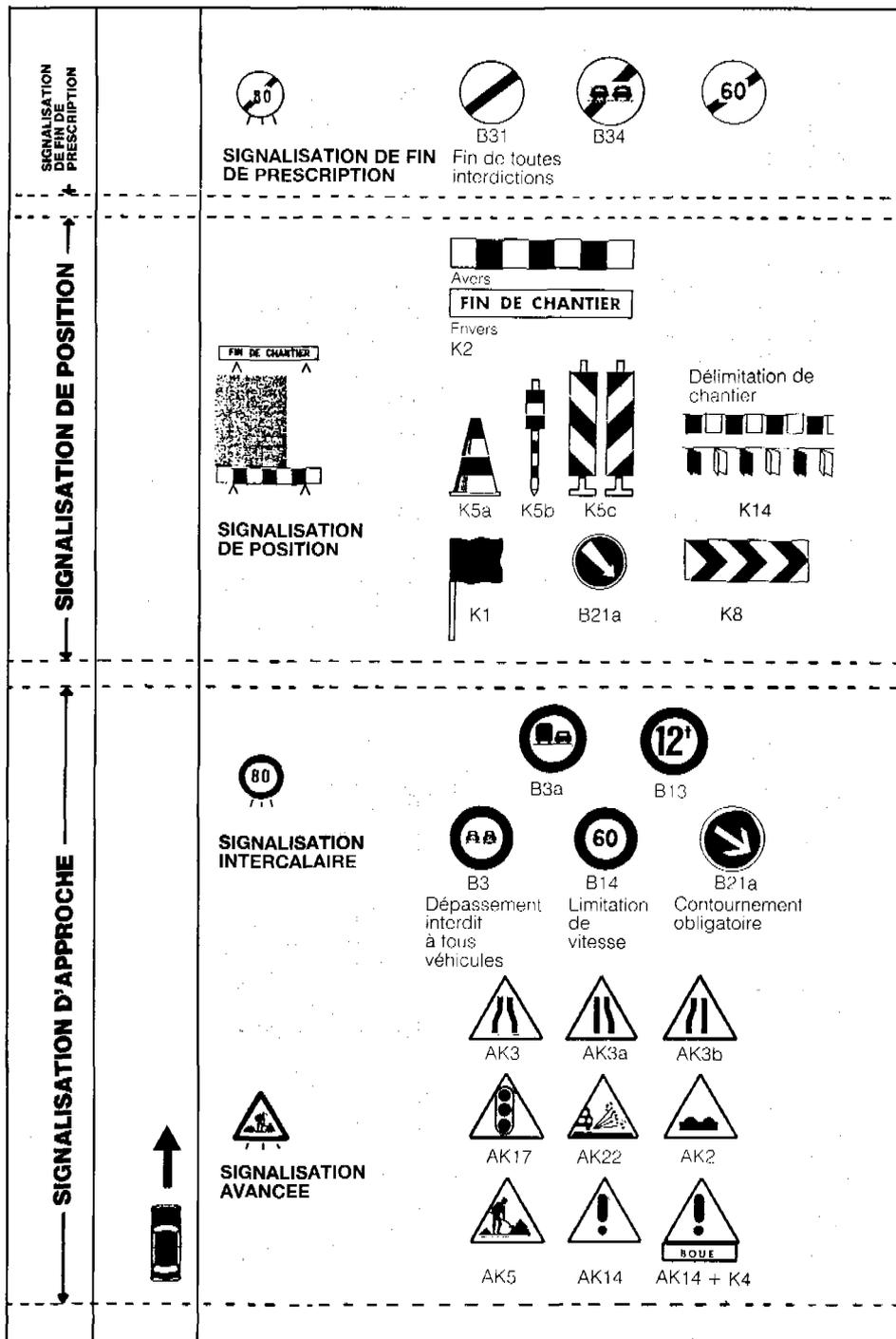
4. Blindage en place. Pose du tuyau.



Blindage par battage de palplanches.



Blindage dans les terrains sans cohésion.



SIGNALISATION DES CHANTIERS

Les chantiers de pose de canalisations d'eau constituent un danger sérieux, tant pour le personnel astreint à y travailler que pour les usagers de la route. Tout doit être mis en œuvre pour signaler de façon claire et compréhensible les dangers temporaires créés par l'existence de travaux.

Les règles à respecter pour la signalisation temporaire sont fixées par l'instruction ministérielle du 15 juillet 1974 qui est le seul document officiel s'imposant à tous ceux qui exécutent des travaux ou qui interviennent sur le domaine routier.

La signalisation doit être efficace, c'est-à-dire visible, claire et compréhensible afin :

- d'informer l'usager,
- de le guider,
- de le convaincre de modifier son comportement pour l'adapter à une situation qui lui est inhabituelle.

MISE EN PLACE DE LA SIGNALISATION

Les principes fondamentaux de mise en place de la signalisation sont conditionnés par :

- la nature de la voie (route importante ou ordinaire),
- l'importance du chantier, la gêne apportée à la circulation,
- la visibilité,
- la localisation du chantier (milieu rural ou urbain).

La signalisation d'un chantier se subdivise en trois catégories :

- la signalisation d'approche : constituée par des panneaux triangulaires et circulaires,
- la signalisation de position : placée aux abords immédiats du point ou de la zone à signaler,

— la signalisation de fin de prescription : placée en aval du chantier, elle marque la fin de la ou des prescriptions imposées.

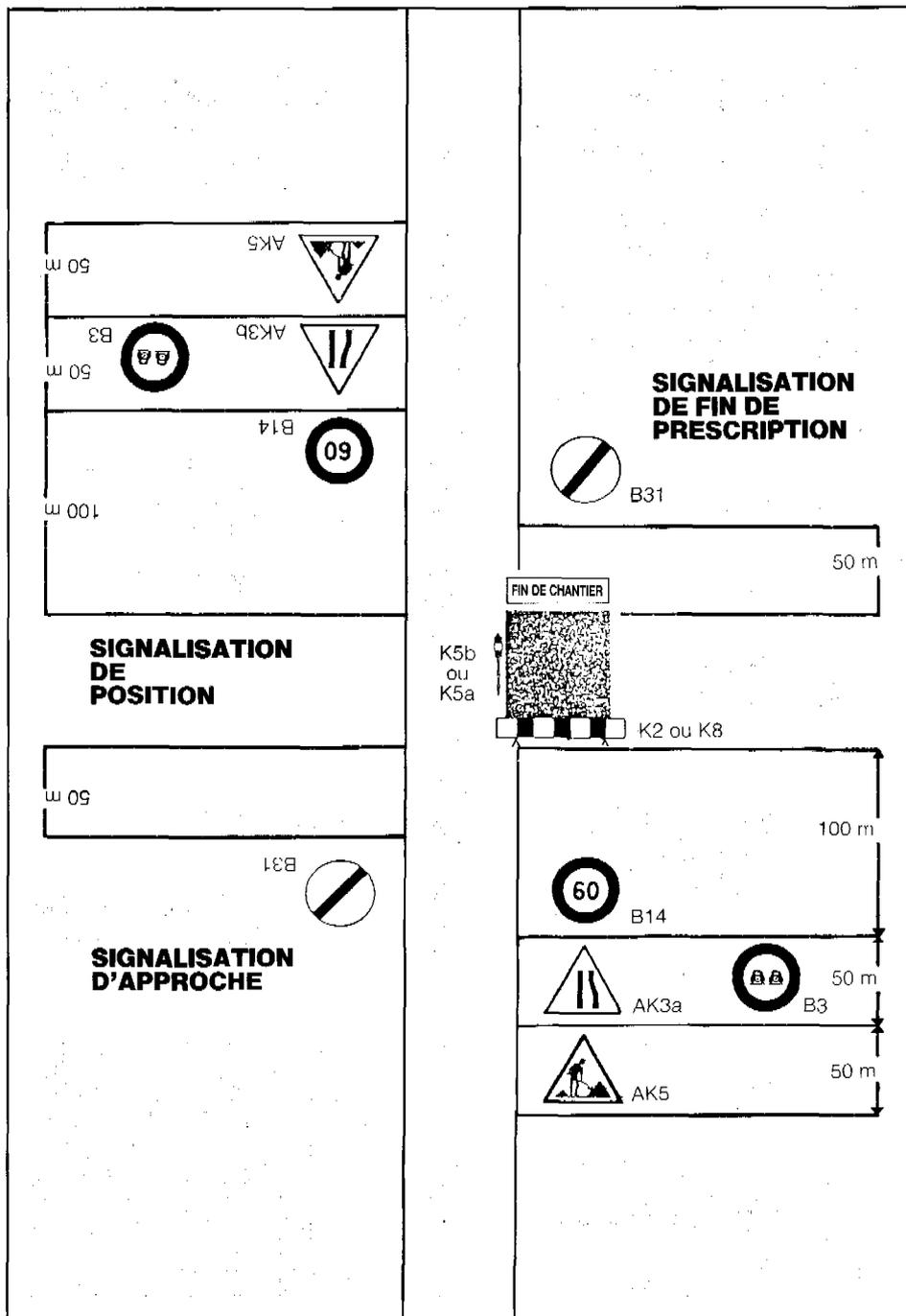
La limitation de vitesse, lorsqu'elle est nécessaire, ne doit pas être inférieure à :

- 80 km/h si le chantier empiète légèrement sur la chaussée.
- 60 km/h s'il y a réduction du nombre de voies.

La pose d'un panneau de limitation de vitesse est subordonnée à la prise d'un arrêté préalable par l'autorité compétente.

Par ailleurs, les agents travaillant sur le domaine routier doivent être constamment visibles, aussi bien par les usagers de la route que par les conducteurs d'engins circulant sur les chantiers. L'usage d'un vêtement de travail de couleur claire est donc recommandé, ce qui n'exclut pas le port d'un vêtement de signalisation tel que le baudrier ou le gilet.

La signalisation des chantiers de pose des canalisations d'eau doit être considérée comme un facteur essentiel de sécurité. Une mauvaise signalisation engage, en cas d'accident, la responsabilité civile de l'entrepreneur et peut, le cas échéant, engager la responsabilité pénale de l'agent responsable du chantier.



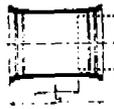
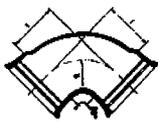
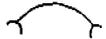
Exemple de mise en place d'une signalisation de chantier : travaux sur route ordinaire avec empiètement sur la chaussée.

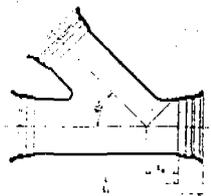
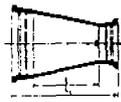
9. ANNEXES

CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX UTILISES EN ADDUCTION ET DISTRIBUTION D'EAU POT.

	ACIER	FONTE	BETON AME-TOLE
Masse volumique (kg/dm ³)	7,8 à 7,9	7 à 7,3	Ciment = 2,3 à 2,5 Acier = 7,8 à 7,9
GAMME : — Longueurs (m) — Diamètres (mm) — Pressions (bar) — Joint — Raccords	10 à 12 m 80 à 1400 mm 10 à 70 bars Soudé Acier	6, 7, 8 m 60 à 1800 mm 25 à 64 bars Emboîtement avec élastomère Fonte	2 à 6 m 250 à 4000 mm Soudé ou à élastomère Béton âme-tôle
NORMES PRINCIPALES : — Françaises homologuées — Internationales ISO	NFA 49-150 ISO 559	NFA 48-801, 48-806 ISO 2531	Pas de norme Pas de norme
FABRICANTS :	GTS Industries	Pont-à-Mousson	Bonna

RACCORDS ET PIECES SPECIALES

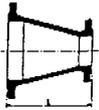
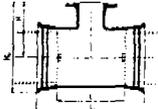
DESIGNATION	DESSIN DE LA PIECE	SYMBOLE
Bride emboîtement BE		
Bride unie BU		
Manchon		
Coude à deux emboîtements		

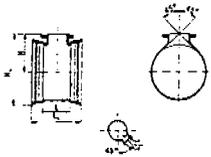
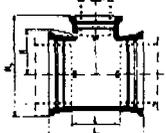
DESIGNATION	DESSIN DE LA PIECE	SYMBOLE
Coude à deux brides		
Té à trois emboîtements et tubulure égale inclinée à 45°		
Cône à deux emboîtements		

DIRECTIVES DE POSE

- Fascicule n° 71 du ministère de l'Environnement et des Transports sur la fourniture et la pose des canalisations d'eau.
- Cahier des clauses techniques particulières sur les réseaux d'eau sous pression de la DDAF du Bas-Rhin.
- Guides de pose des fabricants de canalisations pour l'adduction et la distribution de l'eau potable.

FIBRES-CIMENT	PVC	POLYETHYLENE	PRV
2 à 2,2	1,37 à 1,40		
4, 5 m 60 à 1000 mm 10 à 15 bars Manchons avec élastomère Fonte ou fibres-ciment	6 à 12 m 63 à 315 mm 6 - 10 - 16 bars Manchon ou emboîtement avec élastomère (ou collé) PVC ou fonte	Toutes longueurs 63 à 200 mm 2,5 à 16 bars Soudé (miroir ou manchon électro-soudable) Fonte, acier, PE	6 m 100 à 350 mm 6-12 bars Emboîtement ou manchon avec élastomère Fonte ou PRV
NFP 41 302 ISO 160	NFT 54 016 ISO 161	NFT 54 072 ISO 3607	Pas de norme ISO 7370
Eternit Industries Pont-à-Mousson	Seperef Alphacan Sotra-Industries Wavin Nicoll	Seperef Alphacan Sotra-Industries George Fischer Meridional des plastiques	Seperef

DESIGNATION	DESSIN DE LA PIECE	SYMBOLE
Cône à deux brides		
Plaque de réduction		
Plaque pleine		
Té à deux emboîtements et tubulure bride		

DESIGNATION	DESSIN DE LA PIECE	SYMBOLE
Té à trois brides		
Té de vidange à deux emboîtements et tubulure bride	 <small>Orientation de la tubulure en position de vidange</small>	
Té à trois emboîtements		

10



LEXIQUE

ANGLE DE POSE

C'est l'arc d'appui effectif du tuyau sur le sol.

CANALISATIONS EN TRANCHEES

Il s'agit de canalisations posées en tranchées et remblayées.

CANALISATIONS EN REMBLAI INFINI

Ce sont des canalisations posées directement sur terrains en place et recouvertes de masses de terre (digue, remblaiement du terrain, etc.).

ENROBAGE

L'enrobage comprend le remblai latéral et le remblai allant jusqu'à 0,30 m au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation.

HAUTEUR DE RECOUVREMENT

Il s'agit de la hauteur comprise entre la génératrice supérieure de la canalisation et le niveau définitif du terrain.



REPONSES

1 c - 2 b et c - 3 c - 4 b - 5 b.

LIT DE POSE

Le lit de pose correspond à la zone d'appui de la canalisation. On désigne par lit de pose la zone comprise entre le fond de fouille et le niveau défini par l'angle de pose (en principe 120°).

REMBLAI

On désigne par remblai la zone commençant à 0,30 m au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau jusqu'au niveau du sol ou de la structure de chaussée.

STRUCTURE DE CHAUSSEE

La structure de chaussée se compose de la couche de forme, du corps de chaussée, des couches de roulement.

TUYAUX FLEXIBLES

Les canalisations sont dites flexibles lorsqu'elles se déforment sous l'effet des charges et des pressions.

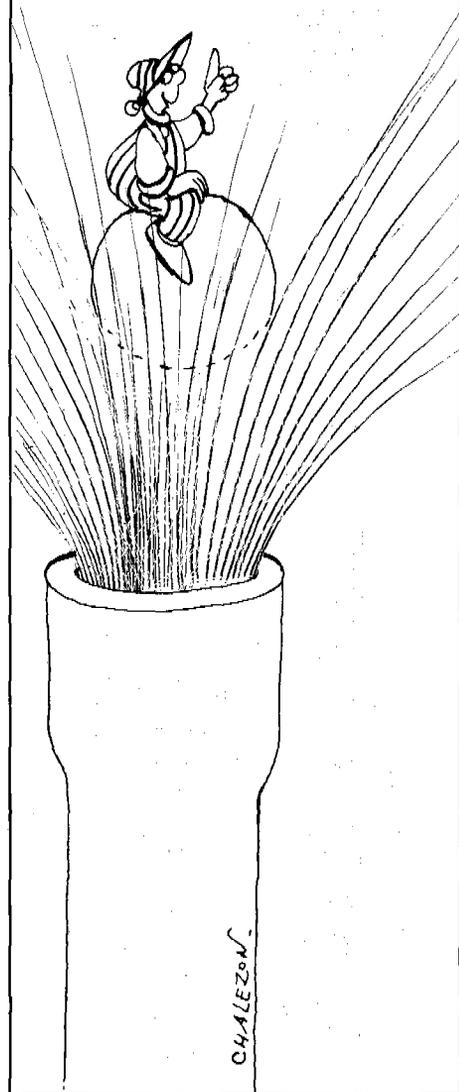
TUYAUX RIGIDES

Les canalisations sont dites rigides lorsque, sous l'effet des surcharges, elles ne subissent pas de déformations sensibles; de ce fait, la répartition des pressions n'est pas modifiée.

ZONE DE POSE

La zone de pose comprend le lit de pose et l'enrobage jusqu'à 0,30 m au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation.

10-LEXIQUE,
c'est bon
pour les
CANALISATIONS..



SERIE BLEUE	SERIE VERTE	Nos	TITRES	DISPONIBLES AUPRES DE	PRIX
<p>1 LES POMPES CENTRIFUGES Entretien et maintenance.</p> <p>2 Techniques et méthodes de RECHERCHE ET DETECTION DES FUITES dans les réseaux d'adduction d'eau.</p> <p>3 L'utilisation des REACTIFS DE TRAITEMENT D'EAU POTABLE et le contrôle de leur mise en œuvre.</p> <p>4 Utilisation et entretien des INSTRUMENTS DE MESURE dans le contrôle de la qualité des eaux.</p> <p>5 La distribution de l'eau potable : LE COMPTAGE.</p> <p>6 LA ROBINETTERIE Choix - Mise en œuvre - Entretien.</p> <p>7 RESEAUX D'ASSAINISSEMENT Conception - Réception - Entretien - Réhabilitation.</p> <p>8 Eaux usées urbaines : NITRIFICATION DENITRIFICATION DEPHOSPHATATION : Contraintes d'exploitation.</p>	<p>9 L'OZONATION DES EAUX Principe, exploitation et maintenance des installations.</p> <p>10 LA CHLORATION DES EAUX Principe, exploitation et maintenance des installations</p> <p>11 LA TELEGESTION DES RESEAUX Principes, matériels et équipements, exploitation.</p> <p>12 LA POSE DES CANALISATIONS pour l'adduction et la distribution de l'eau potable</p> <p>A PARAITRE</p> <ul style="list-style-type: none"> • POMPES à motricité humaine • EAUX DE CHAUDIERE ET DE REFROIDISSEMENT 	2	Techniques et économie de l'épuration des eaux résiduaires (1979)	Centre de Documentation de l'eau 14, boulevard du Général-Leclerc 92524 Neuilly-sur-Seine Cedex	Gratuit
		3	Élimination des déchets des ménages (1979)	ANRED 2, square Lafayette - B.P. 406 49004 Angers Cedex	15 F
		5	Assainissement individuel (1981)	AFB	25 F
		6	La décharge contrôlée de résidus urbains (1981)	ANRED ou Mission administrative	20 F
		7	La valorisation agricole des boues de stations d'épuration (1982)	ANRED	20 F
		8	Guide pour l'élimination et la valorisation des déchets industriels (1984)	ANRED ou Mission administrative	50 F
		12	L'analyse et la caractérisation des déchets industriels (1984)	ANRED ou Mission administrative	40 F
		13	La collecte sélective des ordures ménagères (1984)	ANRED ou Mission administrative	50 F
		14	L'entretien des cours d'eau (1984)	AFB ou Mission administrative	50 F
		15	Les odeurs et les nuisances olfactives (1984)	CITEPA ou Mission administrative 3, rue Henri-Heine, 75016 Paris Tél. 45.27.12.88	50 F
		16	L'élevage porcin et l'environnement (1984)	CITEPA	30 F
		17	Modes de traitement des matières de vidange domestique (1985)	ANRED	40 F
18	Traitements de surface : dépollution à la source (1985)	AFB (Loire-Bretagne)	70 F		
19	Système de gestion du service d'élimination des déchets des ménages (1986)	ANRED	—		
20	Traitement de surface : méthodes d'analyse des effluents aqueux	CETIM - Service de diffusion 52, rue Félix-Louat, 60304 Senlis Tél. 44.58.32.66	70 F		
21	Les techniques propres dans l'industrie	ADIFE 14, boulevard du Général-Leclerc 92524 Neuilly-sur-Seine	180 F		

Les numéros 1 et 4, épuisés, sont en consultation au Centre de Documentation des Déchets.

12 LA POSE DES CANALISATIONS
pour l'adduction
et la distribution
de l'eau potable

Edité par **SEDA**, B.P. 1516, 87021 Limoges Cedex.
Tél. 55.38.48.48

Réalisé avec le concours de :
Alain GIRAULT, Fondation de l'Eau,
Jean-Claude CHAZELON, Communication Graphisme, Limoges.