

CONSOLIS
BONNA TP

Le tuyau en béton armé à âme en tôle

TUYAUX PRESSION

www.bonnatp.com





Sommaire

• Le tuyau BONNA® : le tuyau en béton armé à âme en tôle	4
• Ses atouts	6
• Ses avantages	7
• Caractéristiques dimensionnelles	8
• Conception	11
• Pose	24



Ce document est une brochure commerciale. Il est nécessaire de contacter BONNA TP pour tout renseignement technique concernant le projet à réaliser.

La Société BONNA TP se réserve le droit de modifier le présent document sans préavis. L'utilisateur de ce document est tenu de s'assurer qu'il n'est pas périmé.

Le tuyau BONNA® : Le tuyau en béton armé à âme en tôle



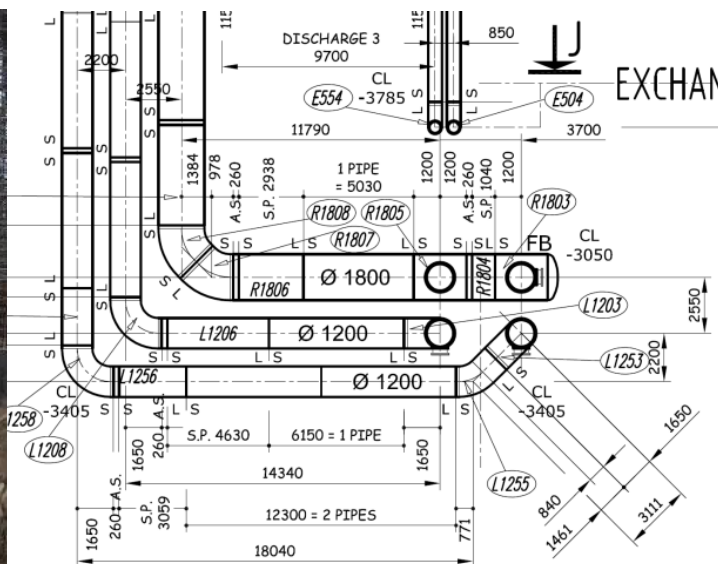
Une solution sur mesure

Le tuyau Bonna est un tuyau pression en béton armé avec une âme en tôle. Les tuyaux et pièces sont définis selon les caractéristiques du projet et les méthodes de pose (pression de service, pression maximale de fonctionnement, hauteur de remblai, pose en tranchée, microtunnel, ...) avec une importante gamme de diamètre (de Ø300 à 4000). Les éléments se raccordent entre eux avec des joints soudés SL ou des joints élastomères ER.

Le tuyau BONNA® est conforme aux normes EN 639 & 641.

Les conduites âme-tôle présentent une très importante résistance aux contraintes extérieures, à la pression et à la dépression et apportent une grande pérennité aux réseaux.

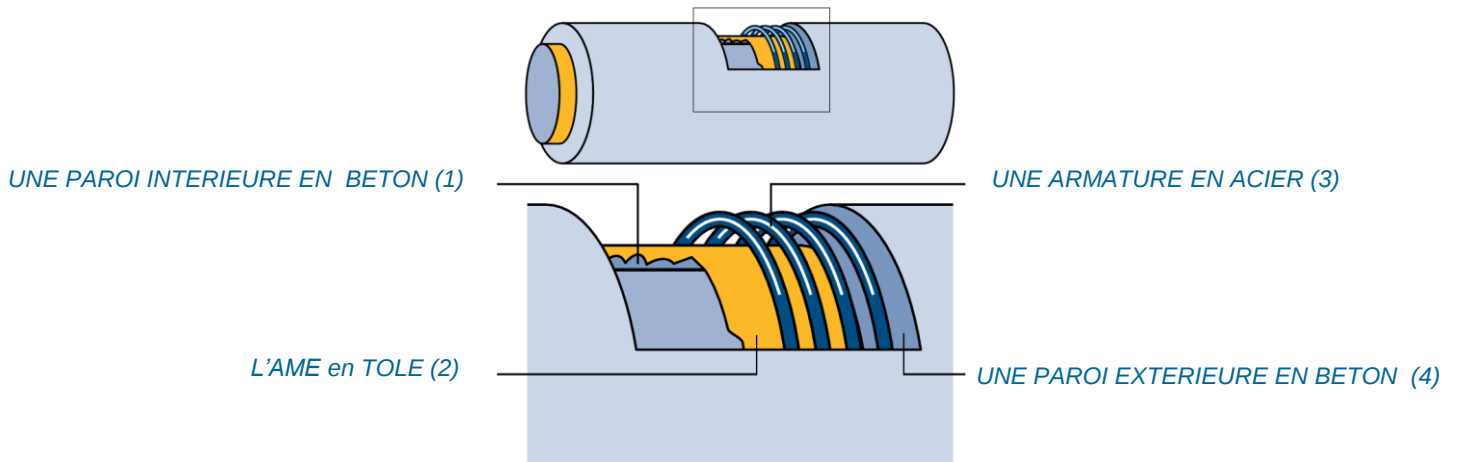
Les tuyaux Bonna® sont utilisés dans de nombreux pays à travers le monde pour un nombre important de circuits de refroidissement de centrales thermiques et nucléaires, pour des adductions d'eau potable, pour des prises d'eau ou des émissaires en mer et pour des réseaux d'assainissement demandant une étanchéité parfaite (tuyaux, regards de visite etc...)



Bonna propose des services intégrés:

- . Ingénierie, conception
- . Fourniture
- . Assistance technique, pose

Le concept acier et béton



Le tuyau en béton armé à âme en tôle associe de manière optimale les performances et les caractéristiques du béton et de l'acier.

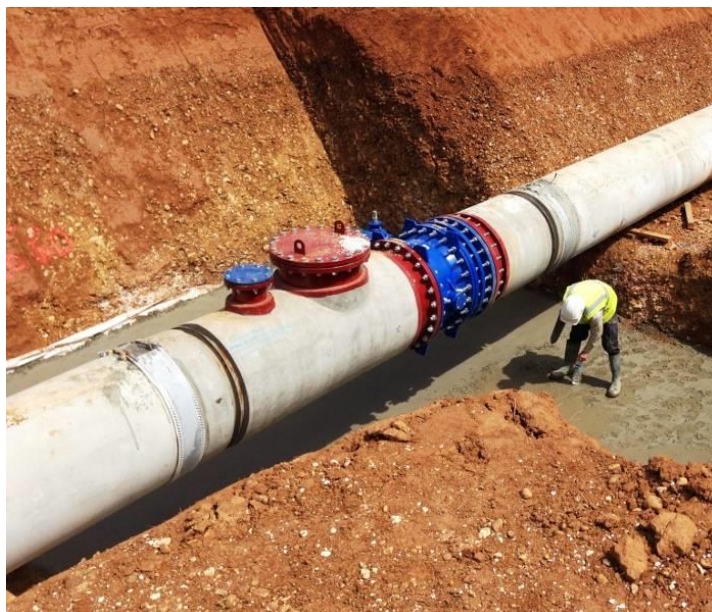
Le tuyau est composé:

- (1) d'une paroi intérieure en béton riche en ciment et très lisse qui protège la tôle contre la corrosion de l'acier par passivation et contre l'abrasion. Celle-ci permet, contrairement aux revêtements minces des autres matériaux, de résister à la dépression et aux vibrations,
- (2) d'un tube médian fabriqué à partir de tôles d'acier cintrées et soudées longitudinalement ou hélicoïdalement assurant une étanchéité totale et l'autobutage de la conduite,
- (3) d'une armature en acier réalisée par enroulement hélicoïdal d'un fil d'acier à pas constant,
- (4) d'une paroi extérieure en béton armé qui protège indéfiniment la tôle des agents agressifs extérieurs (terrain, nappe phréatique,...) et reprend les efforts dus aux remblais et aux charges extérieures.

La grande durabilité des tuyaux à âme en tôle a été démontrée depuis plus d'un siècle d'utilisation. Elle est attribuable à sa conception composite utilisant le complexe acier/béton.

Le process de fabrication dans les conditions maîtrisées de la préfabrication en usine permet d'obtenir une qualité optimale en terme de performances des matériaux (compacité, résistance, respect des tolérances...) et contribue à la pérennité de la conduite en tuyaux à âme en tôle.

Adapté au projet, recyclable, traçabilité, résistant, économique



1. SOLUTIONS CONÇUES SUR MESURE avec des SERVICES COMPLÉMENTAIRES comme :

Plans d'appareillage

Notes de calcul

Etudes spécifiques (conditions sismiques, tassements, sols instables, ...)

2. PRODUIT ECOLOGIQUE ET ENTIEREMENT RECYCLABLE (constitué d'acier et de béton)

3. TRACABILITE DES PRODUITS (ISO 9001)

4. SOLUTIONS PERENNES (plus de 100 ans de références)

5. LE MEILLEUR RAPPORT QUALITE/PRIX au regard du coût global du projet.

BONNA TP n'est pas seulement un fabricant de tuyaux pression. Nous vous accompagnons dès la conception de votre projet jusqu'à sa complète réalisation.

Pérenne / autobuté / résistant / étanche

1. Dimensionnement spécifique, méthode de pose adaptée au projet
2. Autobutage: 2 solutions - une solution totalement soudée « SL » ou une solution mixte « SL-ER »
3. Produit inaltérable, pas de dégradation dans le temps
4. Grande résistance aux chocs
5. Le tuyau Bonna peut être posé dans tous les types de terrain sans protection complémentaire *
6. Le remblaiement peut se faire avec les matériaux excavés du site *
7. Coefficient de rugosité ($k = 0.0001 \text{ m}$).
8. Résistance à la dépression, résistance au vide absolu
9. Aucune protection cathodique n'est nécessaire *

* Nous contacter pour les cas particuliers



Tuyaux – procédé de fabrication

La fabrication du tuyau en béton à âme en tôle est conforme aux normes EN 639 et EN 641.

Le tuyau type ATM (âme tôle moulé)

La fabrication

L'âme en tôle est fabriquée à partir de tôles d'acier cintrées et soudées longitudinalement ou hélicoïdalement. Elle se termine par des plats d'abouts permettant l'assemblage des tuyaux entre eux par joints soudés ou joints à garniture en élastomère. L'étanchéité des soudures est vérifiée sur les tubes médians par un essai de pénétration capillaire et par une épreuve hydraulique.

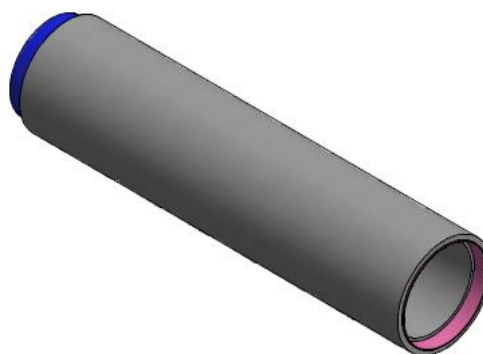
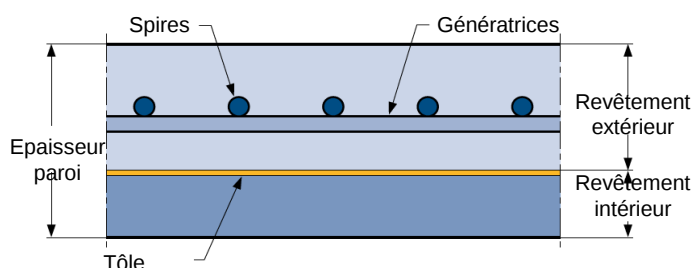
L'armature est réalisée par enroulement hélicoïdal d'un fil d'acier à pas constant sur des génératrices pour former une cage d'armature.

La mise en œuvre des bétons intérieur et extérieur se fait par moulage en une seule opération dans un moule métallique sous vibrations contrôlées à haute fréquence.



Tuyaux – type ATM

Coupe de la paroi du tuyau



Diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Epaisseur de paroi (mm)			Longueur utile (m)		Poids approximatif en t/m
		Totale	Revêtement Intérieur	Revêtement extérieur	Joint soudé SL	Joint élastomère ER	
250	420	85	37	48	6.07	-	0.23
300	420	60	27.5	32.5	6.07	-	0.17
400	520	60	24	36	6.15	6.15	0.22
500	630	65	24	41	6.15	6.15	0.29
600	730	65	24	41	6.15	6.15	0.35
700	840	70	26	44	6.15	6.15	0.43
800	950	75	26	49	6.15	6.15	0.53
900	1060	80	28	52	6.15	6.15	0.63
1000	1164	82	28	54	6.15	6.15	0.71
1100	1276	88	30	58	6.15	6.15	0.84
1200	1390	95	30	65	6.15	6.15	0.99
1250	1470	110	30	80	6.15	6.15	1.20
1400	1640	120	40	80	5.03	5.03	1.46
1500	1740	120	40	80	5.03	5.03	1.56
1600	1880	140	40	100	5.03	4.96	1.95
1700	1980	140	40	100	5.03	4.96	2.06
1800	2100	150	37	113	5.03	4.96	2.34
2000	2320	160	45	115	4.50	4.43	2.77
2100	2440	170	45	125	4.50	4.41	3.09
2200	2560	180	45	135	4.50	4.41	3.43
2350	2730	190	45	145	4.00	3.91	3.87
2400	2800	200	50	150	5.03	4.94	4.17
2500	2910	205	50	155	4.00	3.91	4.44
2600	3030	215	50	165	2.91	2.82	4.85
2800	3250	225	50	175	3.50	3.41	5.45
3000	3480	240	50	190	2.91	2.82	6.23
3200	3720	260	50	210	2.91	2.82	7.21
3500	4080	290	55	235	2.41	-	8.80
4000	4640	320	60	260	2.01	-	11.07

Les longueurs utiles représentent les longueurs totales du tuyau retranchées de la profondeur d'emboîtement théorique. Elles sont fournies à titre indicatif, d'autres longueurs sont possibles suivant la taille du projet et/ou le site de fabrication.

Tuyaux de longueur non standard ou tuyaux à couper

Des éléments droits peuvent être fabriqués en usine à la longueur souhaitée.

Possibilité de tuyaux de longueur standard avec une âme en tôle d'épaisseur mini. 3 mm, pour découpe à dimension et montage d'un about directement sur le chantier.

Pièces spéciales

Constitution des pièces spéciales BONNA

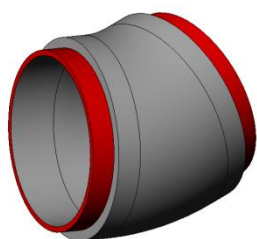
Nous fabriquons sur mesure des coudes, des bouts d'extrémité avec ou sans brides, des cônes, des culottes, des culottes à tubulure axiale ou tangentielle ainsi que des pièces complexes.

Les pièces spéciales sont constituées par:

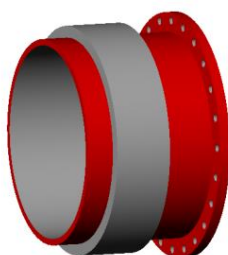
- une âme médiane en tôle d'acier, exécutée en chaudronnerie soudée,
- une armature de revêtement, constituée de spires et de génératrices,
- un revêtement extérieur et un revêtement intérieur en béton enrobant parfaitement les armatures.

Les pièces de joint ou les brides sont soudées aux extrémités de la tôle. Le joint est du type qui convient: joint soudé "SL", joint à garniture caoutchouc, joint à bride, joint Gibault, etc...

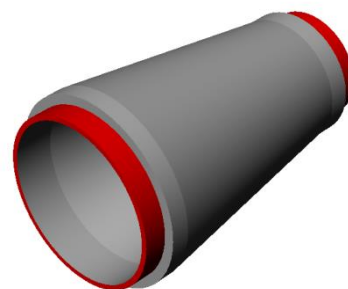
Toutes les pièces spéciales peuvent comporter, à la demande, une ou plusieurs collerettes d'étanchéité, des collerettes d'appui, des armatures en attente, etc...



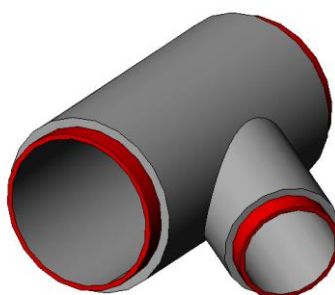
Coudes



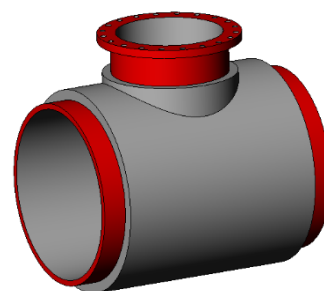
Bout d'extrémité à bride



Cônes



Culotte

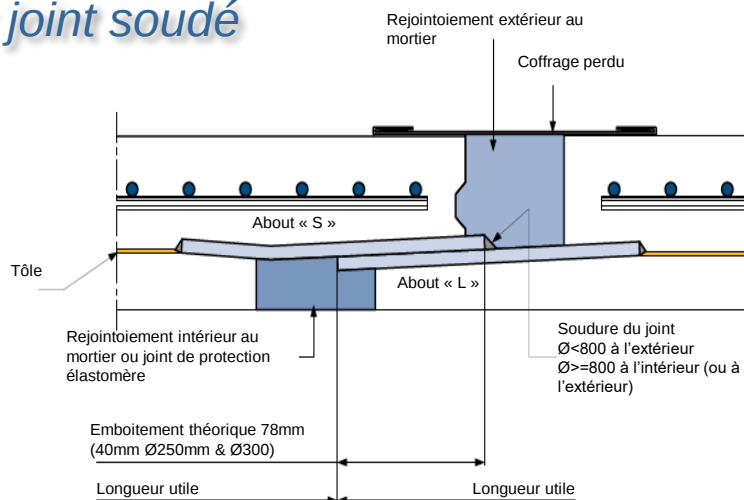


Té avec tubulure axiale d'équerre



Les joints

Le joint SL : joint soudé



Le joint soudé “slip-joint” (en abrégé “SL”) est un joint soudé à l'arc électrique.

Les abouts

Les pièces de joint, parties intégrantes du tuyau, sont constituées de deux bagues coniques, l'une femelle désignée conventionnellement par “S” et l'autre mâle désignée par “L”. Ces bagues métalliques sont conformées à la presse de manière à obtenir un emboîtement précis lors de la mise à joint permettant d'exécuter la soudure dans de bonnes conditions.

Ces bagues sont réalisées à partir de larges plats conformes à la Norme Européenne EN 10-025, notamment dans la nuance soudable S235-JRG2 :

- résistance à la rupture = 340 à 470 N/mm²
- limite élastique 235 N/mm²
- allongement à la rupture 26 %.

Soudure du joint

Après pose et réglage des tuyaux, la soudure du joint est réalisée à l'arc électrique manuellement ou avec un appareil semi-automatique.

Les extrémités des tuyaux ou pièces spéciales comportent des dégarnis de béton permettant une soudure :

- extérieure pour les diamètres < 800 mm
- intérieure ou extérieure pour 800 Ø 1200mm
- intérieure pour les diamètres > 1200 mm (à la demande, les dégarnis extérieurs peuvent être aménagés pour une soudure extérieure).

Qualité de la soudure

La soudure, réalisée à clin, doit être étanche. Cette étanchéité sera vérifiée par pénétration capillaire d'un liquide coloré pénétrant.

L'épaisseur de la soudure doit être au moins égale à 0,7 e.

Effet de fond

Le joint soudé résiste aux efforts de traction longitudinaux, ce qui permet d'éviter la confection de massifs de butée, aux coudes en particulier, lorsque les tuyaux et les pièces spéciales ont été calculés pour rendre la conduite autobutée.

Rayonnement

L'emboîtement de deux éléments consécutifs de la conduite peut subir un désaxement allant de 0,5° à 2,2° suivant le Ø de tuyau et le type de joint. La pose peut alors s'effectuer selon un arc de cercle dont le rayon minimum est voisin de 150 à 300 m selon les diamètres et les longueurs utiles des tuyaux.

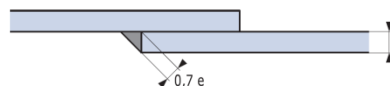
Protection des parties métalliques

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

Le rejointoiement extérieur est réalisé par coulage de mortier à l'aide d'un coffrage perdu, en matière plastique.

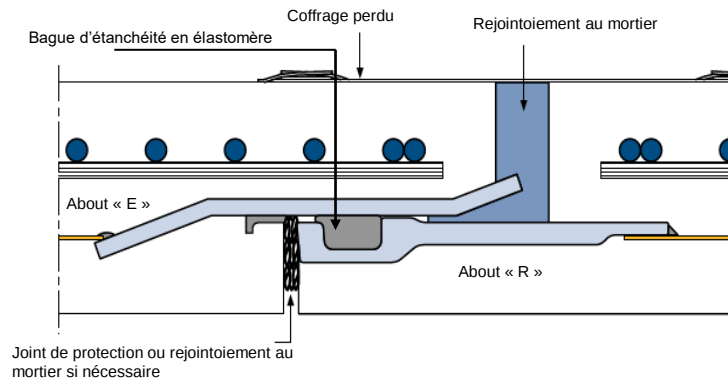
Le rejointoiement intérieur est réalisé par projection manuelle ou mécanique d'un mortier, suivie d'un lissage au niveau de la surface intérieure de la conduite.

Dans le cas de soudure extérieure, le rejointoiement intérieur peut être remplacé par l'utilisation d'un joint de protection.



Les joints

Le joint ER : joint flexible



Les abouts

Les pièces métalliques de joint, parties intégrantes du tuyau, sont constituées de deux bagues, l'une femelle désignée conventionnellement par "E" et l'autre mâle désignée par "R".

Ces bagues, en acier, sont conformées à la presse de manière à obtenir un emboîtement précis assurant l'étanchéité par compression régulière de la bague d'étanchéité en élastomère et permettant une mise à joint rapide lors de la pose.

Ces bagues sont réalisées à partir de larges plats et, pour l'about mâle, d'un plat spécial laminé comportant une gorge pour le logement de la bague d'étanchéité. Ces plats sont conformes à la Norme Européenne EN 10-025 notamment dans la nuance soudable S235 - JRG2 :

- résistance à la rupture : 340 à 470 N/mm²
- limite élastique : 235 N/mm²
- allongement à la rupture : 26 %

Les parties métalliques, si elles restent apparentes, sont protégées par métallisation ou (et) peinture ou, si nécessaire, tout autre revêtement qui sera fonction de la corrosivité du milieu.

Mise à joint

Lors de la pose des éléments de conduite, la mise à joint se réalise comme suit :

- la bague d'étanchéité en élastomère est placée dans la gorge de l'extrémité mâle, préalablement enduite de savon non caustique fourni avec les tuyaux
- l'intérieur de l'about femelle et, en particulier, l'entrée de l'emboîture, est enduit également de savon.
- au moyen d'un tirfor, ou de tout autre dispositif, l'about mâle est introduit dans la partie femelle de l'élément précédemment posé (sens de pose conseillé), ou inversement. L'extrémité de l'about mâle se centre automatiquement en pénétrant dans l'emboîture.

La mise à joint est terminée lorsque le jeu de pose entre about mâle et fond d'emboîture a atteint sa valeur nominale.

On doit s'assurer, pendant la mise à joint, que la bague d'étanchéité en élastomère reste bien en place.

Après mise à joint, on réalise le rejointoiement extérieur par coulage de mortier à l'intérieur d'un coffrage perdu, en matière plastique.

Le rejointoiement intérieur, quand il est effectué, est réalisé par projection manuelle ou mécanique d'un mortier, suivie d'un lissage au niveau de la surface intérieure de la conduite.

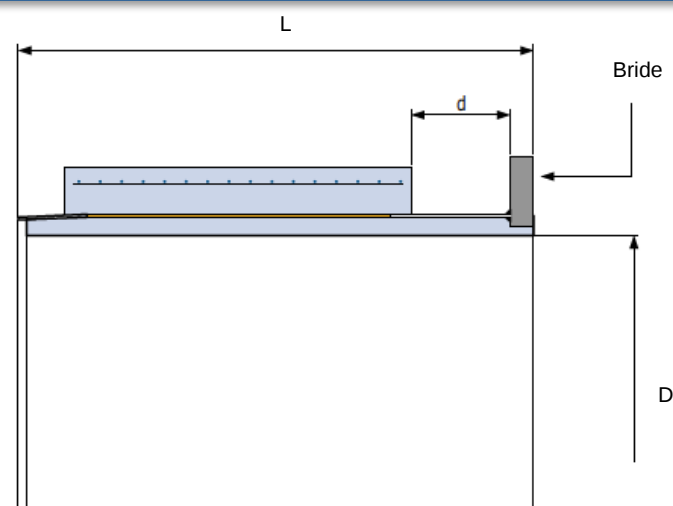
Bagues d'étanchéité en élastomère

La bague d'étanchéité en élastomère est formée d'un cordon de section circulaire, fermé par une soudure vulcanisée. Elle doit présenter une surface lisse, exempte de défauts tels que piqûres, failles, cloques ou tout défaut susceptible de provoquer des déchirures.

L'élastomère répond à des critères de qualité du joint et de sa bonne conservation

Différents types d'élastomère peuvent être utilisés: SBR, NBR, EPDM, ... selon les exigences du projet.

Connexion (appareils à brides ou autres matériaux)



L = Longueur utile in m
 D = diamètre intérieur en mm
 d = dégarni
 (variable suivant le type de bride)

Diamètre intérieur (mm)	Longueur utile (m)	Diamètre intérieur (mm)	Longueur utile (m)
250	0.50	1600	1.00
300	0.50	1700	1.00
400	0.50	1800	1.20
500	0.60	2000	1.20
600	0.60	2100	1.20
700	0.60	2200	1.20
800	0.60	2350	1.20
900	0.60	2400	1.40
1000	0.80	2500	1.40
1100	0.80	2600	1.40
1200	0.80	2800	1.40
1250	0.80	3000	1.40
1400	1.00	3200	1.40
1500	1.00	3500	1.40

Utilisation

Les appareils équipant une conduite (vannes, ventouses, etc.) sont raccordés à celle-ci par des brides en acier.
 Les autres matériaux (PEHD, acier, fonte,...) sont également raccordés aux tuyaux BONNA par des brides.

Les pièces spéciales BONNA, leurs tubulures et, éventuellement, les tuyaux, sont équipés à la demande, de telles brides.

Description

Ces brides confectionnées à partir de tôles épaisses comportent une manchette de raccordement à l'âme en tôle. Pour les diamètres intérieurs ou égaux à 150 mm, le diamètre intérieur de la manchette acier est le même que celui du tuyau.

La jonction bride-manchette est effectuée par soudure et renforcée par des goussets dans les grands diamètres.

Sur demande, nous pouvons réaliser des brides comportant des rainures grains d'orge.

Tous les types usuels PN6, PN10, PN16, AWWA, ANSI ... peuvent être fournis.

Protection

En fonction des conditions de pose, divers types de protection peuvent être adoptés : peinture, galvanisation, métallisation ou tout autre revêtement.

Discontinuité électrique

Celle-ci est réalisée, si nécessaire, entre 2 matériaux par la mise en place d'un kit d'isolation (joint, canons et rondelles).

Autobutage

Une conduite autobutée ne nécessite pas la mise en place de butée en béton.

Le tuyau BONNA offre 2 possibilités de réaliser cet autobutage:

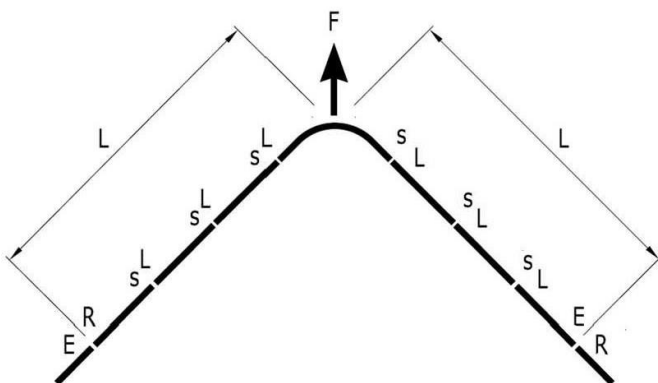
Une conduite entièrement à joint SL

Le joint soudé SL est autobuté. La soudure assure la continuité de l'âme-tôle.

Une conduite à joint mixte ER-SL

Sur une conduite à joint ER, on réalise une butée traineau. Celle-ci est constituée de plusieurs tuyaux à joint SL soudés de part et d'autre du coude ou de la plaque pleine. La longueur de tuyaux SL est calculée en fonction de la pression, du diamètre, de l'angle du coude et du terrain.

Le schéma est le suivant:



La formule de calcul de la longueur L est la suivante:

$$L = \text{Het} \times S \sin(\alpha/2) / f / P$$

Het = pression d'épreuve en tranchée

S = section intérieure

α = angle du coude

f = coefficient de frottement sol / tuyau

• Si la conduite n'est pas remblayée:

P = poids au ml de la conduite pleine

• Si la conduite est remblayée:

P' = poids au ml de la conduite pleine + poids des terres

Note : il est nécessaire de tenir compte de la présence ou non de la nappe phréatique en corrigeant le poids du tuyau plein par la poussée d'Archimède.

Exemple

Coude 1/8 Ø 800 Het= 12 bars=1200 kN/m² f = 0,7

$$S = \pi \times 0,8^2 / 4 = 0,5027 \text{ m}^2$$

• Conduite non remblayée:

$$P = 526 + 503 = 1029 \text{ daN/m} = 10,29 \text{ kN/m}$$

$$L = 1200 \times 0,5027 \times \sin(22,5^\circ) / 0,7 / 10,29 = 32,05 \text{ m}$$

Soit 2 fois 6 tuyaux

• Conduite sous 1.5 m de remblai:

$$P = 10,29 + 1,5 \times 1800 \times 0,95 = 35,94 \text{ kN/m}$$

$$L = 1200 \times 0,5027 \times \sin(22,5^\circ) / 0,7 / 35,94 = 9,18 \text{ m}$$

Soit 2 fois 2 tuyaux

Tuyaux pour microtunnels

Le tuyau en béton armé à âme en tôle peut être conçu pour être utilisé en tuyau pour microtunnels. Dans le cas d'un réseau pression, il n'est donc pas nécessaire de réaliser un microtunnel au diamètre plus large pour ensuite installer une conduite pression à l'intérieur.

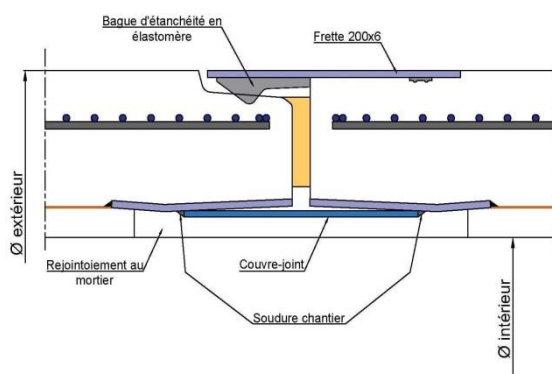
Avec le tuyau BONNA, le tuyau final est mis en place en une seule opération.

Utilisation : eau potable, eau brute, refroidissement...

Tir: Droit ou courbe

Les tuyaux peuvent être assemblés par joint soudé (SS) ou élastomère (ER).

Tuyau microtunnel âme-tôle avec joint soudé (SS)



Gamme de diamètre :

Diamètre intérieur : 800, 1000, 1200, 1400, ... et plus

Diamètre extérieur : selon le diamètre extérieur du microtunnelier.

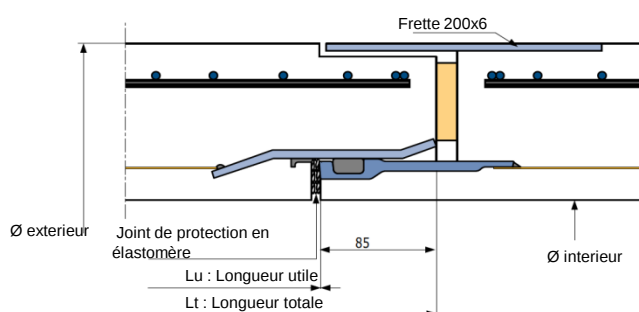
(Nous consulter)

Tuyaux pour stations intermédiaires

Afin d'augmenter les linéaires des tronçons exécutés par microtunnel, il est possible d'installer des stations intermédiaires de poussée. (Nous consulter)

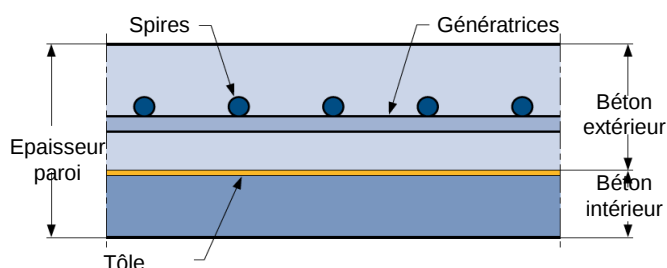


Selon votre projet, nous pourrions vous proposer des tuyaux microtunnel à joint élastomère ER. Veuillez nous consulter.



Tuyaux âme-tôle pour microtunnel

Coupe de la paroi du tuyau



Caractéristiques

Diamètre (mm)		Épaisseur de paroi (mm)		Poids approximatif en t/m	Poussée admissible En kN Déviation 0°	
intérieur	extérieur	Revêtement Intérieur	Revêtement Extérieur		Joint soudé	Joint élastomère ER
800	1080	26	114	1,00	6480	6449
1000	1276	28	110	1,26	8716	7423
1200	1470	30	105	1,44	9706	8166
1400	1740	40	130	2,14	14476	12672
1500	1880	40	150	2,57	18156	14884
1600	1980	40	150	2,73	19211	15736
1800	2320	37	223	4,29	33517	29647
2000	2440	45	175	3,91	28054	23744
2200	2730	45	220	5,23	39584	35867

- Les longueurs des tuyaux (2m à 6m) sont à définir selon les caractéristiques du projet (longueur, rayon de courbure,...) et/ou le site de fabrication.
- Ces fabrications sont des fabrications spéciales, nous consulter pour réalisation.
- D'autres diamètres peuvent être étudiés sur demande.
- Poussée effectuée sur bague bois : épaisseur initiale 30 mm - épaisseur après écrasement 15 mm

Tuyaux pour forage horizontal

Caractéristiques des tuyaux

La technique du forage horizontal permet l'installation de conduites ou de fourreaux de petits diamètres (300 à 1400 mm) sans ouvrir de tranchée de pose, sous des obstacles naturels ou artificiels.

Le tuyau BONNA « pour forage horizontal » est de conception identique au Tuyau BONNA à âme en tôle traditionnel. Seules diffèrent ses caractéristiques métalliques, qui sont adaptées aux efforts de poussée qu'il doit supporter lors de sa mise en œuvre. Les tuyaux à âme en tôle pour forage ont des abouts soudés de type SL.

Gamme des tuyaux à âme en tôle pour forage à joints soudés SL

Diamètre intérieur (mm)	Epaisseur totale (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Longueur utile 5M ²	Masse au mètre linéaire (kg)	Effort maxi de poussée admissible (kN)
300	60	420	6,00	173	712
400	60	520	6,00	221	985
500	65	630	6,00	294	1366
600	65	730	6,00	346	1597
700	70	840	6,00	432	1981
800	75	950	6,00	526	2497
900	80	1060	6,00	628	2717
1000	82	1164	6,00	711	2825
1200	95	1390	6,00	986	4059
1400	120	1640	6,00	1461	5881

Nota : la poussée maximale indiquée suppose que les tuyaux sont assemblés sans aucun désaxement. Elle ne doit s'appliquer que sur le revêtement extérieur du béton et non sur la tôle. Ces tuyaux ne sont pas équipés de tubes d'injection, sauf demande expresse du client.

Mise en œuvre

Elle s'effectue suivant le procédé classique du forage à la tarière. Toutefois, les précautions suivantes doivent être prises :

- l'effort de poussée ne doit s'appliquer que sur le revêtement béton extérieur et non sur les tôles d'about (cet effort peut être transmis par un collier autoserrant le cas échéant),
- il est nécessaire de réaliser le rejointoiement béton intérieur et extérieur de la façon suivante :

Rejointoiement intérieur

Disposer à la spatule un mortier spécial sur l'about S contre le béton intérieur à 45° environ.

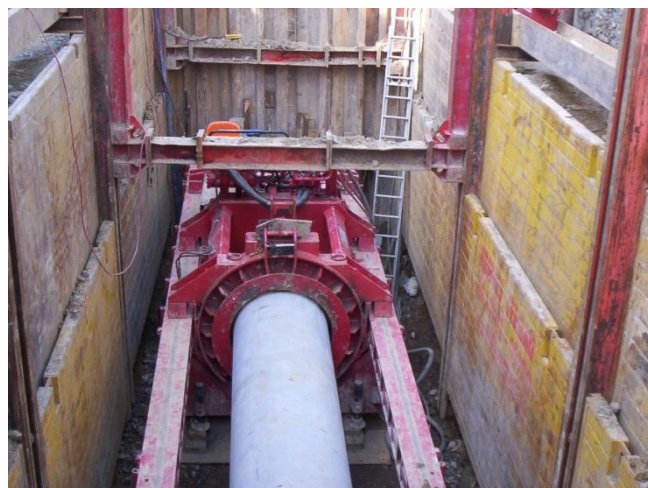
Emboîter ensuite le tuyau suivant. Le mortier excédentaire forme un bourrelet qui est ensuite arasé par le train de vis de la machine de forage.

Rejointoiement extérieur

Il est effectué après l'emboîtement et la soudure des tuyaux. Une cerce métallique est mise en place autour de l'emboîtement et un béton à prise rapide est coulé dans le joint.

Le joint soudé SL

L'assemblage entre deux tuyaux est réalisé par le joint classique du type « SL » (slip-joint). Ce joint, utilisé couramment pour les conduites sous moyennes et fortes pressions, garantit aux tuyaux forés une étanchéité rigoureuse.

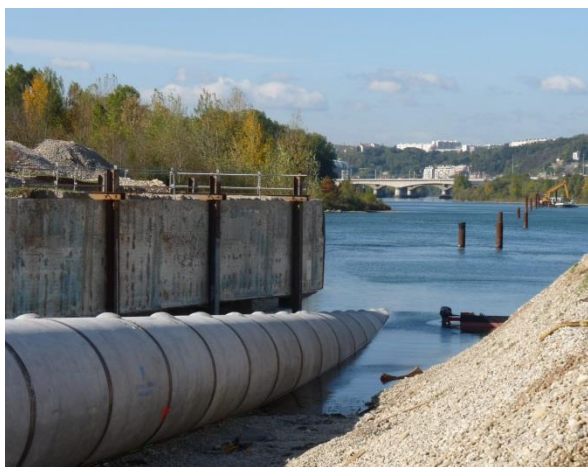


Le tuyau à âme en tôle posé sous l'eau

Le tuyau en béton armé à âme en tôle présente de nombreux avantages pour la pose sous l'eau:

- Solution complète et sur mesure adaptée au projet: tuyaux fondriers, différentes méthodes de pose (par tirage, par poussage, par flottaison...)
- Une épaisseur du tuyau sur mesure pour garantir un lestage optimisé et continu de la conduite
- Large gamme de diamètre
- Inaltérable, pas de dégradation dans le temps
- Etanchéité totale
- Plusieurs types de joints : SL, ER ou double ER verrouillé, brides...
- Résistance à la pression, à la dépression, résistance au vide absolu
- Grandes résistances aux chocs (ancres de bateaux..)
- Importante stabilité vis-à-vis de la houle et des courants
- Tenue importante à la flexion longitudinale en cas d'affouillement
- Utilisation de ciment « prise mer » (PMES)
- Matériau recyclable
- Pas de protection cathodique *
- Pose dans tout type de sol
- Pas de nécessité d'ensouillage

Contactez nous pour vos projets.



Lyon – 600m Ø2000



Genève – 2000m Ø1500



Marineland – 600m Ø400



Gruissan – 300m Ø1200

Tuyau poutre

Selon le projet, le tuyau âme-tôle peut être conçu en tant que tuyau poutre afin de s'affranchir de nombreux cas : traversée de rivière, de route...

Les tuyaux seront installés sur des supports. Les tuyaux ainsi soudés seront auto-supportés pour des portées pouvant dépasser 20m selon les caractéristiques du projet.

Quelques exemples :

Ø 1800mm : Marseille
portée libre 20m



Ø 800mm : CNM Nîmes Costières
Portée libre 15,6 m
Essai pression: 10b



Ø 800: Marseille
portée libre 12,3m



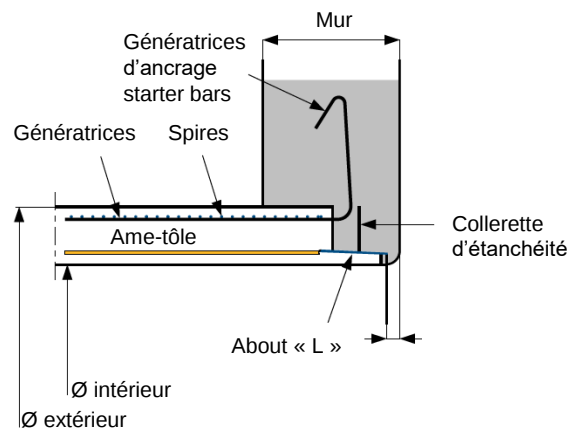
Ø 2000 mm: Skikda (Algérie)
Portée libre 26m
Essai pression: 6b

Liaison au Génie-Civil

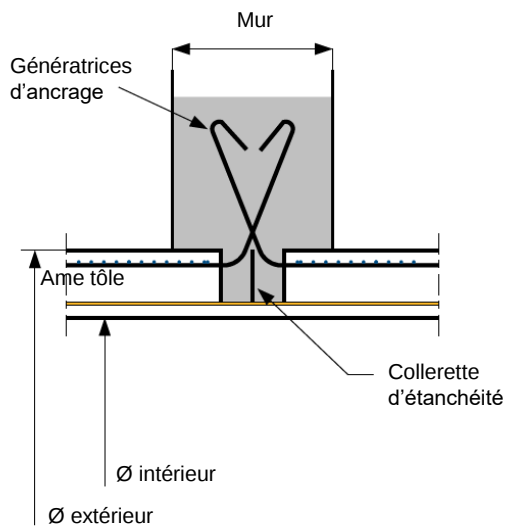
Collerette d'étanchéité

Pour réaliser une étanchéité au droit de la traversée d'un mur par une conduite (arrivée dans un réservoir par exemple), on place sur le tuyau ou la pièce spéciale une ou plusieurs collerettes d'étanchéité au niveau du passage dans la paroi. Des génératrices en attente complètent, si nécessaire, l'ancrage dans l'ouvrage.

Raccordement à l'extrémité de la conduite



Traversée de la paroi

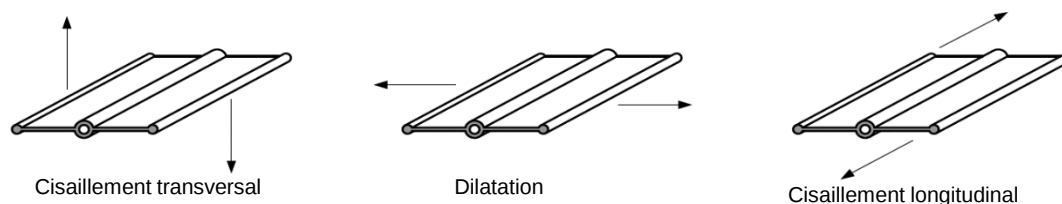


Liaison au Génie-Civil

Passage dans les voiles

Lors de l'entrée d'une conduite dans un bâtiment, on peut envisager de disposer le joint de tassement à l'intérieur de l'ouvrage. Il faut alors prévoir un passage souple de la conduite à travers le mur de l'ouvrage qui assure la possibilité de mouvement relatif de la conduite par rapport à l'ouvrage et l'étanchéité de la liaison.

Carcan avec joint type "WATERSTOP"

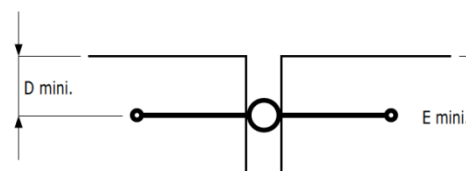


Ces propriétés des joints WATERSTOP conduisent à recommander la mise en place de carcan comme décrit en (a) pour les tassements différentiels entraînant des cisaillements et comme décrit en (b) pour des tassements nécessitant seulement une possibilité d'angulation entre la conduite et l'ouvrage.

Carcan pour reprise de cisaillement	Carcan pour reprise d'angulation ou faible cisaillement
Le carcan est placé par rapport à l'ouvrage pour permettre au joint WATERSTOP de travailler par cisaillement transversal	Le carcan est placé par rapport à l'ouvrage pour travailler au cisaillement latéral sous angulation de la conduite. Un déplacement supérieur au tiers du jeu entre le carcan et le voile entraînerait un préjudice du joint.

Dispositions constructives

- Le carcan est solidarisé avec la conduite par des génératrices d'ancrage.
- Les dimensions minimales du carcan et de la paroi de l'ouvrage, distance minimum du joint à la face béton (D min) et épaisseur minimale du carcan (E min), sont imposées par le fournisseur de joint.
- L'espace entre carcan et paroi de l'ouvrage doit être comblé par un polystyrène de densité inférieure ou égale à 28 kg/m³ pour permettre une déformation de celui-ci.

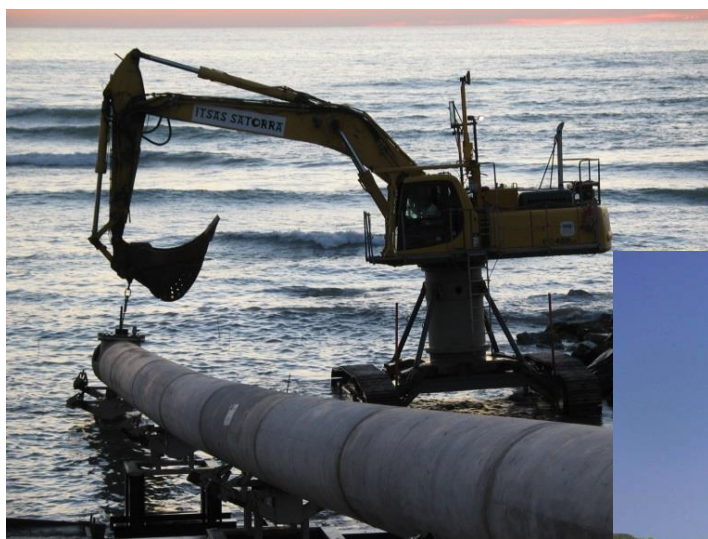


Tassements

Une conduite constituée de tuyaux en béton armé à âme en tôle peut être posée dans tout type de terrain. Les canalisations âme-tôle à joints SL ou ER peuvent supporter des tassements du terrain générant une déformation de la conduite dont le rayon de courbure local ne doit pas être inférieur à 1500 fois le diamètre. *(Exemple : Pour une conduite en DN 1200, le rayon de courbure local admissible sera supérieur ou égale à 1800m).* Pour des cas particulier, nous consulter.

Dans le cas de sol de faible portance, la pose sur ballast (couche de substitution enrobée dans du géotextile) est fréquemment utilisée.

Lors de tassements différentiels importants, généralement à proximité de gros ouvrages de Génie-Civil, l'utilisation de compensateurs de mouvement autobutés (CMA) présentés en page suivante est recommandée. D'autres solutions de type dalles de transition peuvent également être utilisées.



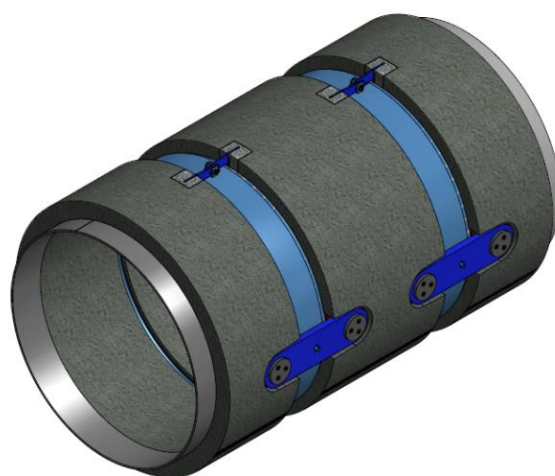
Le rayon de courbure admissible d'une conduite âme-tôle permet la pose d'émissaires en mer ou fluviaux, notamment dans le cas de pose en « S » en phase d'immersion.

Compensateur de mouvement autobuté

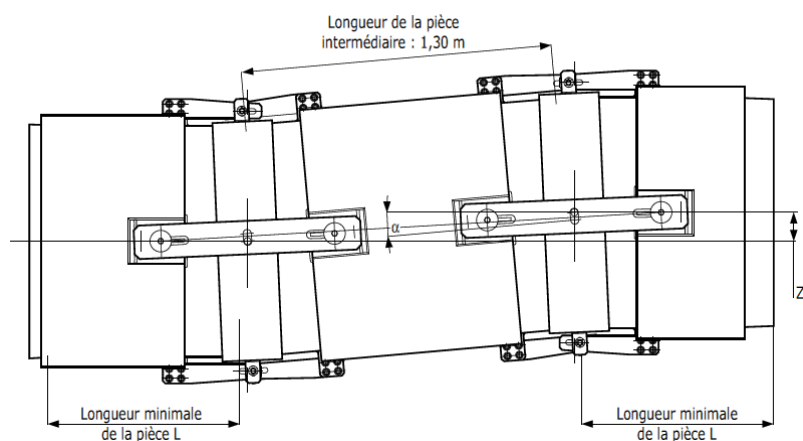
Description

Le compensateur de mouvement autobuté permet, par exemple dans le cas de tassements différentiels importants, un désaxement, tout en assurant la continuité de l'autobutage de la conduite. Il est constitué généralement de 3 éléments reliés entre eux par des bras et des bielles d'autobutage. Ceux-ci peuvent être, selon la définition du produit, placés à l'extérieur ou à l'intérieur du compensateur.

Le compensateur est enterré et ne nécessite pas d'ouvrage de génie-civil.



Exemple de désaxement en fonction des longueurs du compensateur



Diamètre nominal du tuyau	Désalignement maximum α	Désaxement minimum Z (mm)	L (m)
300	5°	120	0.70
400	5°	120	0.70
500	5°	120	0.70
600	5°	120	0.70
700	5°	120	0.70
800	5°	120	0.70
900	5°	120	0.80
1000	5°	120	0.80
1100	4°30'	110	0.90
1200	4°30'	110	0.90
1250	4°15'	100	1.00
1400	4°	95	1.00
1500	3°40'	85	1.10

Opérations de pose

Cette notice de pose a pour but de définir les cas de pose standard; elle ne se veut pas exhaustive. Chaque fois que l'utilisateur aura un doute, il aura tout intérêt à se rapprocher de nos Services Techniques qui sauront lui donner réponse à son cas particulier.

La pose des tuyaux BONNA à tube médian en tôle d'acier à double revêtement en béton armé comporte les opérations suivantes :

- terrassements en tranchée et réglage du fond de fouille,
- confection des niches si nécessaire,
- descente et emboîtement des éléments de conduite (tuyaux, coupes et pièces spéciales)
- soudure des joints et vérification de l'étanchéité, dans le cas du joint SL,
- exécution des rejointoiements,
- remblaiement de la conduite,
- épreuve hydraulique de la conduite si le projet l'exige.

Terrassement en tranchée et réglage du fond de fouille

Il est nécessaire de prendre les dispositions utiles pour éviter tout éboulement et assurer la sécurité du personnel conformément aux règlements en vigueur, si nécessaire, en talutant, en étayant, blindant ou confortant la fouille par tous moyens adaptés à la nature du sol (boisage, butonnage, palplanche ou blindage mécanique,...).

Au cours des travaux, il faut veiller à ce que le dépôt de déblais, le poids et la circulation des engins ne puissent provoquer d'éboulement.

Il est également nécessaire d'organiser le chantier de manière à le protéger des venues d'eau de toute nature susceptibles de compromettre la stabilité des parois de la tranchée ou la fiabilité du fond de fouille. Pour cela, et en fonction des besoins on peut utiliser les techniques courantes (drainage, épuisement, blindage jointif ou rabattement de nappe) ou même des techniques plus spéciales comme les injections ou la congélation en prenant les précautions spécifiques à chacun de ces procédés.

Lorsque plusieurs conduites sont en parallèle dans la même fouille leur entraxe doit être prévu pour laisser un espace minimal :

0.40 mètre pour $\varnothing \leq 800$ mm

0.50 mètre pour $\varnothing > 800$ mm

Ces espaces sont fonction des critères de remblaiement et de compactage et peuvent varier selon le matériau de calage mis en place.

Les terrassements devront être conduits suivant les prescriptions des fascicules 70 et 71 et permettront d'avoir une surlargeur de 0,40 m de part et d'autre du diamètre extérieur du tuyau.

Cette surlargeur permet une mise en place facile du tuyau, la vérification des assemblages, et un remblaiement aisé autour du tuyau.

Le fond de fouille doit être réglé convenablement en altimétrie, en vérifiant sa portance. Le tuyau peut être posé directement sur le sol naturel, même caillouteux.

En cas de terrain rocheux, le fond de fouille doit être approfondi de 10 centimètres et le fond de fouille reconstitué avec une couche de tout venant, de gravier ou de ballast.

Dans le cas de soudure par l'extérieur, il est nécessaire de prévoir une niche d'un mètre de long et de 50 centimètres de profondeur.

Ne jamais poser les tuyaux sur supports ou cales pour éviter tout poinçonnement du tuyau après remblais.

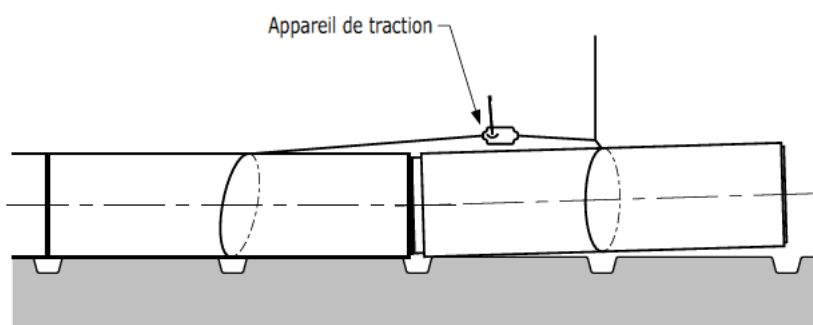
Descente et emboîtement des tuyaux et pièces spéciales

Tuyaux de diamètre $\leq \varnothing 1200$

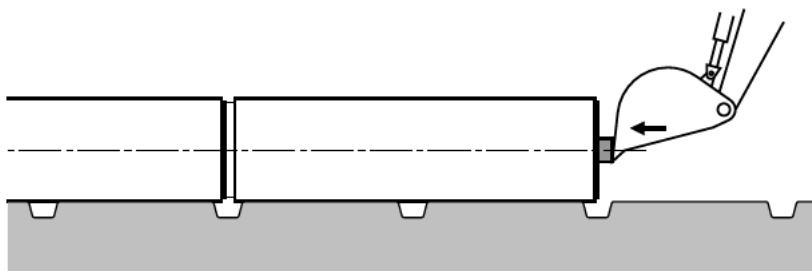
Le tuyau ou pièce préalablement élingué de telle façon que sa position soit parallèle à sa position définitive. Il est soulevé par l'engin de pose, grue par exemple, puis descendu dans la tranchée.

Il est recommandé de poser les tuyaux de telle sorte que l'on vienne emboîter l'about mâle du tuyau à poser dans l'emboîture du tuyau précédemment posé. Cette façon de procéder permet d'une part de mieux maîtriser l'opération de mise à joint et d'autre part de mieux contrôler l'état de surface de l'about en attente dans la fouille.

L'emboîtement des tuyaux est à réaliser au moyen d'un appareil de traction (genre Tirfor), placé à l'extérieur en maintenant le tuyau à poser suspendu à l'engin de pose.

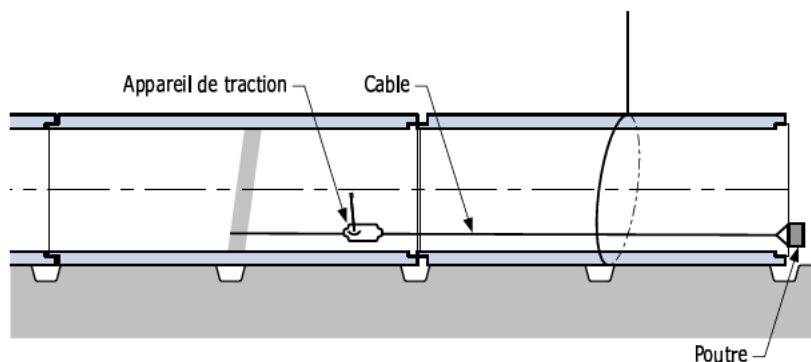


Il est possible d'utiliser la force hydraulique du godet de la pelle de terrassement, mais il est impératif d'intercaler un madrier en bois entre le tuyau et le godet.



Tuyaux de diamètre $> \varnothing 1200$

Le tuyau à poser est muni à l'avant d'une poutre s'appuyant sur l'extrémité femelle du tuyau. Un câble muni d'un dispositif de traction (Tirfor par exemple) relie cette poutre à une autre poutre ou point fixe installé dans un tuyau précédent (croquis ci-dessous).



Assemblage

Cette opération est fondamentale. C'est elle qui garantira la réussite des épreuves hydrauliques de la conduite.

Tuyau à âme en tôle à joint élastomère "ER"

Le tuyau à bouts ER se termine à chaque extrémité par une bague d'acier :

- La bague femelle E est constituée d'un plat conformé à la presse afin de lui conférer un diamètre très précis ainsi qu'une forme propre à faciliter l'emboîtement.
- La bague mâle R est constituée d'un profilé laminé spécial disposant d'une rainure calibrée. Elle est également conformée à la presse pour assurer une circularité et un diamètre précis.

Il importe, pour une mise en place correcte de la bague d'étanchéité, que les surfaces des bouts soient débarrassées de toute souillure.

Lubrifier la bague d'étanchéité en élastomère à la main avec le savon spécial et la placer dans la rainure de l'extrémité mâle.

La paroi intérieure de l'about femelle, en particulier à l'entrée de l'emboîture, est enduite de savon non caustique fourni avec les tuyaux.

Les tuyaux ainsi préparés sont ensuite emboîtés jusqu'à buter.

Tuyau à âme en tôle à joint soudé "SL"

Le joint soudé "slip-joint" (en abrégé "SL") est un joint soudé à l'arc électrique.

Les pièces de joint, parties intégrantes du tuyau, sont constituées de deux bagues coniques, l'une femelle désignée conventionnellement par "S" et l'autre mâle désignée par "L".

Les extrémités des tuyaux ou pièces spéciales comportent des dégarnis de béton permettant une soudure:

- extérieure uniquement pour diamètres inférieurs à 800 mm
- intérieure ou extérieure pour diamètres de 800 à 1200 mm
- intérieure uniquement pour les diamètres supérieurs à 1200 mm

Electrodes à employer

Nous préconisons l'emploi :

- soit d'électrodes NF 50 basique ou L 51 rutile
- et d'électrodes de fabrication française ou étrangère correspondant à la désignation internationale de l'ISO (International Standardisation Organisation) E 51 5B 120 29 (H) ou E 51 5B 110 55 (H).

Les électrodes ne doivent pas être fondues en surintensité, les valeurs de l'intensité du courant de soudage doivent être le plus près possible de l'intensité moyenne recommandée par le fabricant d'électrodes, soit environ 115 A pour une électrode Ø 3,15 mm et 170 A pour une électrode de Ø 4 mm.

Assemblage

Tuyau à âme en tôle à joint soudé "SL"

Préparation des bagues d'abouts

Les bords à assembler et les zones avoisinant la soudure à exécuter doivent être débarrassés de toute souillure, boue, graisse, etc. et brossés à la brosse métallique pour éliminer la rouille de formation récente.

Le jeu entre bague d'about mâle et bague femelle ne doit pas excéder 3 mm au droit de la soudure.

Soudage des joints "SL"

Les conditions opérationnelles normales sont celles qui permettent l'exécution des travaux de soudure selon les normes de sécurité en vigueur, à l'abri du vent, des courants d'air, de la pluie et des eaux de ruissellement. Par temps froid, les tôles à souder sont préchauffées à une température de 10°C minimum avant pointage et avant soudage. Les travaux de soudage sont arrêtés si la température ambiante est inférieure à -10°C.

Le bourrelet de soudure "G" doit avoir une épaisseur théorique de : $G = 0,7 e$:

e étant l'épaisseur des plats constituant les abouts mâle et femelle.

En cas de soudage des joints sous ruissellement important d'eau, voire sous l'eau : nous consulter.

Contrôle des soudures sur chantier

Les joints "SL" doivent faire l'objet, dans l'ordre :

- d'un examen d'aspect,
- d'un contrôle d'étanchéité

Examen d'aspect

La géométrie du cordon de soudure doit être vérifiée et conforme aux valeurs ci-dessus.

On ne peut admettre :

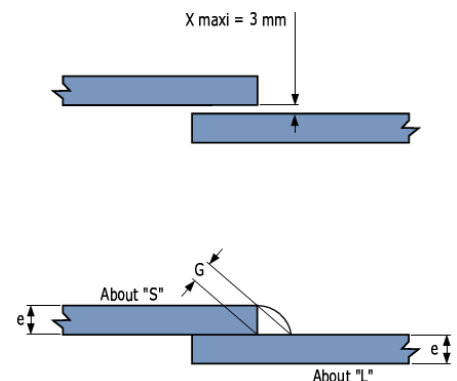
- les fissures
- les piqûres (soufflures débouchant en cratère)
- les retassures de cratères

Contrôle d'étanchéité par pénétration capillaire

Après nettoyage de la soudure :

- application en couche fine du révélateur PC AS 764 – 51
- application sur la face opposée au pinceau ou par tout autre moyen du pénétrant PC AS 138 B ou équivalent
- après une heure : vérification, s'il y a fuite, reprise de la soudure et reprise de contrôle, s'il n'y a pas fuite, contrôle final le lendemain.

Pour le contrôle éventuel par ressuage : nous consulter.



Déviat ion angulaire

Pour les joints élastomère ER

Le tracé de la conduite peut demander une déviation angulaire entre tuyaux successifs.

Les tableaux ci-après donnent les valeurs admissibles en fonction du type de joint.

Diamètre intérieur (mm)	Angle de déviation admissible	Longueur utile du tuyau * (m)	Déviat ion correspondante au bout d'un tuyau (mm)
400	1°48'	6.15	197
500	1°24'	6.15	152
600	1°06'	6.15	120
700	54'	6.15	96
800	42'	6.15	78
900	36'	6.15	64
1000	30'	6.15	53
1100	24'	6.15	43
1200	21'	6.15	36
1250	18'	5.03	26
1400	15'	5.03	18
1500	54'	5.03	83
1600	51'	4.96	75
1700	48'	4.96	68
1800	42'	4.96	63
2000	36'	4.43	46
2100	1°06'	4.41	86
2200	1°02'	4.41	80
2350	57'	3.41	57
2400	54'	4.41	71
2500	51'	3.91	59
2800	42'	3.41	43
3000	39'	2.82	32
3200	36'	2.82	28

* En fonction de l'usine de fabrication.

Dans le cas d'un joint de protection intérieur en élastomère, il convient de vérifier que celui-ci est comprimé sur toute sa circonférence.



Déviation angulaire

Pour les joints soudés SL

Diamètre intérieur (mm)	Angle de déviation admissible	Longueur utile du tuyau * (m)	Déviante correspondante au bout d'un tuyau (mm)
250	Nous consulter	6.07	-
300	Nous consulter	6.07	-
400	2.2°	6.15	236
500	2.1°	6.15	225
600	2°	6.15	215
700	1.8°	6.15	193
800	1.7°	6.15	183
900	1.6°	6.15	172
1000	1.5°	6.15	161
1100	1.4°	6.15	150
1200	1.4°	6.15	150
1250	1.3°	5.03	114
1400	1.2°	5.03	105
1500	1.2°	5.03	105
1600	1.1°	5.03	97
1700	1.1°	5.03	97
1800	1.1°	5.03	97
2000	1.0°	4.50	79
2100	0.9°	4.50	71
2200	0.9°	4.50	71
2350	0.9°	3.50	71
2400	0.8°	4.50	63
2500	0.8°	4.00	56
2800	0.8°	3.50	49
3000	0.7°	2.91	36
3200	0.7°	2.91	36
3500	0.6°	2.41	25
4000	0.5°	2.05	18

* En fonction de l'usine de fabrication.

Dans le cas d'un joint de protection intérieur en élastomère, il convient de vérifier que celui-ci est comprimé sur toute sa circonférence.



Pose en en clé

L'appareillage d'une conduite peut comporter, à la demande, la possibilité de raccorder deux tronçons après leur pose respective, à partir :

- d'un élément préfabriqué en usine,
- ou d'une coupe réalisée sur chantier dans un tuyau prévu à cet effet (tôle ép. 3 mm)

Cette solution offre la possibilité de poser des tronçons de tuyaux en plusieurs endroits différents en fonction du planning du projet et les raccorder entre eux par la suite. Le raccordement se fait selon le schéma ci-dessous.

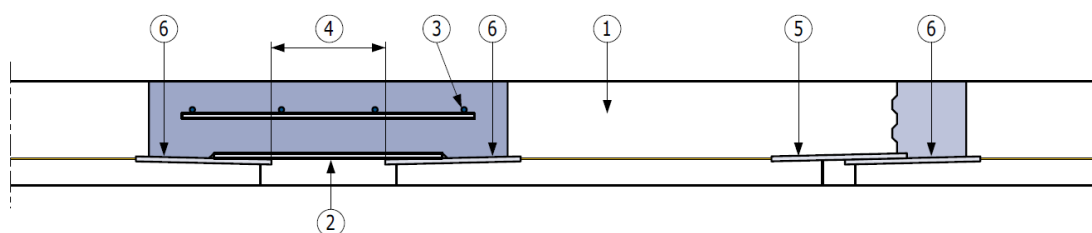
Principe d'ajustement des longueurs

Un réseau comprend des sections droites de différentes longueurs constituées de tuyaux et pièces spéciales (Tés, coudes, tuyaux courts...)

La combinaison de la pose et des tolérances de fabrication génèrent un écart entre les longueurs théoriques sur les plans et les longueurs réelles obtenues sur le site.

Aussi, un couvre-joint de réglage peut être incorporé dans la conception du réseau avant chaque changement de direction ou pièce spéciale (té, bride..) dont la position est impérative.

La jonction de cette pièce est réalisée selon les dispositions du croquis ci-dessous.



- 1 Pièce à bouts "S" ou "L"
- 2 Couvre-joint
- 3 Armature (si grande largeur)

- 4 Jeu permettant la descente de la pièce
- 5 About femelle "S"
- 6 About mâle "L"

Ce schéma présente un couvre-joint soudé sur 2 bagues "S".

Le même assemblage peut être réalisé avec 2 bagues "L". Le couvre-joint est alors soudé par l'intérieur.

Confection de coupe

Des tuyaux courts peuvent être réalisées en usine, en fonction du plan de calepinage.

Il est cependant possible d'effectuer des coupes sur chantier.

Pour cela, on utilise des tuyaux pour coupe dont l'épaisseur de tôle est au moins de 3 mm en fonction des diamètres.

On procède de la manière suivante :

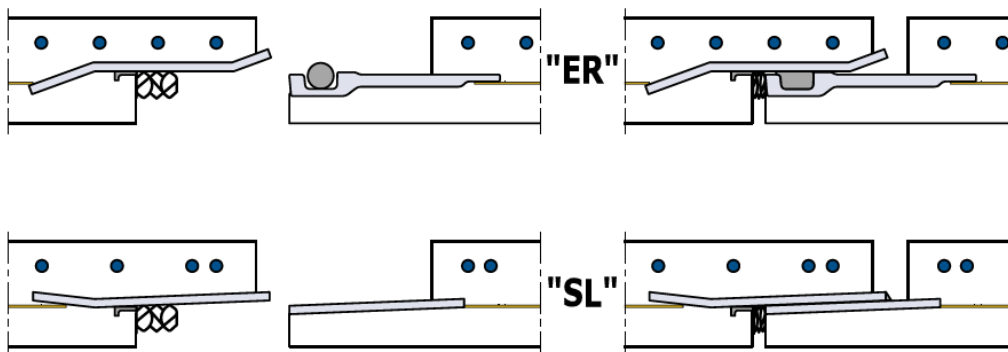
- à l'aide d'un marteau burineur ou d'une tronçonneuse, on coupe le béton intérieur et extérieur au droit de l'emplacement prévu,
- on coupe la tôle à la longueur voulue
- on soude l'about à l'endroit désiré, opération à réaliser par un soudeur agréé
- on reconstitue :
 - l'armature extérieure si nécessaire
 - le béton intérieur
 - le béton extérieur

ou lors de l'exécution du joint intérieur et extérieur en béton.

Rejointoiement intérieur

Il peut être réalisé de deux façons :

Les tuyaux sont livrés avec un joint de protection ancré dans le revêtement intérieur du tuyau



Lors de l'emboîtement, en fonction du jeu de pose et des désaxements (pour rayonnement par exemple), la tranche de l'about mâle vient comprimer le joint, lequel conserve son efficacité dans une plage de 7 à 30mm. Après emboîtement et compression du joint de protection intérieur, les bagues en acier sont protégées.

Cette compression est sans incidence aucune sur l'effort d'emboîtement.

**Les tuyaux sont livrés sans joint de protection,
il est alors nécessaire de réaliser un rejointoiement au mortier.**

Un mortier pré-dosé d'un des 2 types ci-dessous est appliqué par projection mécanique ou manuelle:

- Lanko 731, Lanko 736 pour les eaux brutes et industrielles, pour l'eau potable
- Ou un mortier réalisé à partir de ciment, sable, Sika Latex et eau pour les eaux brutes et industrielles (pour le dosage, nous consulter)

Dans tous les cas, l'eau utilisée doit être propre et sans chlorure.

Pour éviter le faïençage, la surface du mortier doit être lissée à la taloche.

Il est préférable de réaliser ce rejointoiement avant les épreuves hydrauliques.

Rejointoiement extérieur

Les tuyaux sont livrés avec des coffrages perdus en rouleaux de bande plastique avec feuillards intégrés. Ils sont mis en place au fur et à mesure de la pose, ou du contrôle des soudures.

On coule ensuite dans ce coffrage:

- Soit un mortier pré-dosé de type Lanko 731, Lanko 736 ou PCI-Seltex
- Soit un mortier réalisé à partir de ciment, sable, Sika Latex et eau (pour le dosage, nous consulter).

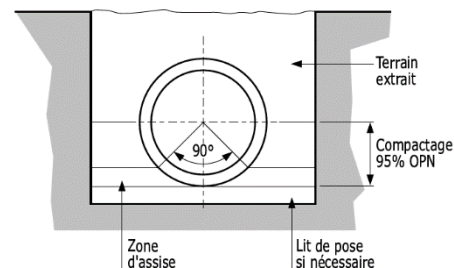
L'eau de gâchage utilisée sera propre et exempte de chlorure.

Remblaiement de la conduite

L'assise et le remblaiement de la conduite doivent être menés de façon à concrétiser les hypothèses de calcul ayant conduit au dimensionnement des tuyaux.

En règle générale, il est prévu une assise en remblai compacté de façon à procurer un appui équivalent à un appui uniforme sur un arc de 90°.

Un bon appui de la conduite est obtenu par un compactage soigné par couches successives d'environ 30 cm d'épaisseur. Les matériaux utilisés pour cette zone doivent appartenir aux classes 1 à 3 du tableau suivant.



Le tuyau à Ame en Tôle ne demande aucune autre précaution.
Le remblai au-dessus du tuyau peut être le matériau extrait de la fouille.

Classification des sols

Groupe des sols	Description sommaire
1	Sables et graves propres ou légèrement silteux (éléments inférieurs à 50mm)
2	Sables, graves, silteux ou moyennement argileux
3	Argiles à silex et à meulière. Eboulis. Moraines, roches altérées, alluvions grossières avec pourcentage de fines élevé
4 [1]	Limons, sables fins, arènes, argiles, marnes plus ou moins plastiques (1 p < 50)
5a [2]	Argiles et marnes très plastiques (1 p < 50). Matériaux organiques, solubles ou polluants.
5b [3]	Roches évolutives : craie, grès, schistes ... Sols composites (argiles à meulière et à silex, éboulis, moraines, roches altérées, alluvions grossières, avec éléments pouvant dépasser 250mm). Graves propres, roches non évolutives avec éléments > 50mm.

[1] Ces matériaux sont inutilisables en cas de présence d'une nappe phréatique dans la zone d'assise.

[2] Ces matériaux ne sont pas utilisables dans la zone d'assise.

[3] Ces matériaux non utilisables dans la zone d'enrobage peuvent parfois être utilisés dans la zone de remblai proprement dite.

Nota : Si la tranchée est blindée, il convient de réaliser l'assise après relevage partiel des blindages afin de ne pas la décompresser par la suite.

Au-dessus de l'assise, le remblai et son compactage sont poursuivis par couches successives symétriques, puis uniformes avec le matériau de déblai expurgé des éléments de dimension supérieure à 100 mm, ou avec tout matériau permettant de réaliser un remblai de la qualité requise par le maître d'œuvre.

De même, on doit éviter les circulations d'engins sur ce remblai si elles n'ont pas été prises en compte dans les calculs pour la hauteur considérée.

Epreuve hydraulique

Les conduites BONNA à Ame en Tôle sont éprouvées après remblaiement à la pression d'essai prévue à leur dimensionnement.

Il est préférable de faire les essais après rejointoiements intérieur et extérieur; ainsi :

- . les plats acier des joints sont protégés contre la corrosion,
- . l'essai peut éventuellement être fait avec l'eau de mer, et dans ce cas, il n'est pas nécessaire de vider et de sécher entièrement la conduite.

Procédure

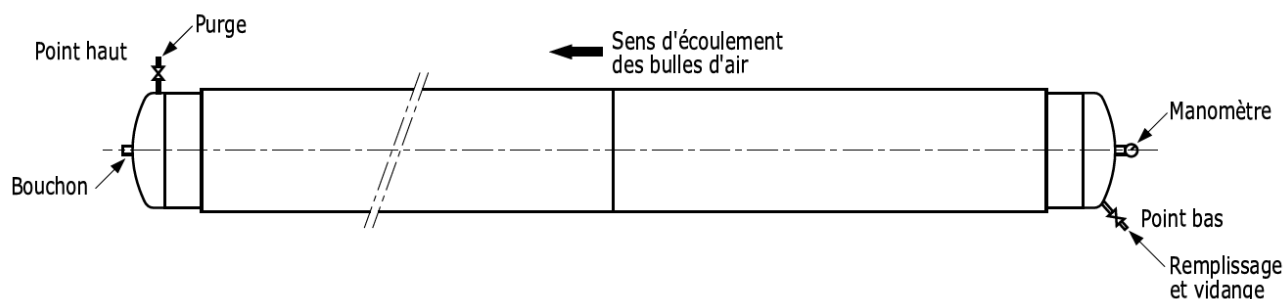
La longueur maximale des tuyaux à essayer, selon cette procédure, ne sera pas supérieure à 2000 m.

Les conduites devant être essayées à la pression d'épreuve en tranchée seront obturées aux extrémités par des fonds bombés à souder sur les plats d'abouts ou des plaques pleines si les extrémités sont des brides.

Les fonds bombés seront munis de tubulures nécessaires au remplissage, à la purge d'air, à la prise de pression et à la vidange. On utilisera un manomètre étalonné.

Préalablement à l'épreuve, on procède à une mise en eau pendant 48 heures, avec une pression de 1 bar. Le remplissage doit se faire dans la mesure du possible par le point bas de la conduite. On procède ensuite à une montée en pression progressive, bar par bar, avec purge à chaque palier de manière à imbiber correctement le revêtement intérieur.

Schéma de remplissage



Critère de réception

La pression d'épreuve est appliquée pendant 60 minutes, période durant laquelle la diminution de pression ne doit pas être supérieure à 0,2 bar.









Bonna Travaux Pression
Rue Aimé Bonna
78700 Conflans Ste Honorine
France
Tél +33 1 34 90 82 34

CONSOLIS

BONNA TP

www.bonnatp.com

Contacts:

Sud France
Tél : 04 91 18 71 00

Nord France
Tél : 01 34 90 82 34

Export
Tél : +33 1 34 90 82 34