



Brochure Tuyau BONNA®

BONNA TP



Sommaire

1. <u>Le tuyau BONNA®: Le tuyau en béton armé à âme en tôle</u>	4
2. <u>Les avantages de la solution tuyau BONNA®</u>	7
3. <u>Procédé de fabrication du tuyau BONNA®</u>	10
4. <u>Le tuyau BONNA® pour pose en tranchée</u>	11
5. <u>Les types d'assemblages standards BONNA®</u>	13
6. <u>Le tuyau BONNA® pour microtunnel</u>	18
7. <u>Le tuyau BONNA® pour forage horizontal</u>	20
8. <u>Le tuyau BONNA® posé sous l'eau</u>	22
9. <u>Le tuyau BONNA® poutre</u>	24
10. <u>Liaison au Génie-Civil</u>	27
11. <u>Tassements</u>	29
12. <u>Séisme</u>	31
13. <u>Courant vagabond</u>	32
14. <u>La pose en tranchée du tuyau BONNA®</u>	35

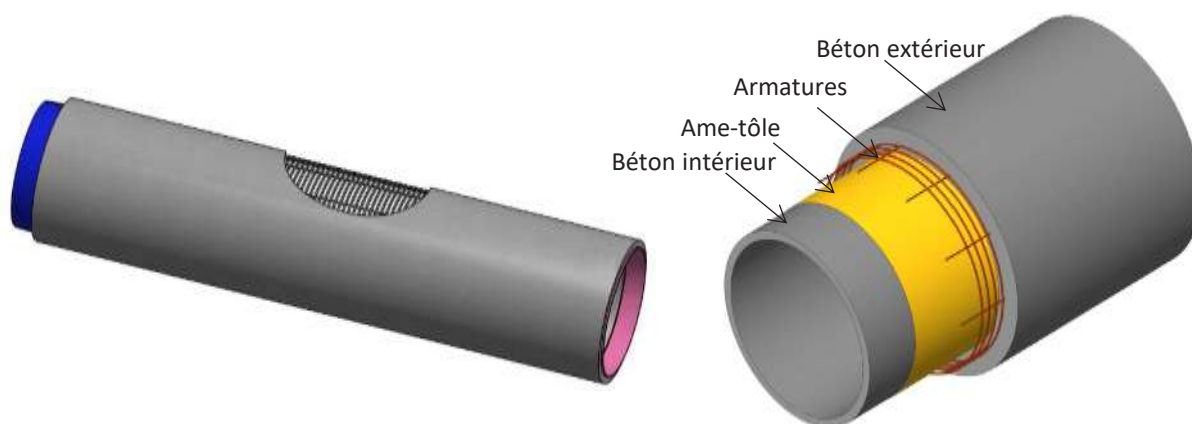
Ce document est une brochure commerciale.

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 en béton armé à âme en tôle



Une solution technique 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,...) Les Les éléments sont fabriqués sur une gamme de diamètre allant de Ø400 à 4000 millimètres.

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.

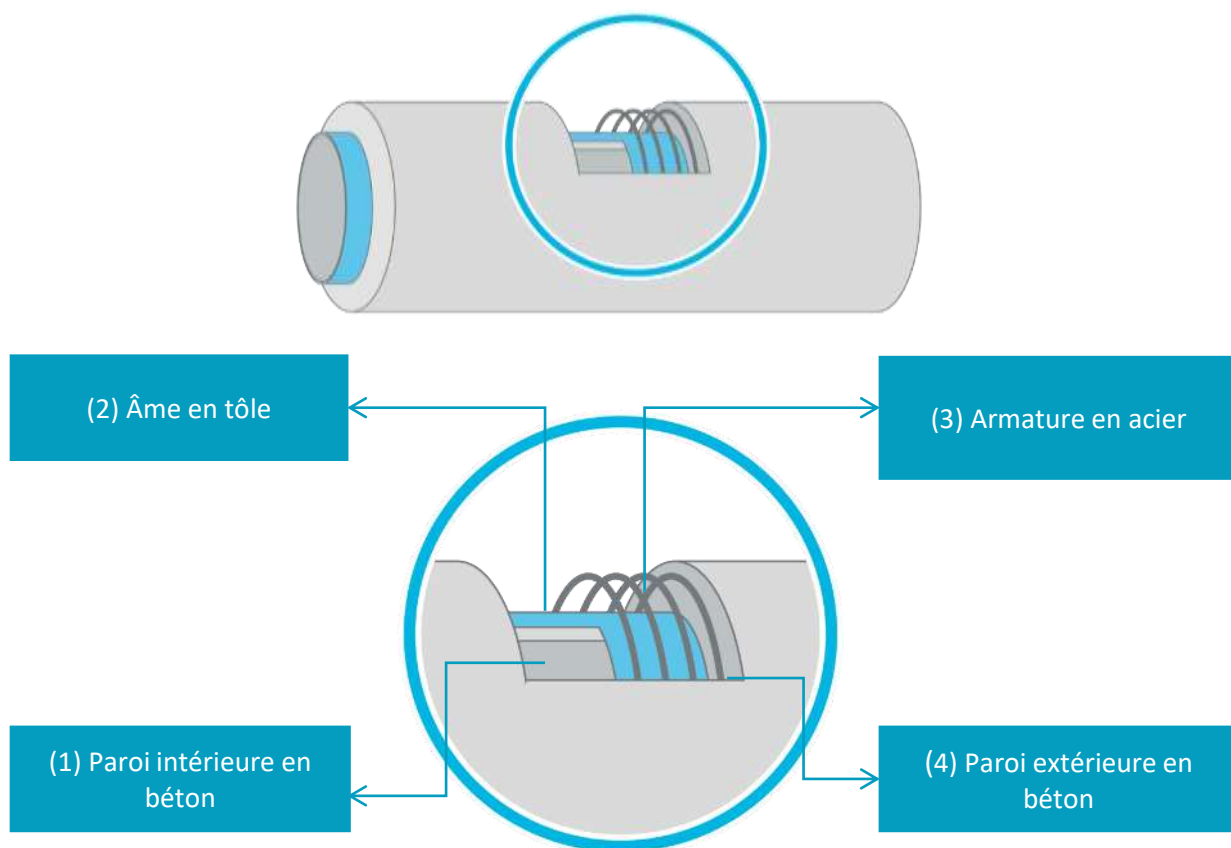


Solution technique complète avec services intégrés

Ingénierie et conception – fabrication et fourniture – pose et assistance technique

Le Tuyau BONNA®

Un tuyau rigide et composite



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 d'un siècle d'utilisation. Elle est attribuable à sa conception composite utilisant le complexe acier/béton.

Nos process de production, éprouvés et maîtrisés, permettent d'obtenir une qualité de fabrication et des performances optimales (homogénéité, compacité, résistance mécanique, respect des tolérances...). Ils garantissent pérennité et robustesse telles qu'attendues par tous les clients qui s'équipent de nos tuyaux et pièces spéciales BONNA béton armé âme tôle .

Le Tuyau BONNA®

Les domaines d'application

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, des aménées et conduites forcées de centrales hydroélectriques, pour des adductions d'eau potable ou des transferts d'eau brute et d'irrigation, 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...)



**Centrale
Thermique**



**Centrale
Nucléaire**



**Centrale
Hydroélectrique**



**Usine de
Dessalement**



**Adduction d'Eau
Potable**



**Réseaux
d'Assainissement**



Raffinerie



**Usine
Pétrochimique**



Site Industriel

Les avantages de la solution tuyau BONNA®

Adapté au projet, recyclable, traçabilité, résistant, économique



1. SOLUTIONS CONÇUES SUR MESURE ET SERVICES TECHNIQUES INTEGRES:

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 ET EPPROUVEES (plus de 130 ans de références)

5. LE MEILLEUR RAPPORT QUALITE/PRIX au regard du coût global et du cycle de vie du projet.

BONNA TP conçoit et fournit des solutions techniques complètes pour le transport de l'eau dès la conception du projet jusqu'à sa complète réalisation.

Les avantages de la solution tuyau BONNA®

Une solution durable au service de l'environnement

Notre tuyau BONNA, en béton armé à âme en tôle, incarne une vision responsable pour l'environnement : une solution éprouvée, robuste et résolument tournée vers un avenir plus durable.

Un choix écoresponsable par nature

Grâce à une conception combinant béton et âme en tôle d'acier, le tuyau BONNA offre une résistance mécanique élevée tout en minimisant la quantité d'acier nécessaire, un matériau à forte intensité énergétique. Cette optimisation structurelle permet de réduire les émissions de CO₂ liées à la production.

Une structure pensée pour durer... et se recycler

Le tuyau BONNA associe deux matériaux nobles et recyclables : le béton, fabriqué à partir de ressources naturelles locales (granulats, ciment, eau), est inerte, non polluant et entièrement recyclable en fin de vie (concassage pour réutilisation en sous-couche routière, granulats recyclés, etc.). L'âme en tôle d'acier, protégée par le béton, est également valorisable en filière de recyclage métallique sans traitement complexe. Grâce à cette conception robuste, nos tuyaux offrent une durée de vie éprouvée de plus de 100 ans, limitant ainsi les besoins de remplacement et les nuisances environnementales associées aux travaux.

Zéro corrosion, moins de maintenance

La protection naturelle offerte par l'enrobage en béton supprime les problèmes de corrosion fréquemment rencontrés avec les canalisations métalliques. Cela se traduit par une réduction drastique des opérations d'entretien, des traitements chimiques et des interventions énergivores – autant d'éléments favorables à un bilan environnemental plus sobre.

Zéro pollution des sols, zéro relargage

Contrairement aux solutions en matériaux plastiques, le tuyau BONNA n'émet aucune particule, ne relargue aucun polluant, ni microplastique, et n'altère pas la qualité des sols ou des eaux environnantes. Son inertie chimique et sa structure minérale en font une solution saine, stable et neutre pour les milieux naturels.

Une pose plus sobre, moins d'impact chantier

Grâce à sa rigidité structurelle, le tuyau BONNA ne nécessite ni lit de pose complexe, ni sur-remblai : il réduit significativement la quantité de matériaux de remblai à transporter, ainsi que le volume de déblais à évacuer en décharge. À l'inverse des tuyaux flexibles (acier, PEHD, PRV, fonte) pour compenser leur déformabilité, le tuyau BONNA permet une réduction globale du terrassement, donc moins d'émissions, moins de camions, et un chantier plus propre.

Un partenaire des territoires durables

Le tuyau BONNA s'intègre parfaitement aux projets d'aménagements hydrauliques durables, qu'il s'agisse d'adduction d'eau brute, d'irrigation, ou de drainage. Il accompagne les collectivités et les industriels soucieux de concilier performance technique, résilience des réseaux et respect de l'environnement.



Les avantages de la solution tuyau BONNA®

Pérenne / autobutée / résistante / étanche

1. Dimensionnement spécifique, méthode de pose adaptée au projet
2. Autobutage: 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 spécifique
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



Procédé de fabrication du tuyau BONNA®

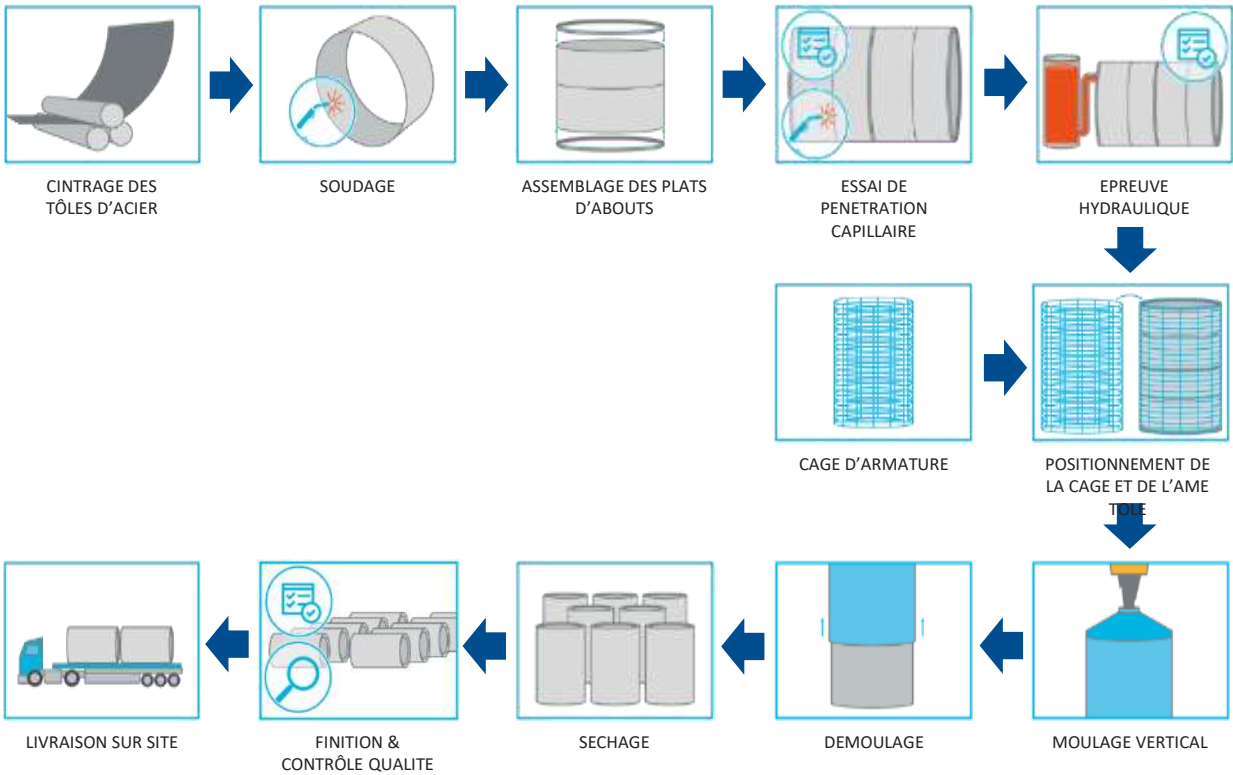
Le tuyau type ATM (âme tôle moulé)

La fabrication du tuyau en béton à âme en tôle est conforme aux normes EN 639 et EN 641 et aux contrôles en vigueur sur les sites de production.

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'about 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.

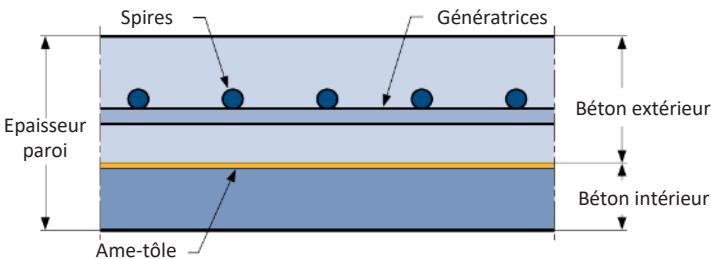
La mise en œuvre des bétons intérieur et extérieur se fait par moulage en une seule opération dans un moule métallique sous vibrations contrôlées à haute fréquence.



Le tuyau BONNA® pour pose en tranchée

Caractéristiques dimensionnelles

Coupe de la paroi du tuyau



Diamètre (mm)		Epaisseur de paroi (mm)			Longueur utile (m)		Poids (t/m)
Intérieur	Extérieur	Totale	Béton intérieur	Béton extérieur	Joint soudé SL	Joint flexible ER	Approx.
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
1300	1520	110	30	80	6.28	6.28	X.XX
1400	1640	120	40	80	6.28	6.28	1.46
1500	1740	120	40	80	6.28	6.28	1.56
1600	1880	140	40	100	6.28	6.28	1.95
1700	1980	140	40	100	6.28	6.28	2.06
1800	2100	150	37	113	5.10	6.28	2.34
2000	2320	160	45	115	3.20	6.28	2.77
2100	2440	170	45	125	4.50	4.41	3.09
2200	2560	180	45	135	4.60	4.51	3.43
2400	2800	200	50	150	5.03	4.94	4.17
2500	2910	205	50	155	3.20	4.70	4.44
2600	3030	215	50	165	2.91	2.82	4.85
2800	3250	225	50	175	3.07	3.07	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 ainsi que des tuyaux coupés de longueur standard avec une âme en tôle d’épaisseur minimum de 3 mm pour découpe à dimension et montage d’un about directement sur le chantier.

Le tuyau BONNA® pour pose en tranchée

Constitution des pièces spéciales BONNA®

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

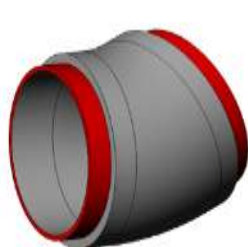
Les pièces spéciales sont constituées par:

- 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 glissant à garniture élastomère, joint à bride, joint Gibault, etc...

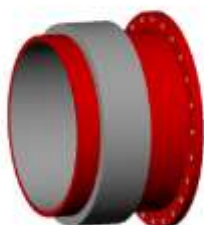
Toutes les pièces spéciales peuvent comporter, à la demande, une ou plusieurs collerettes d'étanchéité, des collerettes d'appui, des armatures en attente, etc...



Coude



Culotte



Bout d'extrémité à bride



Té avec tubulure axiale d'équerre

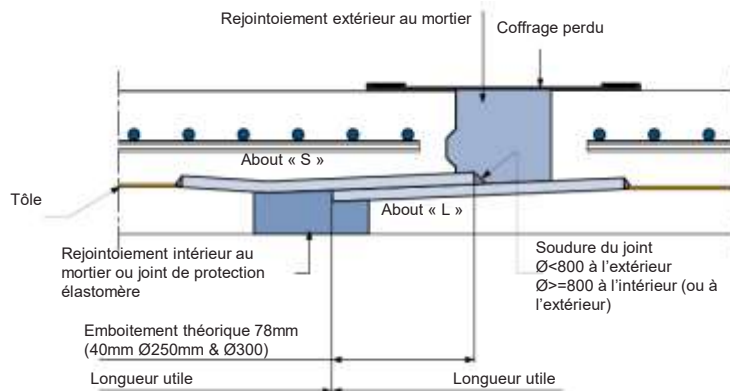


Cône



Les types d'assemblages standards BONNA®

Le joint BONNA® SL : joint soudé et autobuté



Le joint “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 S 235 JR :

- 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 pour les diamètres ≥ 800 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

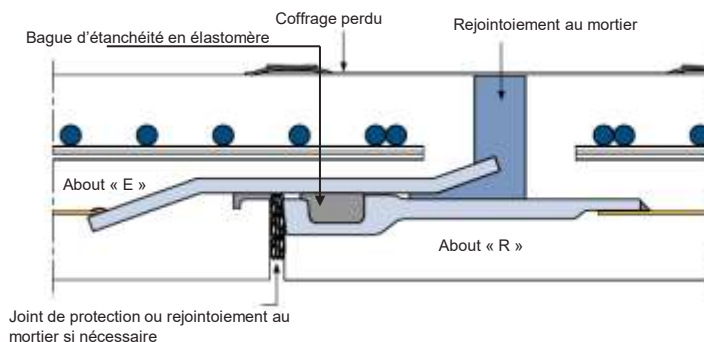
L'emboîtement de deux éléments consécutifs de la conduite peut subir un désaxement allant de 0,5° à 2,2° suivant le Ø de tuyau et le type de joint. La pose peut alors s'effectuer selon un arc de cercle dont le rayon minimum est voisin de 150 à 300 m selon les diamètres et les longueurs utiles des tuyaux.

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 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 types d'assemblages standards BONNA®

Le joint BONNA® 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, à 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

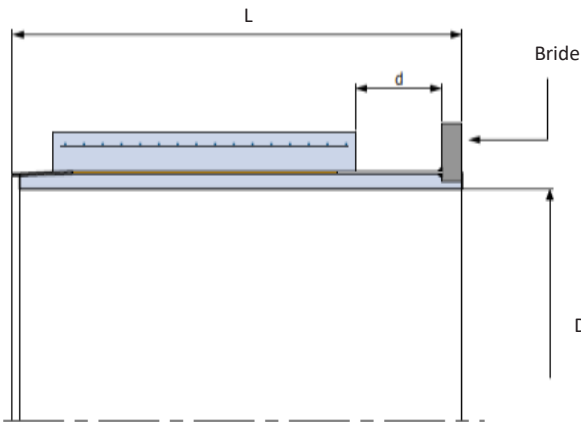
La bague d'étanchéité en élastomère est formée d'un cordon de section circulaire, fermé par une soudure vulcanisée. Elle doit présenter une surface lisse, exempte de défauts tels que piqures, failles, cloques ou tout défaut susceptible de provoquer des déchirures.

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.

Les types d'assemblages standards BONNA®

Connexion (appareils à brides ou autres matériaux)



Internal diameter (mm)	Effective length (m)	Internal diameter (mm)	Effective length (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

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

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).

Les types d'assemblages standards BONNA®

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:

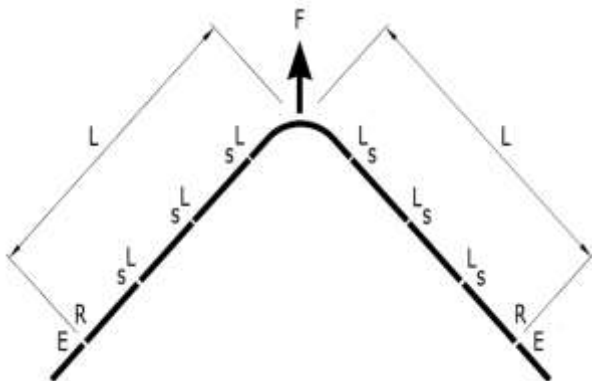
Une conduite entièrement à joint SL

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:



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.

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

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

Pet = 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

Exemple :

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

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

- Conduite non remblayée:

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

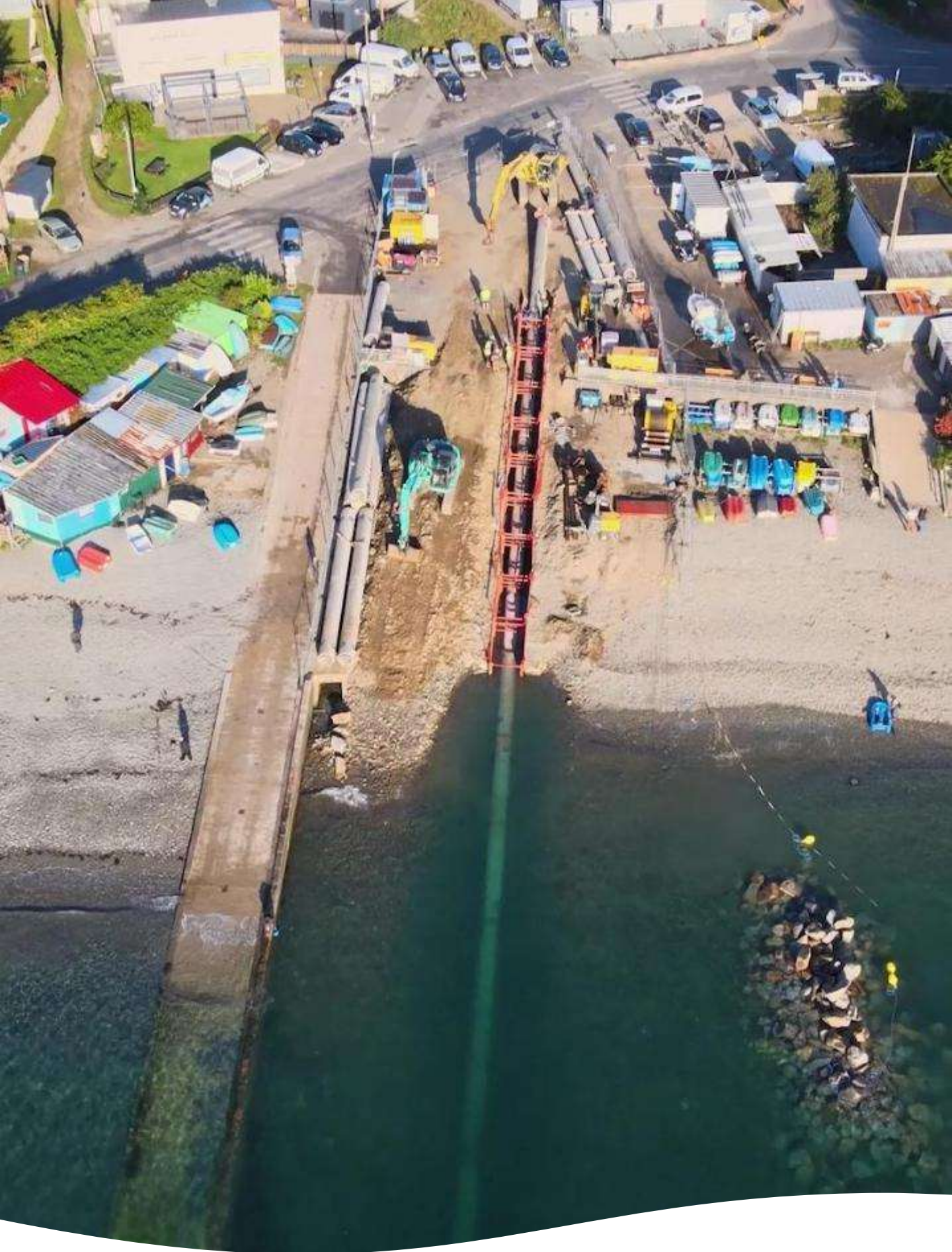
$$L = 2 \times 1200 \times 0,5027 \times \sin(22,5^\circ) / (0,7 \times 10,29) = 63,56 \text{ m} \rightarrow \text{soit } 31,78 \text{ m de part et d'autre du coude} \rightarrow 6 \text{ tuyaux}$$

- Conduite sous 1.5 m de remblai:

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

$$L = 2 \times 1200 \times 0,5027 \times \sin(22,5^\circ) / (0,7 \times 35,94) = 18,2 \text{ m}$$

Soit 2 fois 2 tuyaux de part et d'autre du coude



Le tuyau BONNA® pour microtunnel

Le tuyau en béton armé à âme en tôle peut être conçu pour être utilisé en tuyau pour microtunnel.

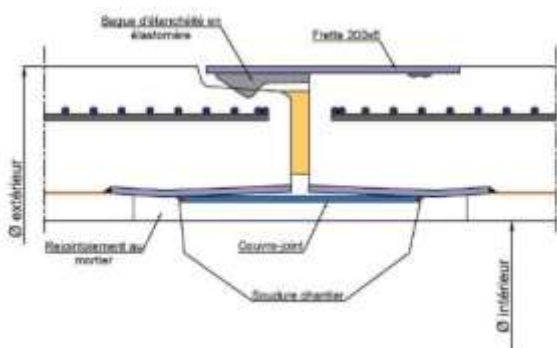
Dans le cas d'un réseau pression, il n'est donc pas nécessaire de réaliser un microtunnel au diamètre plus large pour ensuite installer une conduite pression à l'intérieur.

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

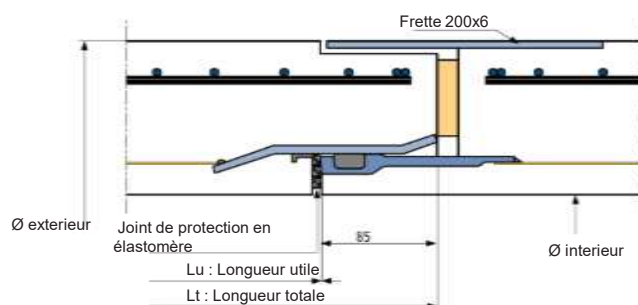
Utilisation : eau potable, eau brute, refroidissement...

Tir: Droit ou courbe

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



Selon le projet, BONNA TP peut vous proposer des tuyaux microtunnel à joint soudé SL ou SS.



Selon le projet, BONNA TP peut vous proposer des tuyaux microtunnel à joint élastomère ER ou ERR.

Gamme de diamètre

Diamètre intérieur : à partir de 800mm jusqu'à 4000mm.

Diamètre extérieur : selon le diamètre extérieur du microtunnelier.

(Nous consulter)

Stations intermédiaires de fonçage

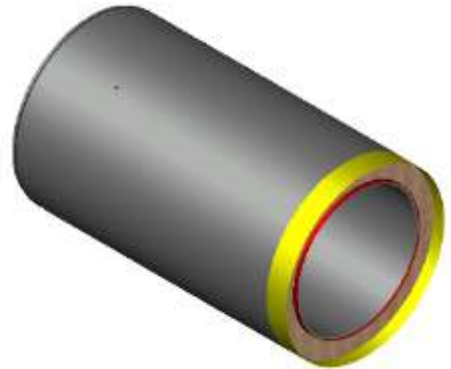
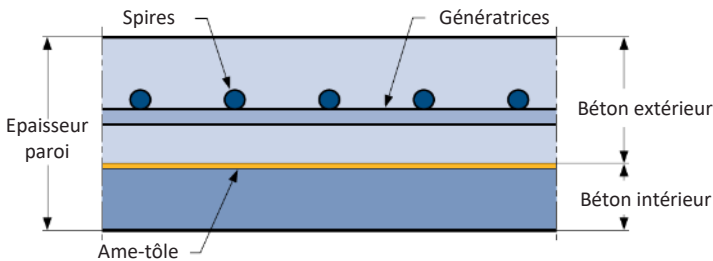
Afin d'augmenter les linéaires des tronçons exécutés par microtunnel, il est possible d'installer des stations intermédiaires de poussée en béton armé à âme en tôle. (Nous consulter)



Le tuyau BONNA® pour microtunnel

Caractéristiques dimensionnelles

Coupe de la paroi du tuyau



Diamètre (mm)		Epaisseur de paroi (mm)			Poussée admissible (kN - Déviation 0°)		Poids (t/m)
Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Totale	Béton intérieur	Béton extérieur	Joint soudé	Joint flexible	Approximatif
800	1080	85	26	114	6480	6449	1,00
1000	1276	60	28	110	8716	7423	1,26
1200	1470	60	30	105	9706	8166	1,44
1400	1740	65	40	130	14476	12672	2,14
1500	1880	65	40	150	18156	14884	2,57
1600	1980	70	40	150	19211	15736	2,73
1800	2320	75	37	223	33517	29647	4,29
2000	2440	80	45	175	28054	23744	3,91
2200	2730	82	45	220	39584	35867	5,23
2600	3280	340	50	290	34107	-	8,01

- 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

Le tuyau BONNA® 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.

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

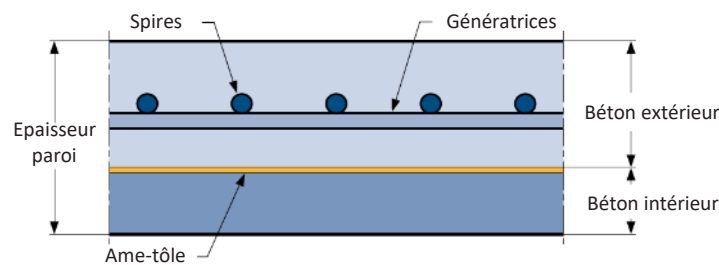
L'assemblage entre deux tuyaux est réalisé par le joint classique du type « SL » (slip-joint). Ce joint, utilisé couramment pour les conduites sous moyennes et fortes pressions, garantit aux tuyaux forés une étanchéité rigoureuse.



Le tuyau BONNA® pour forage horizontal

Caractéristiques dimensionnelles

Coupe de la paroi du tuyau



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

Diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Épaisseur totale de paroi (mm)	Poussée admissible (kN - Déviation 0°)	Longueur utile (m)	Poids approximatif (t/m)
300	420	60	712	6,00	0,173
400	520	60	985	6,00	0,221
500	630	65	1366	6,00	0,294
600	730	65	1597	6,00	0,346
700	840	70	1981	6,00	0,432
800	950	75	2497	6,00	0,526
900	1060	80	2717	6,00	0,628
1000	1164	82	2825	6,00	0,711
1200	1390	95	4059	6,00	0,986
1400	1640	120	5881	6,00	1,461

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.

Le tuyau BONNA® immergé

Pose immergée : les atouts du tuyau BONNA®

Grâce à sa conception unique, le tuyau BONNA® s'impose comme la référence pour les poses en milieux aquatiques (rivières, estuaires, zones portuaires, fonds marins...). Sa structure en béton armé à âme en tôle lui confère des performances exceptionnelles, alliées à une adaptabilité totale aux contraintes de chaque projet.

Une réponse technique sur mesure

- Conduites **autolestées à caractère fondrier**, parfaitement stables en immersion ;
- **Méthodes de pose adaptées** : par tirage, poussage ou flottaison, selon les contraintes du site ;
- **Épaisseur du tuyau optimisée** pour garantir un **lestage continu** ;
- **Large gamme de diamètres disponibles**, pour s'adapter à tous les débits et configurations.

Fiabilité & sécurité garanties

- **Étanchéité absolue**, même sous forte pression ou dépression ;
- **Résistance au vide absolu, aux chocs et aux affouillements** ;
- **Tenue à la flexion longitudinale** assurée, même en conditions extrêmes ;
- **Choix de joints techniques** : SL, ER, double ER verrouillé, brides... selon les exigences du projet.

Pensé pour l'environnement marin

- Béton spécifique à ciment "**prise mer**" (PMES), parfaitement adapté à l'eau salée ;
- **Inaltérable dans le temps**, sans corrosion ni dégradation ;
- **Sans besoin de protection cathodique**, grâce à la passivation naturelle des aciers ;
- **Matériau 100 % recyclable**.

Pose sans contrainte

- Compatible avec **tous types de sols** (roche, vase, sable, fond marin meuble...) ;
- **Pas de nécessité d'ensouillage** grâce au lestage intégré et homogène ;
- **Stabilité naturelle exceptionnelle** face aux courants, à la houle ou aux variations de charges.



Lyon (France) – 600m Ø2000



Genève (Suisse) – 2000m Ø1500

Le Tuyau BONNA® à Caractère Fondrier

La solution autolestée idéale pour les ouvrages immergés

Un concept technique éprouvé

La stabilité en immersion est obtenue grâce à :

- **Une densité constante et maîtrisée du béton**, assurant une régularité sur toute la longueur du tuyau ;
- **Un surcroît de béton d'enrobage**, augmentant le poids linéaire de la conduite au-delà du poids de l'eau déplacée ;
- **Un surdimensionnement de l'âme en tôle d'acier**, lorsque nécessaire, notamment en cas de risque d'affouillement ou si la masse béton ne suffit pas seule.

Pourquoi choisir un tuyau âme-tôle fondrier ?

- **Simplicité de pose** : les éléments s'immergent naturellement, sans lestage complémentaire ;
- **Économie de travaux** : suppression des lests ponctuels et des ancrs métalliques (sources potentielles de corrosion ou de fragilité) ;
- **Sécurité accrue** : excellente stabilité même en cas de conduite vide, face aux courants ou à la houle ;
- **Protection intégrée** : plus besoin de coquilles ou de manchons. L'épaisseur accrue du béton extérieur offre une protection mécanique continue sur toute la conduite ;
- **Durabilité renforcée** : l'enrobage additionnel des aciers améliore leur passivation naturelle, garantissant une résistance durable à la corrosion ;
- **Fiabilité structurelle** : absence de contraintes localisées liées aux dispositifs extérieurs.

À noter :

Dans des zones particulièrement exposées (forts courants, houles puissantes, orientations complexes), notre **Bureau d'Etudes Techniques** vous accompagne pour **définir une solution sur mesure**, incluant des ancrages ou massifs **minimisés et parfaitement adaptés** aux contraintes du site.



Le tuyau BONNA® 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 (France)
Portée libre de 20m



Ø 800mm : CNM Nîmes Costières (France)
Portée libre de 15,6 m



Ø 800: Marseille (France)
Portée libre de 12,3m



Ø 2000 mm: Skikda (Algérie)
Portée libre de 26m

Le tuyau BONNA® poutre

Portées admissibles entre axes des appuis (en mètres)

Epaisseur Tôle (en mm)	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8
Diamètre (en mm)								
300	9.5	10.7	11.9	13.0	14.0			
400	10,2	11,5	12,7	13,8	14,9			
500	10.7	12	13,3	14,4	15,5	17.5		
600	11,1	12,5	13,8	15.0	16.1	18.1	19,9	
700	11,3	12,7	14,0	15,2	16,4	18.4	20.3	
800	11,5	12.9	14,3	15,5	16,6	18,7	20.6	
900	11.6	13,1	14,4	15,6	16,8	18,9	20.8	
1000	11.7	13,2	14,6	15,8	17.0	19.1	21.0	
1100	11.7	13,2	14,6	15,9	17.1	19.2	21.1	
1200	11.7	13,3	14,7	15.9	17,1	19.3	21.2	
1250	11.5	13,1	14,5	15,7	16,9	19.1	21.0	
1400	11.5	13,1	14,5	15,7	16,9	19.1	21.0	
1500	11.5	13,1	14.6	15.9	17,1	19.2	21.2	
1600	11.4	13,0	14,4	15,7	16,9	19.0	21.0	
1800	11.3	13,0	14.4	15.7	16.9	19,1	21.1	
2000	11.2	12.9	14.4	15.7	16.9	19,1	21.1	24.7
2100	11.1	12.8	14.3	15.6	16.9	19,1	21.1	24.6
2200	11.0	12.7	14.2	15.6	16.8	19,0	21.0	24.6
2400	10.8	12.6	14.1	15.4	16.7	18.9	20,9	24.5
2500	10.8	12.5	14.1	15.4	16.7	18.9	20.9	24.5
2800	10.6	12.4	13.9	15.3	16.6	18.9	20.9	24,5
3000	10.4	12.2	13.8	15.2	16.5	18.8	20.9	24,4
3200	10.2	12.1	13.7	15.1	16.4	18.7	20.8	24,3

Conditions de calcul du tableau ci-dessus :

- Poids propre + poids de l'eau,
- Pas de surcharge,
- Pas de pression,
- Taux de traction de la tôle 125 MPa,
- Appui simple de 1m de longueur
- Poutre d'une seule travée entre deux appuis

Exemple d'utilisation

Diamètre 900 mm et portée 15 m ---> tôle de 3,5 mm.

Si conditions différentes, nous consulter.

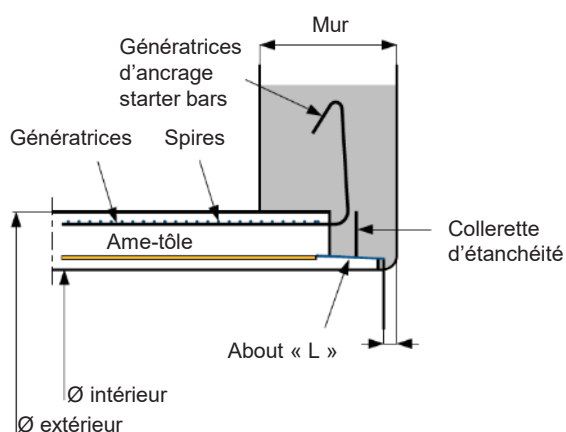


Traversée de mur rigide

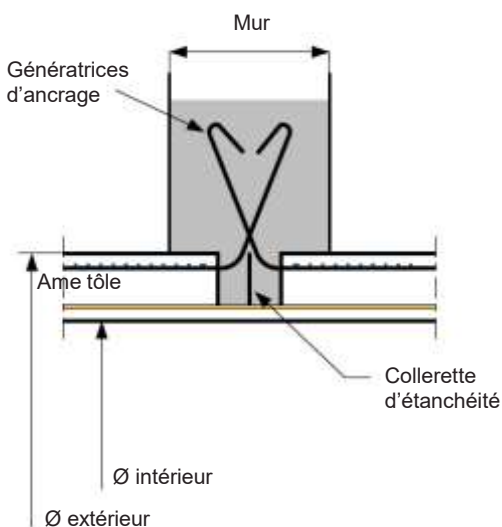
Pour réaliser une étanchéité au droit de la traversée d'un mur par une conduite (arrivée dans un réservoir par exemple), on place sur le tuyau ou la pièce spéciale une ou plusieurs collerettes d'étanchéité au niveau du passage dans la paroi.

Des génératrices en attente complètent, si nécessaire, l'ancrage dans l'ouvrage.

Raccordement à l'extrémité de la conduite



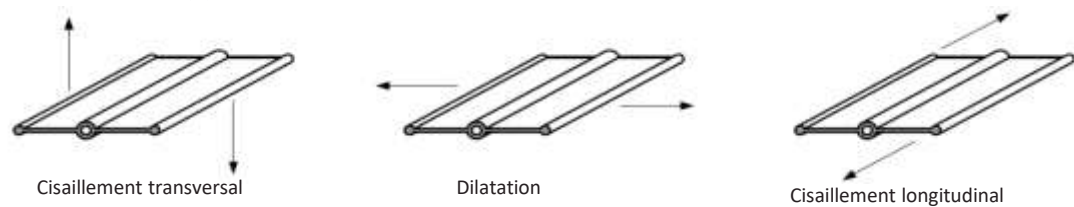
Traversée de mur



Traversée de mur flexible

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"

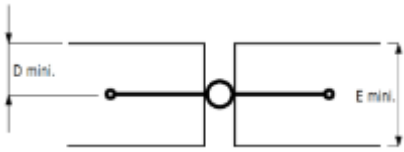


Ces propriétés des joints WATERSTOP conduisent à recommander la mise en place de carcan comme décrit en (a) pour les tassements différentiels entraînant des cisaillements et comme décrit en (b) pour des tassements nécessitant seulement une possibilité d'angulation entre la conduite et l'ouvrage.

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.

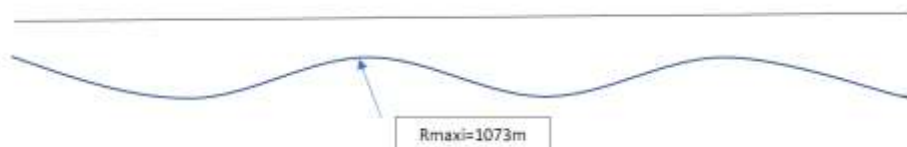


Tassements

Une conduite constituée de tuyaux en béton armé à âme en tôle peut être posée dans tout type de terrain.

Les canalisations BONNA à joints SL peuvent supporter des tassements du terrain générant une déformation de la conduite dont le rayon de courbure local peut atteindre jusqu'à env. 1100 fois le diamètre, sous réserve des caractéristiques du tuyau.

(Exemple : Pour une conduite BONNA DN 1000 constituée d'une âme en tôle de 3mm d'épaisseur le rayon de courbure local admissible sera supérieur ou égale à 1073m).



Pour des cas particuliers, 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.



Tassements

Compensateur de mouvement autobuté

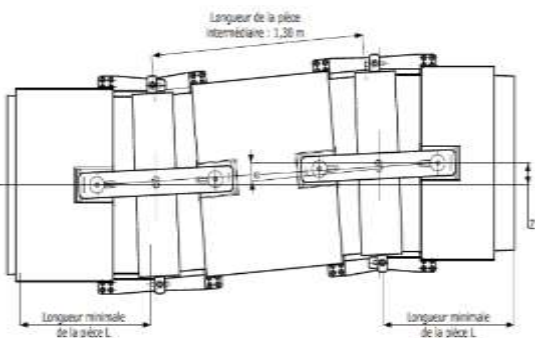
Description

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 (mm)	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	0.70
1000	5°	120	0.70
1100	4°30'	110	0.80
1200	4°30'	110	0.80
1250	4°15'	100	1.00
1400	4°	95	1.00
1500	3°40'	85	1.10

Joint de Mouvement Sismique

Description

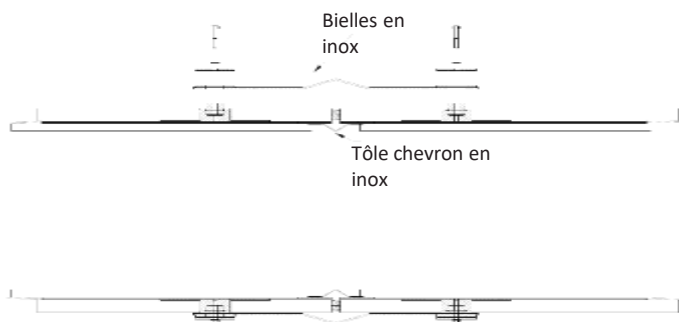
Le joint de mouvement sismique est un dispositif semi-flexible qui vise à libérer l'excès de contrainte le long de l'axe longitudinal de la conduite lors d'un événement sismique.

Le joint de mouvement sismique est placé là où une libération spécifique est nécessaire ou le long d'une section droite de conduite.

BONNA TP conçoit généralement un joint de mouvement sismique de la même longueur effective qu'un tuyau standard.

Il se compose de deux parties reliées par des plaques de raccordement présentent une section courbée en « V » généralement connectées à l'extérieur du produit, l'étanchéité est assurée à l'intérieur par la « tôle Chevron » qui présente une section courbée en « V ».

Le joint de mouvement sismique est également utilisé sur les tuyaux poutres hors sol pour assurer la flexibilité contre la dilatation thermique.



Courant vagabond

Protection contre les courants vagabonds générés par une source de courant continu

Description

L'expérience pratique a démontré que seuls les courants vagabonds issus de sources de courants continus pouvaient avoir un effet néfaste sur une conduite BONNA béton armé âme tôle. De façon à déterminer la nécessité ou non de mesures correctives contre ces effets il est nécessaire d'investiguer.

La première étape consiste à déterminer les zones d'influence en réalisant une étude des potentiels moyens du sol le long du tracé de la conduite.

Si la différence des potentiels extrêmes sur une conduite à âme en tôle ne dépasse pas 400 mVolts et la distance entre la paroi du tuyau et le rail le plus proche est inférieure à 3m, **la conduite est auto-protégée : il n'y aura pas de circulation de courant, et aucune mesure de protection particulière n'est à prendre.**

Dans le cas contraire :

→ Si les gradients de potentiel sont faibles, on installe des **raccords isolants longitudinaux**, répartis le long de la conduite de manière que les différences de potentiel entre extrémités de tronçons électriquement continus ne dépassent pas 400 mVolts. **De telles protections ont été appliquées avec succès depuis près de 50 ans.**

→ Lorsque les gradients de potentiel sont très importants, on préférera à cette solution (qui induirait un nombre exagéré de joints isolants) la mise en place d'une **protection par revêtement d'isolation électrique** autour de la conduite, sous la forme d'un feuil de polyéthylène enveloppant la conduite.

Dans une solution de ce type, on ne limitera pas cette protection aux zones de sortie de courant, mais on l'étendra également aux zones d'entrée de courant. Enfin, des joints isolants seront disposés aux extrémités du tronçon ainsi protégé.

Malgré tout, une protection par revêtement d'isolation électrique pouvant être détériorée sous l'effet des diverses manutentions nécessaires à la mise en œuvre des conduites, **une troisième solution consiste à intercaler entre la conduite et la source de courant continu une câblette de terre en acier galvanisé nu 1 x 95 mm² enrobé de backfill ou d'argile (diamètre 30 cm), ramenée dans un regard avec prise de potentiel**

Corrosion électrochimique

Raccordement sur une conduite protégée cathodiquement

Description

Dans le cas d'un raccordement d'une conduite BONNA âme tôle sur une conduite métallique protégée cathodiquement, **il est nécessaire de prévoir une déconnection entre la conduite BONNA et ladite conduite métallique** afin de ne pas détériorer la protection active et naturelle des aciers de la conduite BONNA (Protection par passivation naturelle des aciers par le béton)

Pour cela une bride de PN adaptée est assemblée sur la conduite BONNA ou une pièce spéciale à bride est prévue. De la même façon une bride doit être assemblée sur la conduite métallique.

- **Lorsque ce raccordement est réalisé en terre**, il est primordial **d'intercaler un joint isolant type MONOBLOC posé selon les prescriptions du fabricant.**
- **Lorsque ce raccordement est réalisé dans une chambre prévue à cet effet ou en galerie**, un **Kit isolant diélectrique standard posé selon les prescriptions du fabricant doit impérativement être intercalé entre la bride de la conduite BONNA et celle de la conduite en acier.**



La pose en tranchée du tuyau BONNA®

Opérations de pose

Cette partie a pour but de définir les cas standards; elle ne saurait être exhaustive. Chaque fois que l'utilisateur a un doute, il est conseillé de nous consulter pour son cas particulier.

La pose des tuyaux BONNA en tranchée 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

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 sur largeur de 0,40 m de part et d'autre du diamètre extérieur du tuyau. Cette sur largeur 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.

Nota : Tout terrassement devra se conformer aux fascicules en vigueur concernant la protection des parois et du personnel intervenant (Blindage, talutage etc.). Toute pose devra dans la mesure du possible être réalisée hors d'eau pour garantir la stabilité des parois de la tranchée et du fond de fouille (drainage, époussetage, rabattement de nappe etc.)

La pose en tranchée du tuyau BONNA®

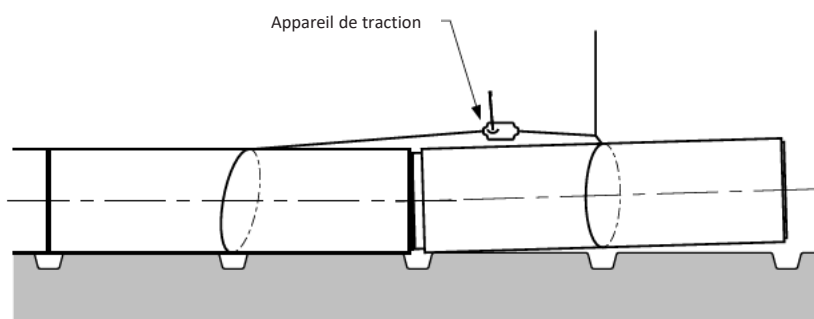
Descente et emboîtement des tuyaux et pièces spéciales

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.

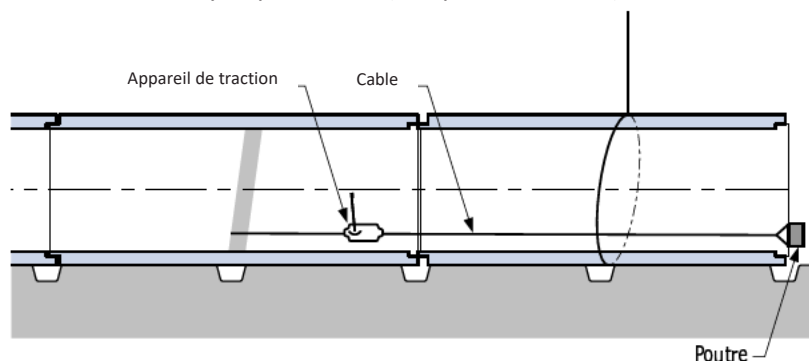


Il est possible d'utiliser la force hydraulique du godet de la pelle de terrassement, mais il est impératif d'intercaler un madrier en bois entre le tuyau et le godet.



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).



La pose en tranchée du tuyau BONNA®

Assemblage

Tuyau à âme en tôle à joint élastomère "ER"

Le tuyau à abouts 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 abouts 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.

les soudures à l'arc électrique avec des électrodes de type cellulosique, sont acceptées si :

- le produit d'apport a des caractéristiques mécaniques supérieures au métal de base en S 235 JR (norme ISO 2560).
- les soudeurs ont toutes les qualifications à jours et tous les documents s'y rapportant en règle suivant les normes en vigueur (QS, DMOS, QMOS etc.)

La pose en tranchée du tuyau BONNA®

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.

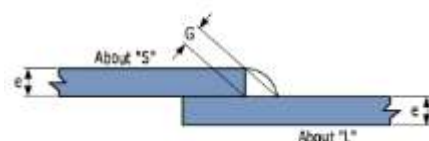
Soudage des joints "SL"

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 mâles 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.



La pose en tranchée du tuyau BONNA®

Déviati n 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)	Déviati 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.



La pose en tranchée du tuyau BONNA®

Déviati n angulaire

Pour les joints soudés SL

Diamètre intérieur (mm)	Angle de déviation admissible	Longueur utile du tuyau* (m)	Déviaton correspondante au bout d'un tuyau (mm)
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.



La pose en tranchée du tuyau BONNA®

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.

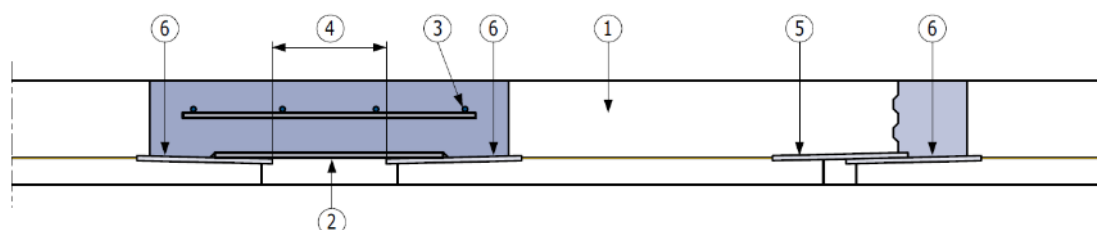
Principe d'ajustement des longueurs

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 "L".

Le même assemblage peut être réalisé avec 2 bagues "S". 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

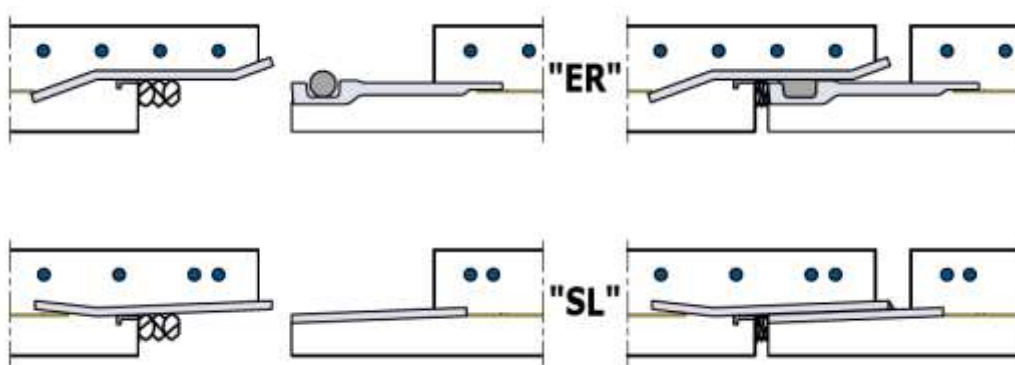
ou lors de l'exécution du joint intérieur et extérieur en béton.

La pose en tranchée du tuyau BONNA®

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 devra être comprimé de 5mm minimum sur toute sa circonférence pour valider l'emboîtement. 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; un rejointoiement au mortier est alors nécessaire.

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.

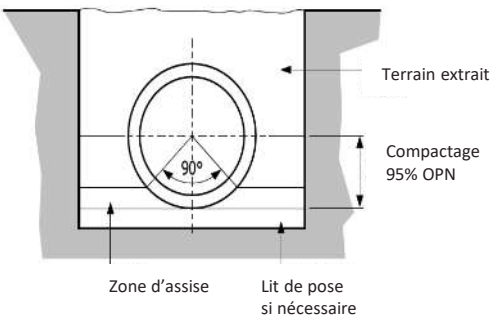
La pose en tranchée du tuyau BONNA®

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.

La pose en tranchée du tuyau BONNA®

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

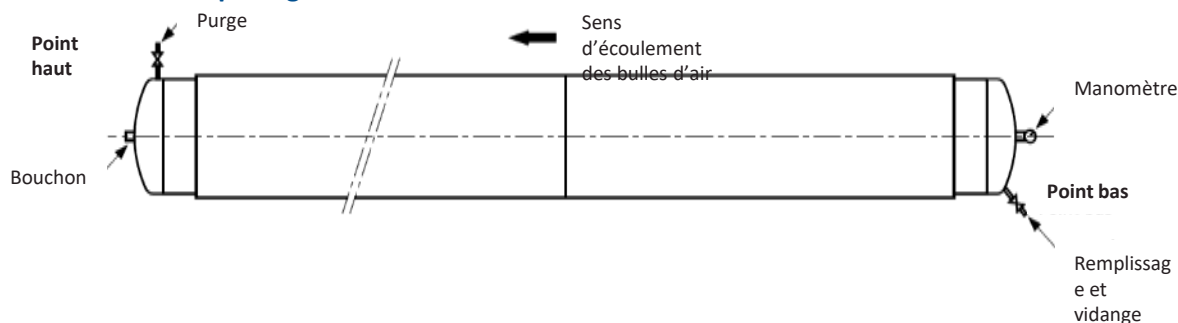
La longueur maximale des tuyaux à essayer, selon cette procédure, ne sera pas supérieure à 2000 m.

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 TP

Construit pour durer