

La pose sans tranchée

directional



Sommaire :

Introduction	03
01 le forage dirigé	
phase 1 : réalisation du trou pilote	04
phase 2 : alésage du trou pilote	06
phase 3 : tirage du train de tuyaux	08
02 la pose place pour place	10
03 le passage en fourreau	12
04 les avantages de la pose sans tranchée	16
05 l'offre PAM	18
06 les technologies de verrouillage	20
07 le matériel	22
08 les services PAM	24
09 l'expérience PAM	26
10 la gamme PAM	28



La pose sans tranchée



La fonte ductile représente une alternative fiable et avantageuse aux matériaux habituellement utilisés en forage dirigé. La robustesse, la modularité et la solidité des tuyaux en fonte s'allient à des technologies éprouvées pour permettre la flexibilité de la canalisation.

Un peu d'histoire

La technique du forage dirigé est apparue au début du XX^e siècle mais n'a vraiment intéressé l'industrie pétrolière que vers la fin des années 1920. De nombreuses améliorations en particulier sur le système de guidage mais aussi sur les équipements de forage ont été nécessaires pour passer dans les années 1930 d'un forage «en biais» à un véritable forage directionnel qui puisse suivre un tracé courbe.

Les dernières avancées des années 1970 concernant l'utilisation de l'énergie hydraulique ont permis un forage sans interruption et un tirage des tiges pour dévier le tracé. Associé au développement d'outils de mesure, le forage directionnel est véritablement devenu une technique efficace.

3 types de mise en oeuvre

L'évolution des technologies de verrouillage des canalisations en fonte ductile permet à PAM de proposer des solutions complètes pour la pose sans tranchée.

En relation avec la résistance mécanique et les capacités de déviations angulaires des jonctions verrouillées Universal Ve[®], PAM a retenu 3 techniques de pose sans tranchée :

le forage dirigé, la pose place pour place et le passage en fourreau.

« Il est des situations où la discrétion s'impose. »

01

Le forage dirigé

Phase 1



Réalisation du trou pilote

Une foreuse installée sur le point d'arrivée des tuyaux va réaliser le forage pilote jusqu'au point de départ du train de tuyaux. Une sonde électronique, installée dans la tête de forage et couplée à un système de détection et de guidage va permettre de suivre le tracé prévu avec une grande précision (± 5 centimètres).



Le forage dirigé permet le passage d'une conduite sous un obstacle, comme un canal, une rivière ou une route. Contrairement à la technique du forage horizontal qui nécessite des excavations importantes de part et d'autre du tracé, la trajectoire courbe du forage dirigé permet de faire passer la conduite sous des obstacles en partant directement de la surface.

Les performances des forages dirigés dépendent de multiples facteurs :

- nature du terrain
- stratigraphie
- rayon de courbure du tracé
- régularité du profil
- nature de la canalisation
- limite d'encombrement au sol...

À chaque situation, sa solution !

Seuls certains sols restent impropres à la technique du forage dirigé (graves et argiles liquéfiées principalement) alors que les têtes de forage s'adaptent aux sols meubles comme aux roches très dures telles que le granite voire le basalte.

Le forage en 3 outils

La **tête de forage**, équipée d'un bec d'usure adapté au terrain, de buses d'injection et d'une **sonde**, est actionnée par un train de tiges creuses en acier : les **barres de forage**.

Les barres de forage permettent de :

- pousser la tête de forage
- faire tourner la tête de forage et ses outils
- diriger le forage en courbe verticale et/ou horizontale
- transporter le fluide de forage
- tirer les outils d'alésage
- mettre en place la canalisation définitive

La sonde émettrice placée dans la tête de forage précise en permanence son positionnement en altimétrie et planimétrie. Elle permet ainsi à l'opérateur de guider le forage précisément grâce aux informations qu'il reçoit sur ses écrans.

La tête de forage étant asymétrique ou équipée de molettes indépendantes, il est effectivement possible de modifier sa trajectoire tout en poursuivant le forage.

Il existe différents outils de forage adaptés aux contraintes des terrains rencontrés (tête d'alésage, cône élargisseur, tête de forage diamantée...).



La pose par forage dirigé ou HDD* jusqu'au DN 1000

D'une utilisation simple et aisée grâce à un conditionnement en tuyaux de 6 ou 7 mètres de longueur, les tuyaux PAM sont dotés d'un revêtement extérieur passif de type TT (Tout Terrain), favorisant ainsi leur pose en forage dirigé.

(* Horizontal directional drilling)

Le forage dirigé

Phase 2



Alésage du trou pilote

La tête de forage ressortant à l'extrémité opposée est remplacée par une tête d'alésage qui va être tractée en sens inverse par la foreuse. En parcourant le trou pilote tout le long du tracé, la tête d'alésage élargit le diamètre du trou pour l'adapter aux dimensions requises afin d'assurer le passage de la canalisation.



Recommandations :

Il est d'usage courant de retenir le diamètre final d'alésage sur la base des données suivantes.

Longueur ou type de forage	Diamètre final d'alésage
inférieur à 50 mètres	$D \text{ --- } \bigcirc \text{ --- } 1,2 \times D$
de 50 à 100 mètres	$D \text{ --- } \bigcirc \text{ --- } 1,3 \times D$
de 100 à 300 mètres	$D \text{ --- } \bigcirc \text{ --- } 1,4 \times D$
supérieur à 300 mètres	$D \text{ --- } \bigcirc \text{ --- } 1,5 \times D$
forage dans la roche	$D \text{ --- } \bigcirc \text{ --- } 1,5 \times D$

D = diamètre extérieur de l'emboîture du tuyau

Le diamètre de l'alésage varie en fonction du diamètre de la canalisation à mettre en place mais aussi de la longueur du forage, de la nature du terrain, du rayon de courbure, etc. Il pourra être nécessaire de procéder par alésages successifs, avec des outils d'alésage de diamètres croissants, afin d'obtenir le diamètre adéquat. Celui-ci varie entre 1,2 et 1,5 fois le diamètre de la canalisation.

La tête d'alésage est pourvue de trous d'injection, tout comme la tête de forage. L'injection de bentonite limite les phénomènes de chauffe et de frottement.

Le saviez-vous ?

La bentonite est une argile fine mélangée avec de l'eau pour former les boues de forage. Ces boues permettent le refroidissement de l'outil de forage et d'alésage, la consolidation des parois du tunnel et même le forage grâce à la pression. Elles contribuent également à l'évacuation des déblais avant le tirage de la canalisation. Il est possible d'ajuster légèrement la densité de ce produit, parfois en cours d'opération, pour faciliter le forage et le tirage. Les boues de forage sont généralement recyclées et utilisées en circuit fermé.

Innovation rime avec économie

Les techniques de forage dirigé sont innovantes dans le domaine de l'économie d'énergie, de l'économie de matériaux et du recyclage. Au-delà du cercle vertueux illustré par le traitement de la bentonite, on note que la technique de pose de canalisation par forage dirigé permet de diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre par rapport à un chantier classique. (Ex : émission de 30 kg eq CO₂/ml de canalisation de DN 150 posé en forage dirigé contre 119kg/ml eq CO₂/ml en pose à tranchée ouverte).



01

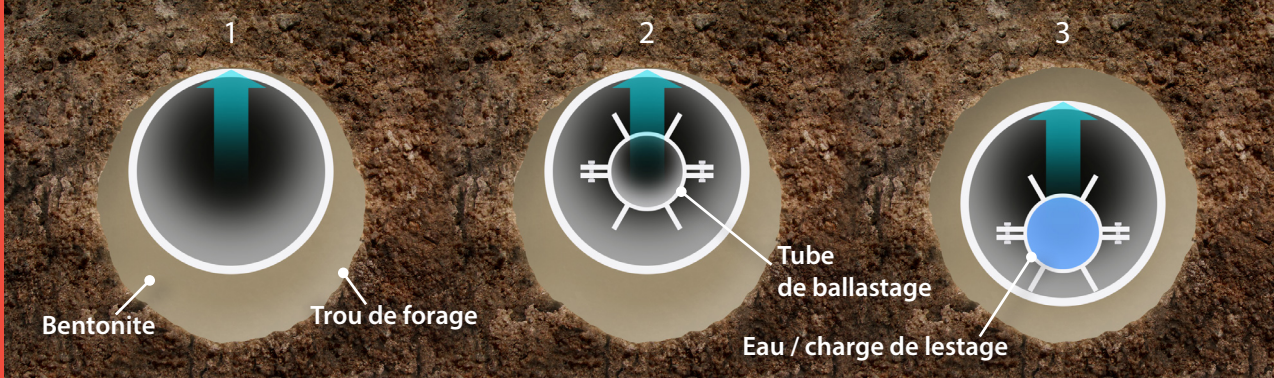
Le forage dirigé

Phase 3



Tirage d'un train de tuyaux verrouillés

Les tuyaux Universal Standard Ve® admettent une force de traction maximale. C'est ce qui fait d'eux la solution optimale pour la pose en forage dirigé.



Étapes de mise en œuvre du ballastage

PAM a conçu et réalisé les têtes de tirage adaptées jusqu'au DN 1000

L'opération d'alésage terminée, le tunnel est rempli de bentonite. Celle-ci constitue un excellent lubrifiant et facilite la traction des tuyaux en limitant les frottements et les efforts sur les jonctions.



Afin de réduire la résistance à la traction du train de tuyaux pré-montés en amont, il pourra être nécessaire d'installer un système de guidage équipé de supports à galets. Par ailleurs, pour les canalisations d'un diamètre supérieur à 300 mm, la poussée hydrostatique exercée par la bentonite impose un ballastage par adjonction d'une conduite souple provisoire à l'intérieur de la conduite principale.

Le ballastage consiste à lester provisoirement la conduite principale à l'aide d'une conduite secondaire afin de la centrer dans le trou de forage rempli de bentonite et d'éviter les frottements sur la partie supérieure de la voûte. En fonction des situations, on remplira d'eau la petite conduite intérieure ou l'espace annulaire entre les 2 conduites.

Archimède le savait déjà !

Tout corps plongé dans un fluide au repos, entièrement mouillé par celui-ci ou traversant sa surface libre, subit une force verticale, dirigée de bas en haut et opposée au poids du volume de fluide déplacé. Sans ballastage, les tuyaux de fonte au dessus du DN 300 sont plaqués par la poussée hydrostatique sur la voûte du trou de forage.



Le saviez-vous

Modularité

Les tuyaux peuvent être pré-assemblés en totalité, pré-montés par section de 3 tuyaux, voire assemblés in-situ tuyau par tuyau si des limites d'encombrement au sol l'exigent. Cette modularité permet de s'affranchir des contraintes amont liées à l'emprise du projet. Les tuyaux en fonte ductile permettent la mise en œuvre par tronçons, qui devient dans ce cas un atout majeur.



02 Pose place pour place



Une technique, deux procédés

La pose place pour place, ou bursting, permet de remplacer une canalisation par une autre de même diamètre, voire souvent de diamètre légèrement supérieur. L'ancienne canalisation peut être éclatée sur place ou extraite par tronçons et broyée en sortie de tunnel pour être évacuée.



Cette technique de remplacement d'anciennes canalisations permet de substituer une conduite défectueuse par des tuyaux neufs en fonte ductile pré-assemblés de type Universal Ve® d'un diamètre équivalent, voire légèrement supérieur en fonction de la nature de l'ancienne canalisation. Cette technologie permet

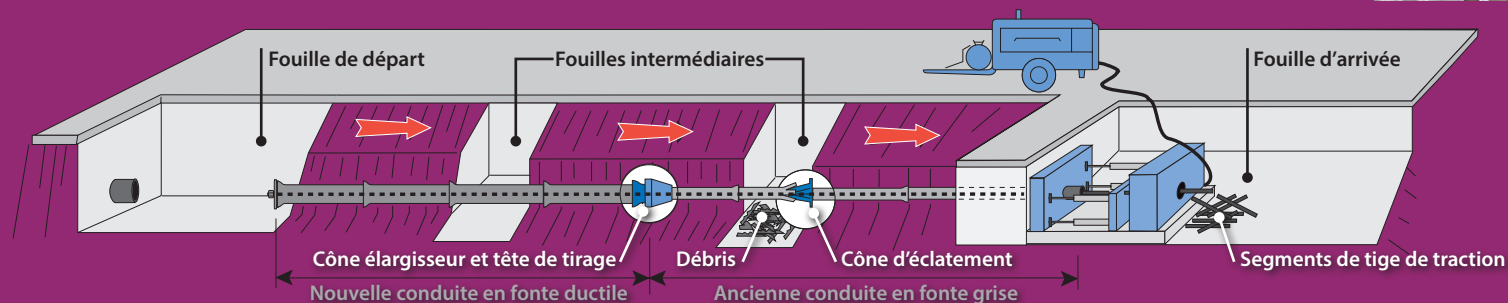
également de réduire considérablement l'emprise du chantier. Les tuyaux sont effectivement assemblés un par un dans une fosse de départ. La fosse d'arrivée doit permettre d'accueillir la machine d'extraction. Un dispositif hydraulique assure la pénétration d'un train de tiges à l'intérieur de l'ancienne conduite et permet au retour l'éclatement de la conduite in-situ, tout en tractant les tuyaux constitutifs de la nouvelle canalisation.

Exemple de pose place pour place

Au Chambon Feugerolles, près de Saint-Étienne, cette technique a été utilisée sur un tronçon de 80 mètres linéaires entre 2 chantiers avec tranchées afin de ne pas dégrader un parvis pavé devant l'hôtel de ville et ne pas déranger le programme de manifestations estivales.



Ce procédé de remplacement ne doit être utilisé que pour des tronçons rectilignes. Un diagnostic préalable est nécessaire, notamment par le biais d'une inspection vidéo de la canalisation à remplacer pour s'assurer qu'aucun obstacle ne gêne son extraction ou sa destruction. En cas de présence de branchements, ceux-ci devront être préalablement désolidarisés de la conduite principale, une alimentation provisoire assurera la distribution d'eau afin de ne pas interrompre le service.



Remplacement place pour place

03 Le passage en fourreau



La pose en fourreau consiste à introduire une canalisation destinée à l'écoulement d'un fluide (eau potable, eaux usées, eaux pluviales, réseaux secs...) à l'intérieur d'un fourreau circulaire existant ou posé spécifiquement pour cette application. Les canalisations en fonte ductile sont parfaitement adaptées à ce contexte, les jonctions verrouillées permettent de garantir des efforts de traction importants, tout en conservant la souplesse offerte par les joints en élastomère.



Ce mode de mise en œuvre peut être retenu pour des techniques spécifiques de réhabilitation (passage dans un espace annulaire dégradé) ou lors de la pose de réseaux neufs dans le cadre de franchissement d'obstacle naturel ou de travaux sans tranchée.

La technique de pose en fourreau nécessite de définir préalablement :


- le centrage et le guidage de chaque élément dans le fourreau
- la nature du verrouillage des éléments entre eux pour garantir la traction du tronçon à poser
- le mode opératoire du raccordement du tronçon en fourreau au réseau en place
- le dispositif de tirage le mieux adapté sur un plan technico-économique

Le choix du diamètre de la canalisation sera guidé soit par la détermination du diamètre hydraulique le mieux

adapté dans le cas de réseaux neufs, soit en fonction du diamètre intérieur de la canalisation ou du fourreau existant. Parallèlement, il faudra s'assurer que l'espace annulaire disponible entre tuyau et fourreau est suffisamment important pour permettre la mise en œuvre des colliers de centrage répondant aux besoins de guidage et de traction de la conduite dans le fourreau. Le diamètre nominal retenu associé à la pression de fonctionnement du réseau ainsi que la force de traction nécessaire permettront de choisir la gamme de tuyaux et le mode de verrouillage les mieux adaptés parmi l'offre de PAM du DN60 au DN1200.

Dans un premier temps, on aménage un puits d'accès ou une aire de pose permettant d'assurer les opérations d'ancrage de la tête de tirage et d'emboîtement des tuyaux. Ensuite, chaque tuyau est équipé des colliers de guidage-centrage. Leur nombre a été préalablement déterminé en fonction de leur nature (matière plastique ou métallique) et de leur capacité de supportage. Les tuyaux sont ensuite positionnés sur un sup-

port guide en bois ou en béton dans l'axe du fourreau. Le dispositif de tirage est installé sur le premier tuyau qu'on engage ensuite dans le fourreau par traction en le laissant dépasser. Différents types de dispositifs de tirage peuvent ensuite être utilisés en fonction des tuyaux installés mais aussi en fonction de la longueur du train à tirer. Le second tuyau est ensuite installé sur le guide et verrouillé sur le premier avant d'être à son tour tiré dans le fourreau. Au fur et à mesure des assemblages, on tire donc une longueur de tuyau. Après tirage du dernier tuyau, le dispositif de tirage est désolidarisé, des tests sont effectués avant de raccorder la section ainsi posée en amont et en aval.

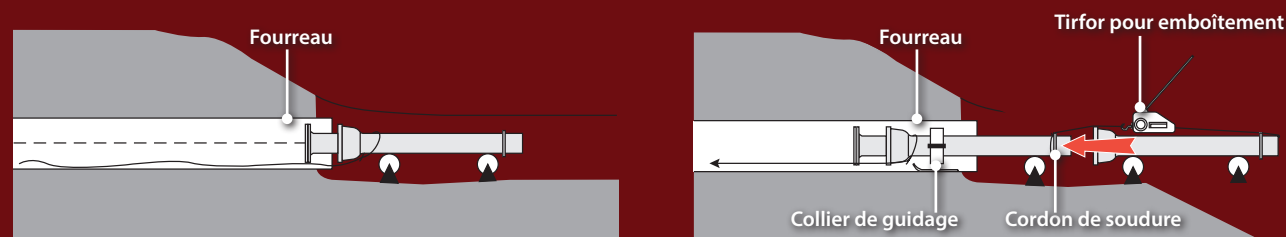


Le saviez-vous

Pour les conduites présentant un diamètre nominal supérieur à 800 mm ou en cas de difficultés particulières, il est nécessaire de recourir à des supports de centrage et de guidage spéciaux. En fonction des contraintes spécifiques du projet, PAM étudiera la réalisation de supports adaptés et se chargera d'en assurer la fourniture en sous-traitance. Grâce à tous ces types de dispositifs, il est même possible d'insérer 2 canalisations dans un seul et même fourreau.

Important: les tuyaux doivent toujours être mis en place par tirage, jamais par poussage.

Pose en fourreau



Les avantages de la pose sans tranchée



Une solution économique, durable et discrète

La fonte ductile a progressivement pris sa place dans le domaine du forage dirigé grâce à ses avantages économiques, techniques et environnementaux.



Moins de coûts sociaux

- pas de gêne de la circulation
- pas d'interruption de services
- moins de dégradations de l'environnement
- peu ou pas de risques d'accidents
- peu ou pas de conséquences économiques sur les entreprises locales
- moins de nuisances sonores et atmosphériques pour les riverains

Une solution idéale pour chantier en milieu protégé ou en milieu à forte densité urbaine

Moins de coûts indirects

- moins de signalisations à mettre en place
- moins de sécurisation des abords du chantier
- pas de frais de déviation des concessionnaires
- pas de déplacement de mobilier urbain

Une économie par rapport à un chantier classique.

Moins de coûts directs

- matériaux plus techniques
- pas de remblayage, de compactage, de réfection de chaussées et trottoirs, etc...
- moins de frais d'engins et camions
- main d'œuvre spécialisée
- moins de personnel
- durée de chantier raccourcie

Un gain significatif par rapport à un chantier classique.



Le bonus : la pose sans tranchée réduit significativement les émissions de gaz à effet de serre.

direxi



ional

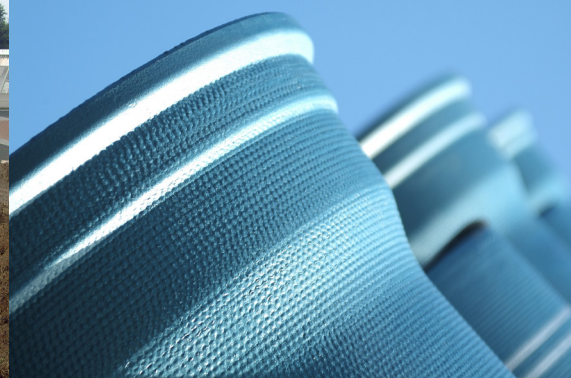


L'offre PAM



Fonte ductile

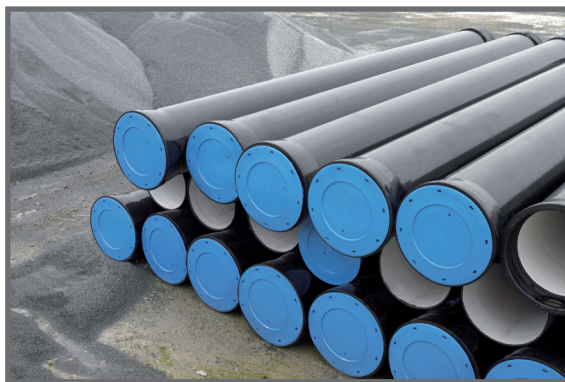
Depuis des décennies, la réputation de résistance, durabilité et fiabilité des canalisations en fonte ductile PAM s'impose dans le monde entier.



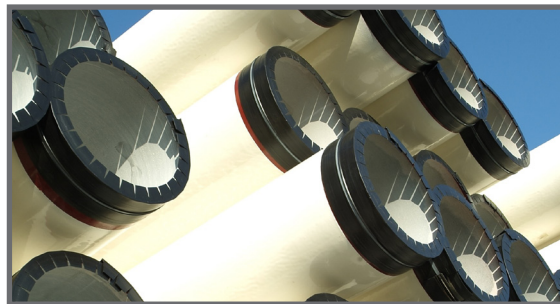
Des solutions à la carte

Avec des revêtements adaptés en fonction du terrain et de l'usage de vos canalisations (assainissement, distribution et adduction d'eau potable), PAM vous propose sa gamme de tuyaux Ve Universal Ve® revêtus avec :

- Polyéthylène épais jusqu'au DN700



- Polyuréthane renforcé pour DN800 à 1000



- ZMU mortier de ciment jusqu'au DN700 pour terrains rocheux



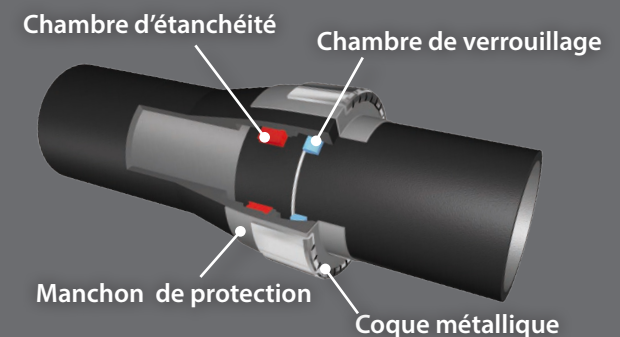
Le saviez-vous ?



En fin de vie, le système de canalisations PAM présente l'avantage majeur d'être recyclable à l'infini, à travers des filières de proximité (collecte et valorisation des ferrailles). Cet avantage est lié à la fonte ductile, 100 % recyclable et issue elle-même majoritairement de matériaux recyclés, sans perte de ses qualités mécaniques. Cette optimisation du réemploi des matériaux rend la ressource inépuisable.

De plus, la fonte ductile élaborée par le biais de la filière minérale, est totalement inerte et non toxique.

Jonction verrouillée Universal Ve® : « une technologie éprouvée permettant l'accès aux travaux sans tranchée ».

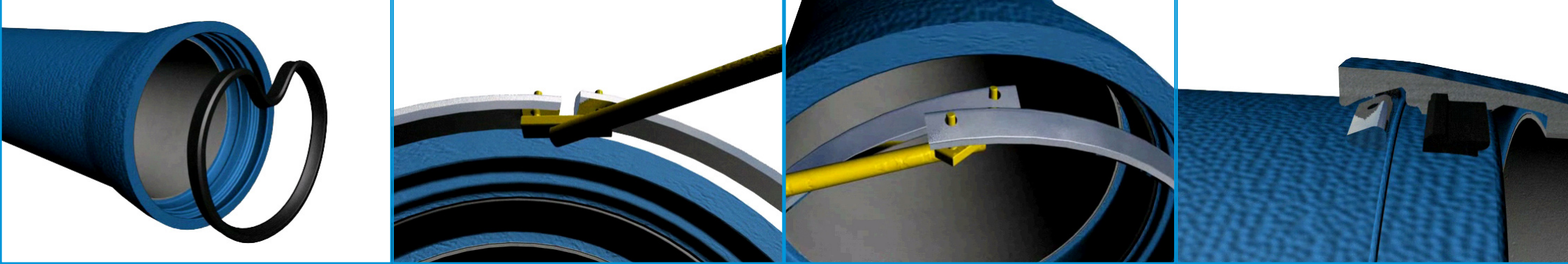


Les technologies de verrouillage



Une technologie haute sécurité

Pour la pose sans tranchée, PAM a conçu un système de verrouillage particulièrement performant puisqu'il garantit étanchéité et flexibilité tout en supportant des efforts de traction pouvant aller jusqu'à 100 tonnes pour les plus grands diamètres.



Déviat ion angulaire et rayon de courbure

DN	Joint	Déviat ion angulaire	PFA (bar)	Rayon de courbure admissible (m)
100	Uni Ve	3°	64	115
150	Uni Ve	3°	55	115
200	Uni Ve	3°	50	115
250	Uni Ve	3°	45	115
300	Uni Ve	3°	40	115
350	Uni Ve	3°	38	115
400	Uni Ve	3°	35	115
450	Uni Ve	3°	32	115
500	Uni Ve	3°	30	115
600	Uni Ve	2°	27	172
700	Uni Ve	2°	25	172
800	Uni Ve	2°	25	364
900	Uni Ve	1,5°	25	445
1000	Uni Ve	1,2°	25	572

Les forces de traction maximales admissibles ont été établies sur la base des pressions maximales acceptables par les jonctions verrouillées Universal Ve®.

Ces valeurs sont soumises à des conditions minorantes dues à la prise en compte des contraintes dynamiques spécifiques à chaque type de mise en œuvre (tirage continu, tirage par tronçon pré-monté, tirage tuyau par tuyau).

Forces de traction admissibles (kN)

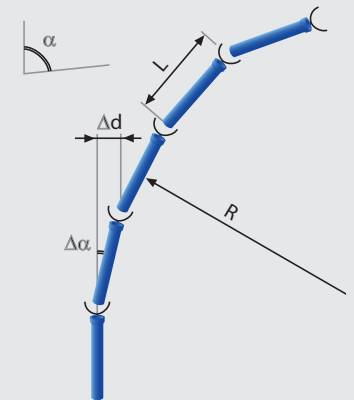
DN	Longueurs de tirage (km)					
	0 à 0,4	0,5	0,7	0,9	1	1,2
100	87	84	77	70	66	59
125	114	109	100	91	87	78
150	136	131	120	109	104	93
200	201	193	177	161	153	137
250	271	260	239	217	206	184
300	342	329	301	274	260	233
350	426	409	375	341	324	290
400	506	486	445	405	384	344
450	579	556	510	463	440	394
500	667	640	587	533	507	453
600	855	821	752	684	650	581
700	1000	961	881	801	761	681
800*	1225	1177	1078	981	932	834
900*	1473	1415	1297	1179	1120	1002
1000*	1725	1657	1519	1381	1312	1174

(*) Forces de tractions admissibles pour les canalisations DN 800, DN 900 et DN 1000

Les valeurs renseignées dans le tableau sont données à titre indicatif. Les projets de grands diamètres nécessitent de prendre en compte l'ensemble des éléments spécifiques au projet, notamment le profil en long, les données géotechniques et les contraintes de mise en œuvre. Seules les prescriptions établies par PAM pourront avoir valeur d'engagement.

Le saviez-vous ?

Pour prendre un virage à 30°, 10 tuyaux suffisent !



**Fonte ductile + jonction verrouillée + manchette + coque métallique
= solidité + souplesse + étanchéité !**

07

Le matériel







Une technologie de pointe

Dans le domaine de la pose des canalisations, PAM utilise une technologie de pointe directement issue des techniques de forages pétroliers.



Les performances des foreuses

En fonction du diamètre des tuyaux à poser, de la longueur du tracé et de la nature du sol, il faudra utiliser différents types de foreuse.

Types de foreuse		Force de traction en kN	Couple maximum en kN.m	Masse à tirer en tonnes	Longueur maxi du train de tuyaux
N°10 : Mini		≤ 150	10 – 15	< 10	Ex : 500 ml en DN 100
N°11 : Midi		> de 150 à ≤ 400	15 – 30	10 – 25	Ex : 500 ml en DN 300
N°12 Maxi		> de 400 à ≤ 2500	30 - 100	25 – 60	Ex : 500 ml en DN 450
N°13 : Méga		> 2500	> 100	> 60	DN > 500



Le saviez-vous

Toutes les jonctions PAM sont protégées par une coque métallique garantissant la tenue des manchettes en élastomère, notamment vis-à-vis de frottements accidentels avec la voûte pendant la phase de tirage.

**Guide pour l'utilisation des foreuses :
SÉCURITÉ, ORGANISATION DE CHANTIER, RETOURS D'EXPÉRIENCE.
Autant de thèmes traités dans le guide des bonnes pratiques proposé par le SOFFONS(*)**

(*) Syndicat des Entrepreneurs de Sondages, Forages et Fondations Spéciales

Les services PAM

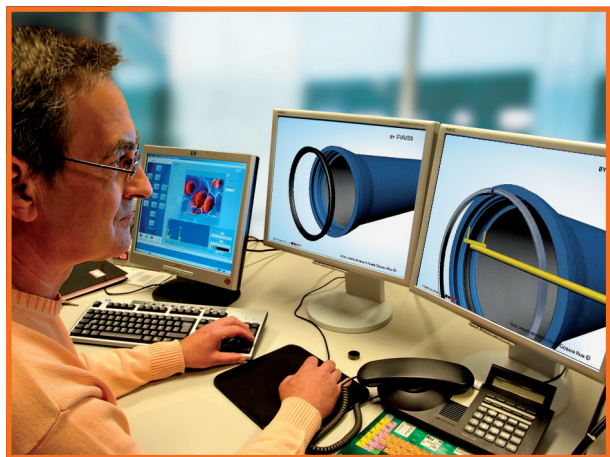


De l'étude à la mise en œuvre

Tous les projets sont accompagnés d'une assistance personnalisée et le dossier d'étude technique préalable garantit le succès de l'opération de tirage.

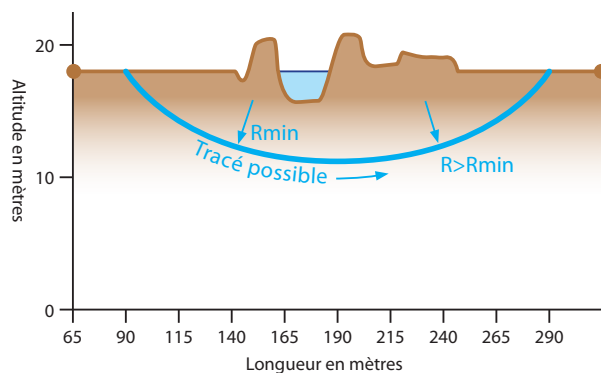


L'offre produits PAM s'est progressivement enrichie d'une offre de services. Ils sont proposés en amont des projets, avec l'assistance d'aide aux calculs vis-à-vis des concepteurs mais également, en aval, avec la présence de nos techniciens pour assurer la formation des équipes de pose.



Les équipes technico-commerciales et les chargés d'affaires disposent d'outils et d'utilitaires permettant d'instruire de manière exhaustive les dossiers techniques, de calculer avec précision les efforts de tirage admissibles, les coefficients de sécurité offerts ainsi que les paramètres nécessaires au ballastage de la conduite.

Chaque étude est considérée comme un cas spécifique et est réalisée en concertation avec les bureaux d'étude en charge de la conception du projet.



Le saviez-vous

La traversée de la Moselle par une canalisation DN 150 sur une longueur de 210 m a été réalisée à l'aide d'une machine de forage de 20 tonnes de capacité.

Les opérations de forage, d'alésage, d'amenée et de repli du matériel ont été menées à bien en un peu moins de 4 jours. L'opération de tirage elle-même des tuyaux pré-assemblés s'est déroulée en moins de 3 heures. L'alésage final de 450 mm a été foré dans un sol sablo-graveleux.

Les projets étudiés par nos équipes technico-commerciales sont instruits dans le cadre de la norme ISO/DIS 13470(*) et en conformité avec les prescriptions du fascicule 70 dans le domaine des études géotechniques préalables.

(*) Application des systèmes de canalisations en fonte ductile en pose sans tranchée - Conception des produits et mise en œuvre

L'expérience PAM



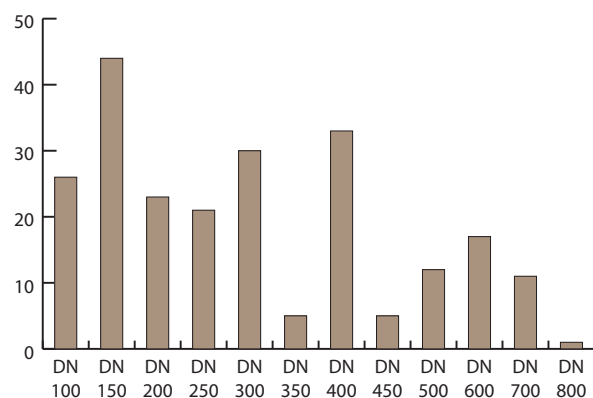
Des références, une expertise

Avec plus de 20 années de pratique dans le domaine de la pose sans tranchée, PAM dispose d'un retour d'expériences qui lui permet de se positionner sur les chantiers les plus techniques.

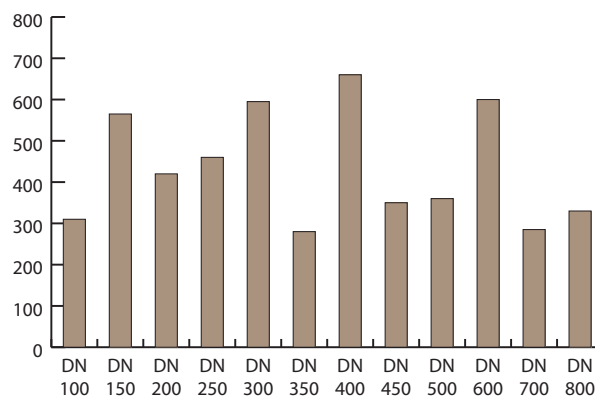


Initialement développée en Europe pour le marché allemand, la technique de la pose sans tranchée alliée aux produits PAM s'est encore améliorée.

Présent depuis plus de 20 années en France dans le domaine du sans tranchée, PAM a assuré la fourniture de plus de 250 chantiers en Europe, dont le plus important sur le plan du diamètre a été réalisé aux Pays-Bas (DN800). Avec des longueurs variant entre 25 ml et 1500 ml (en DN 150), ce procédé peut répondre à tous les projets.



Nombre de forages dirigés par DN



Longueur moyenne en m par DN



Le saviez-vous

Les records PAM

	Lieu	Longueur	DN	Année
Le + long	Hamburg Allemagne	1500 m	150	2003
Le + grand diamètre en Europe	Pays Bas	330 m	800	2004
Le + grand diamètre en France	Lille	240 m	700	2006

Plus de 90 000 mètres linéaires de tuyaux PAM ont été posés à ce jour en forage dirigé. Soit 2 tunnels sous la Manche !

La gamme PAM

Tuyaux DIREXIONAL® TT PE et TT PUX (cas usuels)

DN mm	L mm	e mm	DE mm	B mm	Masse kg	Revêtement extérieur	Référence
100	5,95	6,0	118,0	188,0	118	TT PE	227925
125	5,95	6,0	144,0	215,0	147	TT PE	227926
150	6,00	6,0	170,0	230,0	175	TT PE	227928
200	5,96	6,3	222,0	290,0	241	TT PE	227929
250	5,95	6,8	274,0	350,0	320	TT PE	227937
300	5,95	7,2	326,0	408,0	405	TT PE	227938
350	5,97	7,7	378,0	463,0	512	TT PE	227945
400	5,97	8,1	429,0	510,0	602	TT PE	227946
450	5,97	8,6	480,0	570,0	718	TT PE	228956
500	5,97	9,0	532,0	625,0	833	TT PE	227947
600	5,97	9,9	635,0	740,0	1067	TT PE	227948
700	5,97	10,8	736,6	855,0	1399	TT PE	227949
800	6,88	11,7	840,4	980,0	1941	TT PUX	229157
900	6,87	12,6	943,2	1087,0	2367	TT PUX	229158
1000	6,88	13,5	1046,0	1191,0	2814	TT PUX	229160

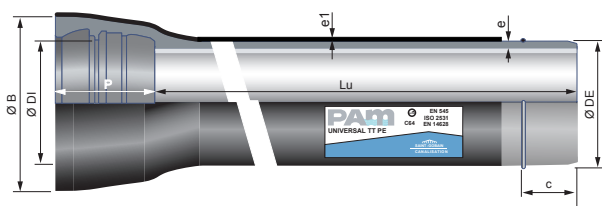
Tuyaux DIREXIONAL® TT ZMU (pose en site rocheux)

DN mm	L mm	e mm	DE mm	B mm	Masse kg	Revêtement extérieur	Référence
100	5,97	6,0	128,0	196,0	133,5	TT ZMU	224302
125	5,97	6,0	154,0	225,0	166,0	TT ZMU	224303
150	5,97	6,0	180,0	251,0	195,4	TT ZMU	224305
200	5,97	6,3	232,0	307,0	268,1	TT ZMU	224307
250	5,97	6,8	284,0	367,0	353,5	TT ZMU	224308
300	5,97	7,2	336,0	425,0	445,5	TT ZMU	224309
350	5,97	7,7	378,0	480,0	527,0	TT ZMU	224310
400	5,97	8,1	439,0	535,0	650,3	TT ZMU	224311
500	5,97	9,0	542,0	647,0	891,4	TT ZMU	224312
600	5,97	9,9	645,0	750,0	1135,4	TT ZMU	224313
700	5,97	10,8	748,0	865,0	1392,8	TT ZMU	224314

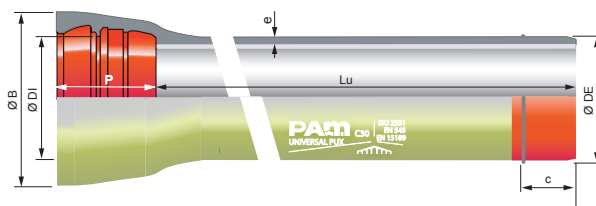
Nature des revêtements

TT PE: revêtement en PEHD extrudé épaisseur: 2,00 à 2,50 mm suivant DN
 TT PUX: revêtement en Polyuréthane renforcé épaisseur: 1 800 µm
 TT ZMU: revêtement en mortier de ciment épaisseur: 5,00 mm

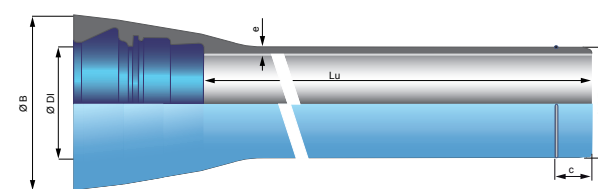
Refoulement assainissement : Gamme INTEGRAL - nous consulter



TT PE – DN 100 à DN 700



TT PUX – DN 800 à DN 1000



TT ZMU – DN 100 à DN 700



Jonctions verrouillées Universal Ve®

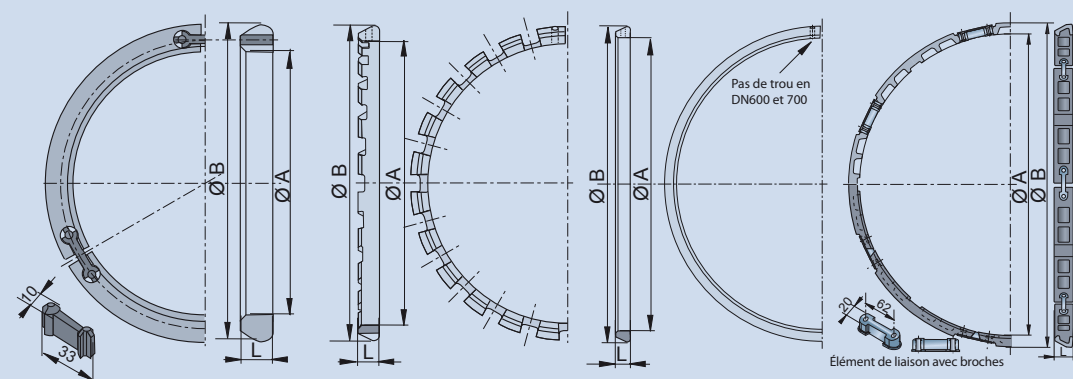
DN mm	Bague de joint Standard EPDM		Jonc de verrouillage métallique	
	Référence	Masse (kg)	Référence	Masse (kg)
100	JSB10BA	0,196	110259	0,500
125	JSB12BA	0,244	124151	0,700
150	JSB15BA	0,285	AKB15E	0,900
200	JSB20BA	0,384	AKB20E	1,300
250	JSB25BA	0,497	AKB25E	1,300
300	JSB30BA	0,712	AKB30E	1,800
350	JSB35BA	0,898	JKB35E	2,300
400	JSB40BA	1,077	JKB40E	3,600
450	JSB45BA	1,323	JKB45E	4,050
500	JSB50BA	1,544	JKB50E	4,600
600	JSB60BA	2,162	JKB60E	8,600
700	JSB70BA	2,871	110671	9,700
800	JSB80BA	3,670	JFB80S	17,300
900	JSB90BA	4,612	JFB90S	22,600
1000	JSC10BA	5,588	JFC10S	24,800

DN 100 à 200

DN 250 à 350

DN 400 à 700

DN 800 à 1200



Joncs de verrouillage métalliques Universal Ve®

Accessoires et outillages de montage/démontage
Consultez nos équipes commerciales et technico-commerciales

La gamme PAM

Cône métallique de protection HDD

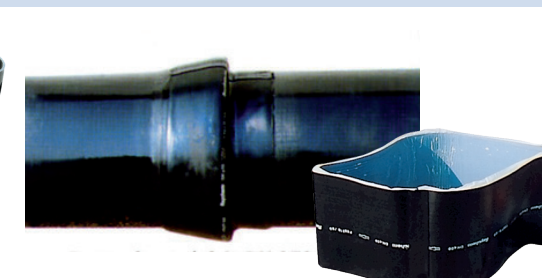
DN mm	Référence	Masse kg	Largeur mm	Épaisseur mm
100	110326	0,70	120	1,00
125	209752	0,75	120	1,00
150	110325	0,85	120	1,00
200	110324	1,20	130	1,00
250	110323	1,50	140	1,00
300	110322	1,80	155	1,00
350	207176	2,80	160	1,20
400	110321	3,00	170	1,20
450	211369	3,20	170	1,20
500	110320	3,50	180	1,20
600	110327	5,00	195	1,20
700	110328	6,00	210	1,20
800	228265	8,00	192	1,50
900	228268	11,70	285	1,50
1000	228270	9,00	192	1,50

Manchette élastomère TT PE & TT PUX

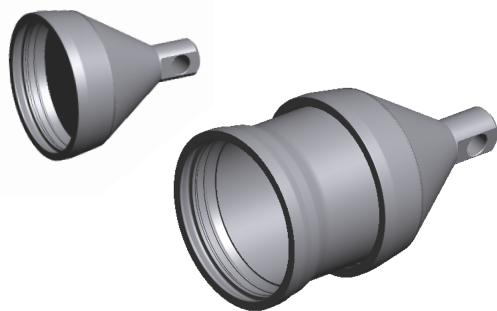
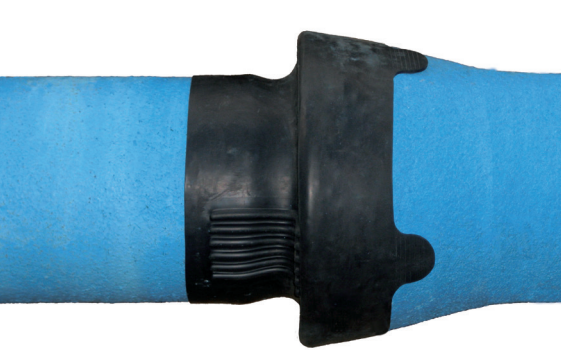
DN mm	Revêtement extérieur	Référence	Type
100	PE	JSB10YAT	Manchette TT PE
125	PE	JSB12YAT	Manchette TT PE
150	PE	JSB15YAT	Manchette TT PE
200	PE	JSB20YAT	Manchette TT PE
250	PE	JSB25YAT	Manchette TT PE
300	PE	JSB30YAT	Manchette TT PE
350	PE	158071	Manchon tubulaire
400	PE	158080	Manchon tubulaire
450	PE	158094	Manchon tubulaire
500	PE	158094	Manchon tubulaire
600	PE	123649	Manchon tubulaire
700	PE	211186	Manchon tubulaire
800	PUX	rouleau 30 m réf. 158030 + bande (x50) réf. 158098	Bande & rouleau
900	PUX		Bande & rouleau
1000	PUX		Bande & rouleau



manchette élastomère



manchon thermorétractable



Manchette élastomère TT ZMU

DN mm	Revêtement extérieur	Référence	Type
100	TT ZMU	110823	Manchette ZMU
125	TT ZMU	173263	Manchette ZMU
150	TT ZMU	110821	Manchette ZMU
200	TT ZMU	110822	Manchette ZMU
250	TT ZMU	110828	Manchette ZMU
300	TT ZMU	110834	Manchette ZMU
350	TT ZMU	110789	Manchette ZMU
400	TT ZMU	110750	Manchette ZMU
500	TT ZMU	110773	Manchette ZMU
600	TT ZMU	110776	Manchette ZMU
700	TT ZMU	110026	Manchette ZMU

Tête de tirage pour forage dirigé

DN mm	Référence	Jonction	Type	Masse kg
100	173371 - E01	Universal Tis-K	Monobloc	21,00
125	177688 - E01	Universal Tis-K	Monobloc	21,00
150	177686 - E01	Universal Tis-K	Monobloc	31,00
200	177685 - E01	Universal Tis-K	Monobloc	42,00
250	177684 - E01	Universal Tis-K	Monobloc	70,00
300	177683 - E01	Universal Tis-K	2 éléments	200,00
350	177689 - E01	Universal Ve	2 éléments	260,00
400	215720 - E01	Universal Ve	2 éléments	290,00
450	184694 - E01	Universal Ve	2 éléments	370,00
500	215792 - E01	Universal Ve	2 éléments	445,00
600	215897 - E01	Universal Ve	2 éléments	604,00
700	215988 - E01	Universal Ve	2 éléments	1050,00
800	229305	Universal Ve	2 éléments	1450,00
900	229307	Universal Ve	2 éléments	1920,00
1000	229309	Universal Ve	2 éléments	2110,00

Accessoires et outillages de montage/démontage
Consultez nos équipes commerciales et technico-commerciales



Antilles - Guyane et collectivités



Saint-Gobain PAM Canalisation •
Siège social
 21, avenue Camille Cavallier
 54705 Pont-à-Mousson Cedex • FRANCE
 Tél : +33 (0)3 83 80 73 50
 Fax : +33 (0)3 83 80 76 60
www.pamline.fr

Agences régionales

Dépôts



Grand Ouest

Départements : 16-17-18-19-22-23-24-29-33-35-36-37-40-41-44-49-53-56-64-72-79-85-86-87

Bordeaux

Rue de Galus - B.P. 80277 - 33697 MERIGNAC CEDEX
 Téléphone : 05 56 13 21 30 Télécopie : 05 56 13 21 54

Bourges

Rue Thomas Edison - ZAC des Varennes - 18000 BOURGES CEDEX
 Téléphone : 02 48 23 34 30 Télécopie : 02 48 23 34 40

Nantes

Zac de la Bérangerais, rue de Bavière - 44240 LA CHAPELLE-SUR-ERDRE
 Téléphone : 02 51 81 42 00 Télécopie : 02 51 81 42 25

Mérignac

Rue de Galus - B.P. 80277 - 33697 MERIGNAC CEDEX
 Téléphone : 05 56 13 21 30 Télécopie : 05 56 13 21 54

Bourges

Rue Thomas Edison - ZAC des Varennes - 18000 BOURGES CEDEX
 Téléphone : 02 48 23 34 35 Télécopie : 02 48 23 34 40

La Chapelle-sur-Erdre

ZAC de la Bérangerais - Rue de Bavière - 44240 LA CHAPELLE SUR ERDRE
 Téléphone : 02 51 81 42 30 Télécopie : 02 51 81 42 25

Ile de France – Nord

Départements : 02-14-27-28-45-50-59-60-61-62-75-76-77-78-80-89-91-92-93-94-95

Lille

Parc d'activités La Pilaterie - 21, rue du Centre
 B.P. 164 - 59444 WASQUEHAL CEDEX
 Téléphone : 03 20 81 84 00 Télécopie : 03 20 81 84 29

Wasquehal

Parc d'activités La Pilaterie - 21, rue du Centre - B.P. 164
 59444 WASQUEHAL CEDEX
 Téléphone : 03 20 81 84 20 Télécopie : 03 20 81 84 29

Bourg Achard

Parc d'Activités "Les Vergers de Quicangrogne" - Rue Fernand Lefée
 27310 BOURG ACHARD CEDEX
 Téléphone : 02 32 42 88 20 Télécopie : 02 32 42 88 21

Bonneuil-sur-Marne

4, route de l'île Barbière - (ancienne route de Stains)
 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE CEDEX
 Téléphone : 01 43 39 01 80 Télécopie : 01 43 39 91 91

Paris

4, route de l'île Barbière - (ancienne route de Stains)
 94380 BONNEUIL-SUR-MARNE CEDEX
 Téléphone : 01 43 39 01 80 Télécopie : 01 43 39 91 91

Lyon

Départements : 01-03-15-21-38-42-43-58-63-69-71-73-74
 12, Bld Monge - B.P. 9 - 69881 MEYZIEU CEDEX
 Téléphone : 04 78 04 54 50 Télécopie : 04 78 04 54 59

Meyzieu

12, Bld Monge B.P. 9 - 69881 MEYZIEU CEDEX
 Téléphone : 04 78 04 54 60 Télécopie : 04 78 04 54 64

Marseille

Départements : 04-05-06-07-13-20-26-30-34-48-83-84
 33, Parc d'activités des Pradeaux - 13850 GREASQUE CEDEX
 Téléphone : 04 42 12 65 00 Télécopie : 04 42 12 65 23

Gréasque

33, Parc d'activités des Pradeaux - 13850 GREASQUE CEDEX
 Téléphone : 04 42 12 65 00 Télécopie : 04 42 12 65 39

Grand-Est

Départements : 08-10-25-39-51-52-54-55-57-67-68-70-88-90

Nancy

Dynapôle Ludres Fléville - 834, rue Gustave-Eiffel
 B.P. 20098 - 54714 LUDRES CEDEX
 Téléphone : 03 83 50 45 45 Télécopie : 03 83 50 45 35

Fléville-devant-Nancy

Dynapôle Ludres-Fléville - 834, rue Gustave-Eiffel
 B.P. 20098 - 54714 LUDRES CEDEX
 Téléphone : 03 83 50 45 30 Télécopie : 03 83 50 45 35

Strasbourg

ZI Forlen - 8, rue des Imprimeurs - 67118 GEISPOLSHEIM
 Téléphone 03 88 34 13 38 Télécopie 03 88 44 33 42

Strasbourg-Geispolsheim

ZI Forlen - 8, rue des Imprimeurs - 67118 GEISPOLSHEIM
 Téléphone 03 88 34 13 38 Télécopie 03 88 44 33 42

Toulouse

Départements : 09-11-12-31-32-46-47-65-66-81-82 et principauté d'Andorre
 Zone Artisanale Vidailhan - 7, rue des frères Peugeot
 B.P. 93118 - 31131 BALMA CEDEX
 Téléphone : 05 61 36 87 00 Télécopie : 05 61 36 87 26

Balma

Zone Artisanale Vidailhan
 7, rue des frères Peugeot - B.P. 93118 - 31131 BALMA CEDEX
 Téléphone : 05 61 36 87 08 Télécopie : 05 61 36 87 09