

Avant Propos

La performance des tubes et raccords en PE et en PP apporte aux maîtres d'oeuvres, collectivités locales et autres utilisateurs des solutions pertinentes, pour améliorer de façon efficace les réseaux d'assainissement eaux pluviales (EP) eaux usées (EU).

Nous vous laissons découvrir les règles de l'art pour la mise en œuvre du PE et du PP ainsi que les raisons pour lesquelles les canalisations en PE et PP offrent des solutions durables et performantes pour l'assainissement.

Bonne lecture...

LE COMITÉ DE RÉDACTION DU STR-PE

Sommaire

1.	Historique et généralités	5	4.	Les systèmes de canalisations	2
	1.1 Soixante ans de progrès et de développement	5		4.1 Une multiplicité de critères	2
	1.2 PE et PP : des propriétés exceptionnelles	6		4.2 Les tubes annelés en PE et PP de type B	2.
	1.3 La matière première	6		4.3 Les tubes lisses à paroi structurée PE et PP	
	1.4 L'extrusion, la coextrusion et l'injection	6		de type A1 4.3.1 Les tubes lisses à paroi structurée PP	2
	1.5 Le rotomoulage et le façonnage	7		de type A1 4.3.2 Les tubes lisses à paroi structurée PE	2
2.	Conception, réglementation et mise en œuvre	9		de type A1	2
	2.1 La qualité certifiée	9		4.4 Les tubes PP et PE compact 4.4.1 Les tubes PP compact	2 8
	2.2 Fascicule 70 : la bible	9		4.4.2 Les tubes PE compact	2
	2.3 Les normes de référence	9		4.5 Les raccords et les accessoires	3
	2.3.1 NF EN 476	9		4.5.1 Les coudes	31
	2.3.2 NF EN 1610 2.3.3 NF 752	10 10		4.5.2 Les manchons 4.5.3 Les réductions	3
	2.4 Les marques de qualité	10		4.5.4 Les tés, les culottes et les branchements	3
	2.4.1 NF 442	10		4.5.5 Les bouchons	3.
	2.4.2 Marque CSTBat	11		4.6 Les joints d'étanchéité	3
	2.5 Les normes produits et les normes d'essais	11		4.7 L'accès aux canalisations	3
	2.6 Le marquage et la traçabilité	12		4.7.1 Les boîtes de branchement et d'inspection hors chaussée DN/ID < 600 4.7.2 Les boîtes de branchement et d'inspection	3:
2	Classification des tubes et raccords PE et PP	15		sous chaussée DN/ID ≥ 600	3
J.	3.1 Les canalisations rigides et les canalisations flexibles	15		4.7.3 Les regards visitables de diamètre ≥ 800	3.
	3.2 Rigidité annulaire, tenue mécanique et étanchéité	15			
	3.3 Les produits et leurs destinations	16	5 .	Conception et dimensionnement	3
	3.3.1 Les tubes annelés PE et PP de type B	16		5.1 Les cinq critères de base	3
	3.3.2 Les tubes lisses à paroi structurée PE et PP			5.2 Le dimensionnement hydraulique	3
	de type A	18		5.3 Le dimensionnement mécanique	3
	3.3.3 Les tubes PP compact 3.3.4 Les tubes PE compact	19 20		·	
	3.4 Les raccords	21			
	3.5 Les accessoires	22			

6. M	lanutention, transport et stockage	39	8.	Des atouts incontournables	49
6.	1 Règles générales	39		8.1 Pour chaque projet, une réponse	49
6.	2 Le transport et la livraison	39		8.2 L'étanchéité, un atout majeur	49
6.	3 La réception	39		8.3 La résistance aux agents chimiques	49
6.	4 Le déchargement	39		8.4 La résistance à la corrosion	50
6.	5 Le stockage sur dépôt	40		8.5 La résistance à l'agressivité des sols	50
6.	6 Le stockage sur chantier	40		8.6 L'insensibilité aux courants vagabonds et à la corrosion	50
7 84		40		8.7 L'absorption des contraintes sans rupture	50
/. IV	lise en œuvre	43		8.8 La résistance à l'abrasion	50
	1 Chaque phase est capitale	43		8.9 La tenue aux chocs	51
	2 La profondeur et la largeur de fouille	43		8.10 La légèreté : un véritable atout	51
7.	3 Le fond de fouille	44		Š	
7.	4 Le blindage	44	0	Ha kilan andiran amantal analisi	F2
7.	5 Le lit de pose	45	9.	Un bilan environnemental positif Cycle de vie, bilan carbone et recyclage	53 53
7.	6 Les techniques d'assemblage 7.6.1 L'assemblage par emboîtement 7.6.2 L'assemblage par electrosoudage 7.6.3 L'assemblage par soudage bout à bout	45 45 45 45	10	. Intérêts économiques Rentabilité et pérennité	55 55
7.	7 Les raccordements	46		Kentabilite et pereninte	33
7.	8 Le remblaiement et le compactage 7.8.1 L'enrobage et le calage 7.8.2 La couverture 7.8.3 Les essais de réception	46 47 48 48			



1. Historique et Généralités

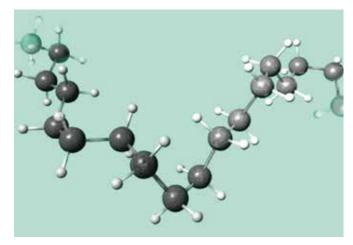
1.1 SOIXANTE ANS DE PROGRÈS ET DE DÉVELOPPEMENT

La première tonne de polyéthylène (PE) est produite en 1938. En 1954 apparaît le Polyéthylène Haute Densité (PEHD). La même année, des chimistes mettent au point un polypropylène (PP) à structure géométrique cristalline régulière. Comme le PE, ce matériau se distingue par sa résistance aux chocs et aux produits chimiques, grâce à la liaison de ses éléments de base, carbone et hydrogène, dans une structure de haute cristallinité.

En France, c'est au cours des années 1950 que la production industrielle de tubes devient significative, d'abord avec des résines « basse densité », puis « haute densité », plus performantes.

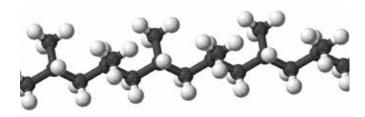
Dans les années 70, l'utilisation de canalisations en polyéthylène pour la distribution du gaz marque le véritable essor de ce matériau en France. Les quantités produites ne cessent alors d'augmenter chaque année. En 1977, Union Carbide annonce la polymérisation du PEBD en basse pression phase gazeuse, par copolymérisation « éthylène-butène », c'est la naissance du PEBD linéaire. Enfin, une nouvelle famille de Polyéthylène, dite « métallocène », faite en catalyse, voit le jour en 1993.

Après plus d'un demi-siècle d'une évolution exceptionnelle, les tubes en PE et PP restent des matériaux à la pointe de l'actualité.



Structure moléculaire Polyéthylène

$$\begin{pmatrix}
H & H \\
I & I \\
C & = & C \\
I & I \\
H & H
\end{pmatrix}$$
N



Structure moléculaire Polypropylène

$$\begin{pmatrix}
CH_3 & H \\
I & I \\
C & = C \\
I & I \\
H & H
\end{pmatrix}$$
N

1.2 PE ET PP : DES PROPRIÉTÉS EXCEPTIONNELLES

Le PE et le PP appartiennent à la même famille des polyoléfines. Ils possèdent en commun de nombreuses propriétés exceptionnelles qui répondent parfaitement aux exigences de qualité et de durabilité des réseaux d'assainissement eaux pluviales (EP) et eaux usées (EU).

Ces matériaux sont totalement insensibles à tout phénomène de corrosion. Ils présentent une très bonne tenue aux températures élevées, ainsi qu'une résistance importante aux chocs à basse température. Mécaniquement, ils apportent un compromis optimisé, entre une tenue élevée à la flexion et une rigidité annulaire importante. Ce sont des matériaux 100 % recyclables et non toxiques.

Les systèmes de canalisations PE et PP répondent aux différentes normes élaborées au plan européen dans le cadre du CEN TC 155. Ils satisfont également aux exigences du fascicule 70, vis-à-vis de la conception et de la mise en œuvre.

Le faible poids des différents composants optimise la sécurité et réduit la fatigue et les troubles musculo-squelettiques (TMS) qui affectent en particulier les travailleurs du BTP. La réduction des TMS fait partie des actions prioritaires de notre époque.

Utiliser des matériaux et composants légers et facilement manutentionnables, apporte une pierre à l'édifice de la réduction des pénibilités sur chantier.

1.3 LA MATIÈRE PREMIÈRE

Les résines PE et PP se présentent à la sortie des réacteurs, sous formes diverses.

La préparation, appelée « compoundage » consiste à incorporer à la résine des additifs dans le but de faciliter la transformation de la matière et d'améliorer certaines de ses caractéristiques, dont sa stabilité à l'environnement.



Parmi les additifs les plus courants, on peut citer les stabilisants, les anti UV ou le noir de carbone (destinés à la protection des tubes ou des raccords aux effets des rayons ultraviolets) et les antioxydants qui retardent l'oxydation thermique au cours de la transformation afin de conserver les caractéristiques des produits sous contraintes.

1.4 L'EXTRUSION, LA COEXTRUSION ET L'INJECTION

Trois techniques de transformation sont principalement utilisées : l'extrusion et la coextrusion pour les tubes, l'injection pour les raccords et les pièces spéciales.

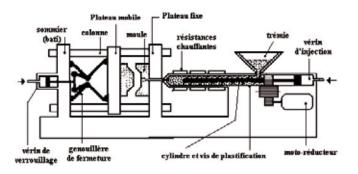
L'extrusion est une technique continue de transformation qui permet d'obtenir des produits finis. Une extrudeuse est constituée d'une vis d'Archimède tournant à vitesse contrôlée à l'intérieur d'un cylindre chauffé. Cet ensemble a pour fonction de « saisir » la matière, de la transporter par une vis sans fin, de la plastifier et de la fondre en cours de trajet, par chauffage et malaxage entre la vis et le cylindre, et enfin de la forcer, au travers d'un outillage, pour lui donner sa forme dans ses dimensions définitives.



Avec la coextrusion, plusieurs vis d'extrusion alimentent une filière pour extruder plusieurs couches de polymère, chacune ayant ses qualités propres. Cette technique permet d'une part d'obtenir des performances très élevées, chaque couche apportant sa contribution technique, et d'autre part d'obtenir une cohésion parfaite de ces différentes couches.

L'injection est utilisée pour fabriquer les accessoires d'assemblage. Ce processus discontinu permet de produire des objets de formes variées. L'élément principal de la machine est un moule dans lequel est usinée en creux l'empreinte de l'objet à réaliser. Cette empreinte est remplie à chaque cycle avec de la résine thermoplastique.

A cette fin, la machine comprend un ensemble vis-cylindre, plastifiant la matière permettant l'injection sous pression dans le moule. Après refroidissement et solidification de la matière, le moule s'ouvre et l'objet est éjecté.



1.5 LE ROTOMOULAGE ET LE FAÇONNAGE

Le rotomoulage permet d'obtenir des formes généralement de grandes dimensions, complexes, et sans aucun collage ni soudure. Les pièces produites par ce procédé sont creuses. Leur conception doit être pensée non seulement en fonction de l'usage final, mais aussi en prenant en compte les contraintes du procédé de moulage (répartition des épaisseurs matières, forme ou dimension interne de la pièce....)



Les résines sous forme de poudre sont introduites dans les moules, réalisés en deux parties démontables, et majoritairement fabriqués en tôle d'acier, en magnésium ou en aluminium.

Une fois chargé et fermé, le moule tourne suivant deux axes orthogonaux pendant une phase de chauffage. La chaleur est normalement apportée par des brûleurs à gaz ou à fioul. Elle peut également être produite par une résistance électrique, par infrarouge, voire plus rarement par micro-ondes.

Le façonnage permet également la réalisation de raccords et d'accessoires. Cette activité de chaudronnerie plastique consiste à assembler par soudage tous types de semi-produits, dans le but de concevoir des pièces sur mesure répondant à des besoins spécifiques. L'assemblage se fait par soudure à l'air chaud, avec apport de matière ou par polyfusion, on obtient ainsi une soudure dans la masse.



2. Conception, réglementation et mise œuvre

2.1 LA QUALITÉ CERTIFIÉE

Au cours des années, les tubes en PE et en PP ont profité de l'évolution technique des matières premières et de l'amélioration des procédés de fabrication. Ces progrès constants dans la qualité ont permis à ces tubes d'acquérir leurs lettres de noblesse au travers des avis techniques, des marques de qualité et de leur intégration dans le fascicule 70.

Les Avis Techniques sont délivrés par le CSTB, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

La marque de qualité CSTBat certifie la conformité du produit à l'avis technique.

La marque NF442 garantit la qualité des tubes, raccords et accessoires, pour les réseaux d'assainissement gravitaire en PE et en PP. Un ATEC pour les canalisations PE et PP est accompagné dans tous les cas d'une certification CSTBat.

2.2 FASCICULE 70 : LA BIBLE

Le Fascicule 70, cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux « ouvrages d'assainissement », définit les conditions d'exécution des ouvrages d'assainissement y compris les canalisations et les conditions de calcul mécanique des conduites en place.

Le titre l'évoque les dispositions générales, la nature et la qualité des matériaux, les études préalables, la justification de la tenue mécanique, la mise en œuvre et les conditions de réception des réseaux.

Le titre II traite plus spécifiquement des ouvrages de rétention ou d'infiltration des eaux pluviales. Certains aspects relèvent des travaux hydrauliques (étanchéité), d'autres sont proches des techniques de corps de chaussées.

2.3 LES NORMES DE RÉFÉRENCE

2.3.1 NF EN 476 : Les prescriptions générales applicables aux composants

La norme NF EN 476 établit les prescriptions générales applicables aux composants, tels que les tubes, les raccords ou pièces spéciales, les regards avec leurs assemblages respectifs, destinés à être utilisés dans les réseaux d'évacuation, de branchement et d'assainissement. Cette norme vise uniquement les réseaux à écoulement libre, dans lesquels la pression ne dépasse pas 40 kPa. Elle constitue la base générale pour la préparation ou la révision des normes de produits. En l'absence d'une norme de produit, la norme NF EN 476 sert de référence pour établir une spécification pour ce produit. Elle inclut les prescriptions sur le marquage, la maîtrise de la qualité et la certification.

La norme NF EN 476 comprend également des prescriptions communes applicables à tous les composants. Elle définit aussi des prescriptions particulières applicables aux composants utilisés dans les réseaux d'évacuation, à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments. Enfin, elle prévoit des prescriptions particulières applicables aux composants, utilisés pour les branchements et les réseaux d'assainissement.

2.3.2 NF EN 1610 : La mise en œuvre et les essais

La norme NF EN 1610 concerne la mise en œuvre et les essais des branchements et collecteurs d'assainissement. Elle complète en ce sens les informations contenues dans le Fascicule 70.

Les essais d'étanchéité doivent être réalisés à l'air (méthode «L») ou à l'eau (méthode «W»). On peut utiliser des essais distincts pour les tuyaux et pour les regards et boîtes de branchement, par exemple tuyaux à l'air et regards à l'eau. Dans le cas de la méthode «L», le nombre de remises en état et d'essais à nouveau après échec est illimité. Un premier essai peut être réalisé avant toute mise en place du remblai latéral. Pour l'acceptation finale, la canalisation doit être testée après remblai et retrait du blindage. Le choix de la méthode d'essai peut être indiqué par l'auteur du projet.

2.3.3 NF EN 752 : Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments

Les réseaux d'évacuation et d'assainissement font partie du système d'assainissement fournissant un service au public qui a pour objectif et pour domaine d'application :

- l'élimination des eaux usées des bâtiments pour des raisons de santé publique et d'hygiène
- la prévention des inondations dans les zones urbanisées
- la protection de l'environnement
- le développement durable.

La NF EN 752 fournit ainsi un cadre pour la conception, la construction, la réhabilitation, l'entretien et le fonctionnement des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments.

2.4 LES MARQUES DE QUALITÉ

2.4.1 NF 442 : La marque de qualité

La marque de qualité NF 442 a été publiée en janvier 2011. Elle garantit la conformité aux exigences des normes et autres textes en vigueur indiqués dans le référentiel de certification de la marque. Dans ce cadre, le CSTB est mandaté par l'AFNOR pour délivrer des certifications. Les certificats correspondants sont disponibles sur le site Internet du CSTB.

La marque NF 442 concerne entre autres les canalisations en polyéthylène (PE) et polypropylène (PP), qui entrent en jeu dans les réseaux d'assainissement gravitaire, du collecteur jusqu'à la station d'épuration. Elle vise les tubes, raccords, regards, boîtes d'inspection et de branchement, raccords auxiliaires, etc... répartis en 8 documents techniques (DT)

- Document technique 1 : Spécifications applicables à tous les groupes.
- Document technique 2:
 Systèmes de canalisations à parois structurées extérieures lisses (type A).
- Document technique 3 :
 Systèmes de canalisations à parois structurées extérieures profilées et intérieures lisses (Type B).
- Document technique 4 :
 Groupe raccords auxiliaires, boîtes de branchement et boîtes d'inspection.
- Document technique 5 :
 Groupe regards, boîtes d'inspection et de branchement dans les zones de circulation et réseaux enterrés profondément.
- Document technique 6 : Groupe systèmes de canalisations en PVC-U compact.

- Document technique 7 :
 Groupe systèmes de canalisations en PP compact.
- Document technique 8 : Groupe systèmes de canalisations en PE compact.

2.4.2 Avis techniques - Marque CSTBat

Les produits qui ne sont pas certifiés « NF » peuvent faire l'objet d'une certification CSTBat délivré par le CSTB. En France, les produits dits innovants ou de techniques non courantes sont soumis à l'Avis Technique. Les produits concernés sont par exemple les canalisations en polypropylène de rigidité 10kN/m² et 12kN/m². Les avis techniques sont délivrés pour une durée de 3 ans à l'admission, puis pour une durée de 5 ans dans le cadre du renouvellement.

La marque CSTBat fait l'objet d'un renouvellement annuel. Il appartient au rédacteur du CCTP de vérifier le numéro et la validité de l'avis technique visé ; la validité de l'ATEC est conditionné à la validité de la certification CSTBat. La certification, à l'avis technique (marquage CSTBat) est la certification par un organisme tiers, de la conformité au référentiel technique de cet avis.

2.5 LES NORMES PRODUITS ET ET LES NORMES D'ESSAIS

Les normes produits

Les normes produits sont en général élaborées au plan européen (CENTC 155) ou à l'ISO (TC 138 SC1), elles sont indiquées dans les différents tableaux du chapitre 3.

NF EN 13476-1 : Systèmes de canalisations en plastiques pour les branchements et les collecteurs d'assainissements sans pression enterrés – Systèmes de canalisations à parois structurées en PP et PE- Partie 1 : Exigences générales et caractéristiques de performance.

NF EN 13476-2 : Systèmes de canalisations en plastiques pour les branchements et les collecteurs d'assainissements sans pression enterrés – Systèmes de canalisations à parois structurées en PP et PE- Partie 2 : Spécifications pour les tubes et raccords avec une surface interne et externe lisse et le système, de type A.

NF EN 13476-3 : Systèmes de canalisations en plastiques pour les branchements et les collecteurs d'assainissements sans pression enterrés – Systèmes de canalisations à parois structurées en PP et PE- Partie 3 : Spécifications pour les tubes et raccords avec une surface interne lisse et une surface externe profilée et le système, de type B.

NF EN 1852-1 : Systèmes de canalisations en plastiques pour les branchements et les collecteurs enterrés d'assainissements sans pression – polypropylène (PP) – Partie 1 : Spécifications pour les tubes, les raccords et le système.

NF EN 12666-1 : Systèmes de canalisations en plastiques pour les branchements et les collecteurs enterrés d'assainissements sans pression – polyéthylène (PE) – Partie 1 : Spécifications pour les tubes, les raccords et le système.

NF EN 13598-1 : Systèmes de canalisations en plastiques pour les branchements et les collecteurs d'assainissements enterrés sans pression- polypropylène (PP) et polyéthylène (PE) – Partie 1 : Spécifications pour les raccords auxiliaires y compris les boîtes de branchement.

NF EN 13598-2 : Systèmes de canalisations en plastiques pour les branchements et les collecteurs d'assainissements enterrés sans pression- polypropylène (PP) et polyéthylène (PE) – Partie 2 : Spécifications relatives aux regards et aux boîtes d'inspection et de branchement dans les zones de circulation et dans les réseaux enterrés profondément.

Les normes d'essais

En ce qui concerne les normes des méthodes d'essai, sept documents principaux sont à retenir: la norme EN ISO 9969, la norme EN ISO 9967, la norme EN 1277, le chapitre 6.5 de l'EN 476/1997, la norme EN 14741, la norme EN 1053, la norme EN 1979, NF EN 744, NF EN 1411.

La norme NF EN ISO 9969 permet de mesurer la rigidité annulaire des tubes (classification SN).

La norme NF EN ISO 9967 caractérise le taux de fluage des tubes,

La norme NF EN ISO 3126 permet de déterminer les dimensions des systèmes de canalisations en plastiques,

La norme NF EN 1277 définit les méthodes d'essai d'étanchéité des assemblages à bague d'étanchéité en élastomère, Le chapitre 6.5 de la norme NF EN 476/1997 définit les prescriptions générales pour les composants utilisés dans les réseaux d'évacuation, de branchement et d'assainissement à écoulement libre.

La norme NF EN 14741 définit les méthodes d'essai pour la performance à long terme des assemblages avec garnitures d'étanchéité en élastomère.

La norme NF EN 1053 définit les méthodes d'essai de résistance à des cycles à température élevée,

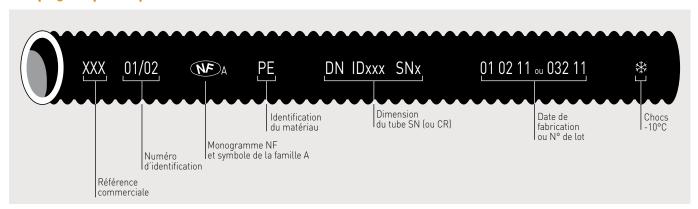
La norme NF EN 1979 détermine la résistance en traction de la ligne de soudure, pour les systèmes de canalisations à paroi structurée enroulés en hélice.

NF EN 744 prescrit une méthode pour déterminer la résistance des tubes thermoplastiques aux chocs externes en utilisant la méthode du cadran.

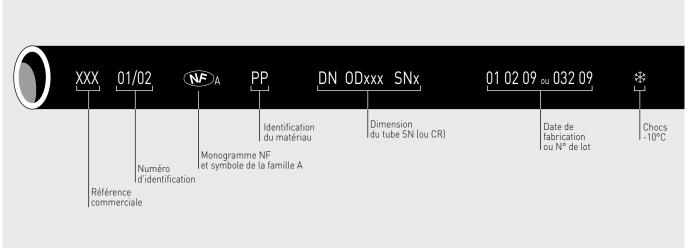
NF EN 1411 détermine la résistance des tubes thermoplastiques aux chocs externes en utilisant la méthode en escalier.

2.6 LE MARQUAGE ET LA TRAÇABILITÉ

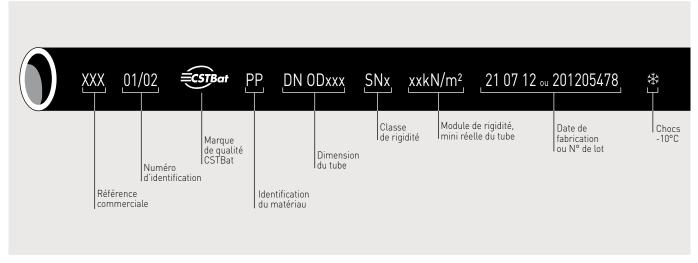
Marquage du produit pour NF et CSTBat



Exemple de marquage de tubes PE annelé pour réseau d'assainissement - Marque NF.



Exemple de marquage de tubes PP compact pour réseau d'assainissement - Marque NF.



Exemple de marquage de tubes PP structurés pour réseau d'assainissement - Marque CSTBat.



3. Classification des tubes et raccords PE et PP

3.1 LES CANALISATIONS RIGIDES ET LES CANALISATIONS FLEXIBLES

Le comportement sous charge des tubes enterrés conduit à distinguer deux catégories de canalisations : les canalisations définies comme « rigides » et celles définies comme « flexibles ». C'est le cas des canalisations en PE et PP. Cette caractéristique leur permet d'éviter le risque de fissuration.

La première famille concerne les canalisations en béton, en grès et en fonte. Leur déformation éventuelle sous l'effet de charges est inférieure à celle du terrain qui les entoure. Elles supportent donc quasiment seules les contraintes liées au terrain.

La seconde famille englobe les canalisations PE et PP qui font participer le terrain à la prise en compte des contraintes de charge. Le couple « tube/terrain » oppose à la contrainte reçue une résistance équivalente à celle d'un tube rigide qui, lui, la supporte seul. Les risques de fissurations ou de ruptures sont ainsi considérablement diminués.



3.2 RIGIDITÉ ANNULAIRE, TENUE MÉCANIQUE ET ÉTANCHÉITÉ

Pour être aptes à l'emploi, les canalisations PE et PP utilisées en assainissement doivent répondre à une multiplicité de critères, dont les plus importants sont la rigidité annulaire, la tenue mécanique de la structure, le niveau d'étanchéité des différents éléments de la canalisation et le respect de la pente.

La rigidité annulaire est définie en mesurant la force et la déformation produites au cours de l'ovalisation d'un élément de canalisation. Ces essais permettent d'obtenir une classe de rigidité dite « SN », pour « Nominal Stiffness ». Ces classes sont au nombre de trois, SN4, SN8 et SN16, elles sont exprimées en kN/m². Des rigidités intermédiaires (SN 10 et 12) peuvent être certifiées sous marque CSTBat.

La résistance mécanique est principalement contrôlée au travers de deux essais, la flexibilité annulaire et la résistance aux chocs.

La qualité de l'étanchéité des éléments de canalisations représente une exigence majeure pour les maîtres d'ouvrage et les agences de bassin. Les conditions d'essais sont définies par la norme NF EN 1277 : méthodes d'essai d'étanchéité des assemblages à baque d'étanchéité en élastomère.

3.3 LES PRODUITS ET LEURS DESTINATIONS

Les tubes annelés en PE ou en PP sont aujourd'hui majoritairement destinés aux eaux pluviales, les tubes à parois lisses se destinent aux eaux usées comme aux eaux pluviales.

Quelque soit la technique retenue, ces tubes se distinguent par leur résistance mécanique élevée, leurs qualités hydrauliques, leur tenue aux chocs importante, leur longévité, et leur facilité de recyclage. Il faut aussi mentionner leur résistance aux agents chimiques, à l'abrasion et aux températures basses et hautes. L'inertie de ces matériaux à la corrosion est également reconnue.

3.3.1 Les tubes annelés PE et PP de Type B

Pour un usage en assainissement, les tubes annelés PP et PE de type B doivent présenter une rigidité annulaire, selon la norme ISO 9969, supérieure ou égale à 4 kN/m² pour la classe de rigidité SN4, 8 kN/m² pour la classe SN8, etc. La classe SN8 permet de satisfaire dans presque tous les cas l'intégrité du réseau, et répondre ainsi aux exigences de mise en œuvre définie dans le Fascicule 70.

Les tubes annelés PE et PP relèvent de la norme NF EN 13476-3 : Systèmes de canalisations en plastiques pour les branchements et les collecteurs d'assainissement, sans pression enterrés - partie 3 : Spécifications pour les tubes et raccords avec une surface interne lisse et une surface externe profilée et le système, de type B.

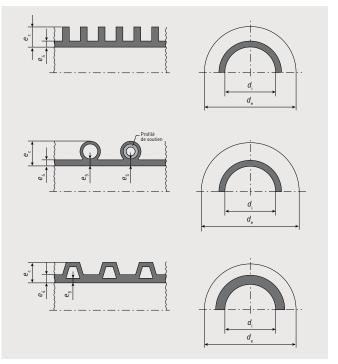


Leur flexibilité annulaire, selon la norme NF EN ISO 13968, doit permettre le maintien de l'intégrité de la structure entre 20 et 30 % d'ovalisation en fonction du diamètre du tube.

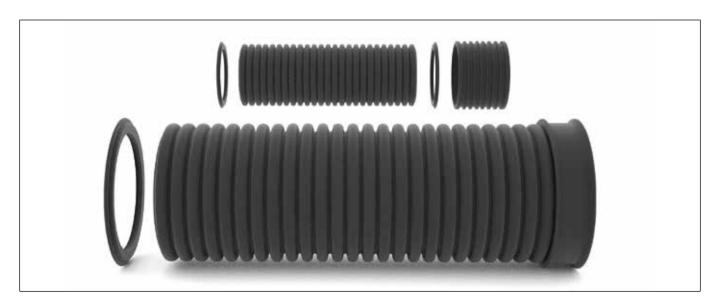


Leur résistance aux chocs par une température de 0°C est mesurée selon les modalités de la norme NF EN 744, et en option à -10°C, suivant la norme NF EN 1411. Il faut noter qu'un essai de résistance en traction de la ligne de soudure s'applique aux tubes spiralés.





Exemples types de constructions de parois de Type B



Caractéristiques et Méthodes d'essais	Tube PP	Tube PE				
Essai à l'étuve ISO 12091	150°C / Absence de décollement, craquelure ou bulle	110°C / Absence de décollement, craquelure ou bulle				
Rigidité annulaire NF EN ISO 9969	$SN4 : \ge 4kN/m^2$ $SN8 : \ge 8kN/m^2$ $SN16 : \ge 16kN/m^2$					
Résistance aux chocs NF EN 744	Température 0°C TIR ≤ 10% Paramètres d'essai : voir tableau 14 de la norme NF EN 13476-3					
Résistance aux chocs NF EN 1411	Température -10°C TIR ≤ 10% Paramètres d'essai : voir tableau 14 de la norme NF EN 13476-3					
Flexibilité annulaire NF EN ISO 13968	Pas de destructuration à 30% d'ovalisation pour tube DN ID ≤ 800 et DN OD ≤ 1000 Pas de destructuration à 20% d'ovalisation pour tube DN ID > 800 et DN OD > 1000 La valeur garantie par le fabricant ainsi que les ovalisations limites de calcul conformémen au fascicule 70 figurent dans le certificat Conforme au 9.1.2 de la norme NF EN 12476-3					
Taux de fluage NF EN ISO 9967	PP et PE : Extrapolation à 2 ans : ≤4					
Résistance traction de la ligne de soudure NF EN 1979 applicable uniquement aux tubes spiralés (15 mm/min)	Conforme au 9.1.3 de la	a norme NF EN 13476-3				

Les matières premières utilisées doivent satisfaire à 1 essai de pression 1 000 heures (le PE 80°C/ 2,8 MPa et le PP 95°C/ 2,5 MPa).

3.3.2 Les tubes lisses à paroi structurée PE et PP de type A

Ces tubes relèvent soit de la norme NF EN 13476-2, soit de la procédure d'Avis Technique, ceci en fonction de la nature et des teneurs des charges utilisées pour leur fabrication. La rigidité annulaire des tubes à paroi structurée PP et PE de Type A doit être supérieure ou égale à 4 kN/m² pour la classe de rigidité SN4, 8 kN/m² pour la classe SN8, 16 kN/m² pour la classe SN 16. Des rigidités intermédiaires existent, 10 kN/m² et 12 KN/m².

La flexibilité annulaire des tubes PP à paroi struturée selon NF EN ISO 13968 permet de vérifier le maintien de l'intégrité de la structure à 30% d'ovalisation. Leur résistance aux chocs par une température de 0°C est mesurée selon les

modalités de la norme NF EN 744, et en option à -10°C, suivant la norme NF EN 1411. Cette dernière tenue aux chocs est identifié par la prise en compte du symbole ∰ dans le marquage des tubes revendiquant cette spécification. Il faut noter que les essai de résistance en traction de la ligne de soudure s'applique aux tubes spiralés.

Enfin, les tubes en PP utilisés en assainissement doivent présenter une résistance à la traction minimale supérieure ou égale à 20 MPa.



Caractéristiques et Méthodes d'essais	Tube PP	Tube PE		
Rigidité annulaire NF EN ISO 9969	$SN4 : \ge 4kN/m^2$ $SN8 : \ge 8kN/m^2$ $SN16 : \ge 16kN/m^2$			
Résistance aux chocs NF EN 744	Température 0°C TIR ≤ 10% Paramètres d'essai : voir tableau 15 de la norme NF EN 13476-2			
Résistance aux chocs NF EN 1411	Température -10°C TIR ≤ 10% Paramètres d'essai : voir tableau 15 de la norme NF EN 13476-2			
Caractéristiques en traction NF EN ISO 6259-1 et ISO 6259-3	Résistance minimale≥ 20MPa sur l'ensemble de la section du tube multicouche			
Flexibilité annulaire NF EN ISO 13968	Pas de destruction de structure à 30% d'ovalisation Conforme au 9.1.2 de la norme NF EN 12476-2			
Taux de fluage NF EN ISO 9967	PP et PE : Extrapolation à 2 ans : ≤4			
Résistance traction de la ligne de soudure NF EN 1979 applicable uniquement aux tubes spiralés (15 mm/min)	Conforme au 9.1.3 de la norme NF EN 13476-2			

Pour les tubes relevant de la NF EN 13476-2, les matières premières utilisées au niveau des couches compactes externes et internes doivent satisfaire à 1 essai de pression 1 000 heures (le PE 80° C / 2,8 MPa et le PP 95° C / 2,5 MPa).

3.3.3 Les tubes PP compact

Les tubes lisses PP compact relèvent de la norme NF EN 1852-1. Leur rigidité annulaire est supérieure ou égale à 4 kN/m² pour la classe SN4, 8kN/m² pour la classe SN8 et enfin 16kN/m² pour la classe SN16. Une rigidité intermédiaire existe 10 kN/m²

La flexibilité annulaire des tubes PP compact selon NF EN ISO 13968 permet de vérifier le maintien de l'intégrité de la structure à 30% d'ovalisation. Leur résistance aux chocs à 0°C est vérifiée selon la NF EN 744 et les paramètres d'essai figurant à la norme NF EN 1852-1.

Leur résistance aux chocs à – 10°C en option est quant à elle vérifiée selon la NF EN 1411 et les paramètres d'essai figurant à la NF EN 1852-1. Cette dernière tenue aux chocs est identifiée par la prise en compte du symbole ★ représentant un cristal de glace dans le marquage des tubes revendiquant cette spécification.

Ces tubes présentent une tenue à la traction minimale de 25 MPa (exigence complémentaire de la marque NF 442).

Spécifications tubes PP

Caractéristiques et Méthodes d'essais	Tube PP
Rigidité annulaire NF EN ISO 9969	CR4 : \geq 4kN/m ² CR8 : \geq 8kN/m ² CR16 : \geq 16kN/m ²
Taux de fluage NF EN ISO 9967	≤4
Résistance aux chocs NF EN 1411	Température -10°C H50 ≥ 1m Au maximum, une rupture au-dessous de 0.5 m Paramètres d'essai : voir tableau 9 de la norme NF EN 1852-1
Résistance aux chocs NF EN 744	Température 0°C TIR ≤ 10% Paramètres d'essai : voir tableau 8 de la norme NF EN 1852-1

Référence normative NF EN 1852.

Les matières premières utilisées doivent satisfaire à 1 essai de pression 1 000 heures (le PP 95° C / 2,5 MPa)

3.3.4 Les tubes PE compact

Les tubes PE compact relèvent de la norme NF EN 12666-1. Leur rigidité annulaire est supérieure ou égale à 4 kN/m² pour la classe SN4 et 8kN/m² pour la classe SN8. La flexibilité annulaire des tubes PE compact selon NF EN ISO 13968 permet de vérifier le maintien de l'intégrité de la structure à 30% d'ovalisation. Leur résistance aux chocs à 0°C est vérifiée selon la NF EN 744.

Ces tubes présentent une tenue minimale à la traction de 15 MPa.

Spécifications tubes PE

Caractéristiques et Méthodes d'essais	Tube PE
Rigidité annulaire NF EN ISO 9969	$CR4 : \ge 4kN/m^2$ $CR8 : \ge 8kN/m^2$
Taux de fluage NF EN ISO 9967	≤4.5

Référence normative NF EN 12 666.

Les matières premières utilisées doivent satisfaire à 1 essai de pression 1 000 heures (le PE 80° C / 2,8 MPa)

3.4 LES RACCORDS

Lorsqu'un raccord possède la même construction de paroi que celle du tube correspondant, sa rigidité, en raison de sa géometrie, est égale ou supérieure à celle du tube. Il est classé dans la même classe de rigidité que celle du tube, sans vérifier sa rigidité par un essai.



Raccord injecté



Raccord façonné

Les raccords injectés ou façonnés en PE compact relèvent de la norme NF EN 12666-1.

Les raccords injectés ou façonnés en PP compact relèvent de la norme NF EN 1852-1.

Les raccords lisses façonnés, en PE ou en PP, relèvent de la norme de référence NF EN 13476-2 et les raccords annelés façonnés ou injectés en PE ou PP relèvent de la norme de référence NF EN 13476-3.



Raccord façonné

Caractéristiques mécaniques des raccords

Caractéristiques	Exigences	Paramètres	d'essai	Méthode d'essai
Rigidité*	≥ SN approprié	Doit être conforme à ISO 13967		ISO 13967
Essai de résistance au choc	Pas de craquelure dans la paroi. Les joints détachés doivent pouvoir être remis correctement en place manuellement	Température d'essai Hauteur de chute pour : $d_e \le 125$ $d_e > 125$ Position de l'impact	0°C 1000 mm 500 mm Entrée de l'emboîture	EN 12261
Résistance mécanique ou fléxibilité	Aucun signe de déchirement, craquelure, séparation et/ou fuite	Soit Durée d'essai Moment minimal pour : $d_e \le 250$ $d_e > 250$ Ou Déplacement minimal	15 mn 0.1[DN]3x10-6 kNm 0.01[DN]kNm	EN 12256 EN 12256

^{*} Lorsqu'un raccord conforme à la présente norme possède la même construction de paroi que le tube correspondant, la rigidité du raccord, en raison de sa géométrie, est égale ou supérieure à celle du tube. Ces raccords peuvent être classés dans la même classe de rigidité que le tube, sans soumettre cette rigidité à essai.

3.5 LES ACCESSOIRES

Les accessoires en PP et PE regroupent principalement des boîtes de branchement et d'inspection, ainsi que des regards de visite.

Ces produits se distinguent par des performances élevées en termes d'étanchéité, d'adaptabilité, de résistance mécanique aux chocs à l'abrasion et à la corrosion, d'inertie chimique, d'homogénéité et de longévité du réseau. Comme les canalisations en PE et PP, ces accessoires sont légers, faciles à manutentionner et à mettre en œuvre. (Voir également en 4.5)



Regard en PP



Regard en PE



Boîte de branchement



Regard façonné en PE



4. Les Systèmes de canalisations

4.1 UNE MULTIPLICITÉ DE CRITÈRES

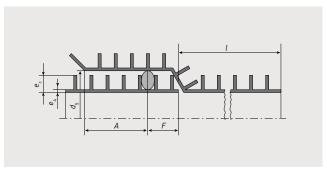
En fonction des caractéristiques du projet, les prescripteurs comme les installateurs doivent retenir les tubes, raccords et boîtes de branchement, en se référant à la marque de qualité NF 442 ou à la marque CSTBat.

Les canalisations en PE et PP destinées à l'assainissement enterré sans pression se définissent par leur rigidité annulaire et leur diamètre nominal : DN/OD pour les tubes lisses, DN/ID pour les tubes annelés. Elles se définissent également par leurs raccords, leur marquage, leur conditionnement et leur couleur.

Les tubes sont fabriqués principalement en longueur de 6 mètres ou de 3 mètres.

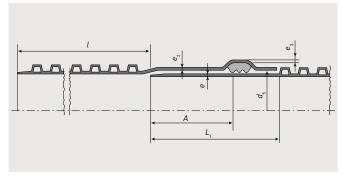
4.2 LES TUBES ANNELÉS EN PE ET PP DE TYPE B

Pour le marché français, les dimensions des tubes et raccords sont majoritairement établies en fonction de leur diamètre intérieur (Série DN/ID). La longueur utile d'un tube (l) ne doit pas être inférieure à celle spécifiée par le fabricant, lorsqu'elle est mesurée comme indiqué sur les figures ci-contre :

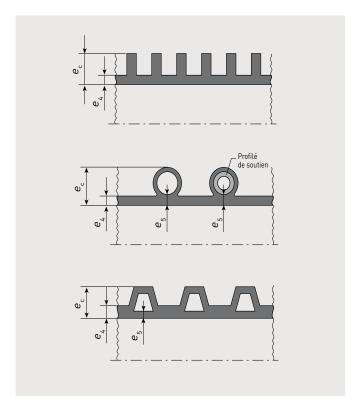


Exemple d'assemblage à bague d'étanchéité en élastomère avec la bague d'étanchéité située sur le bout mâle, de Type B.

Note : Il convient que la position de la bague d'étanchéité soit spécifiée par le fabricant.



Exemple d'assemblage à bague d'étanchéité en élastomère avec la bague d'étanchéité située dans l'emboîture, de Type B.



Exemples de parois de tubes de type B

Pour la série DN/ID utilisée en France, les dimensions nominales et les diamètres intérieurs moyens minimaux préférentiels sont spécifiés dans le tableau ci-contre.

Le diamètre intérieur minimal théorique dim'min sera conforme aux exigences relatives aux écarts limites maximaux des diamètres intérieurs, données dans la norme EN 476.

Pour la série DN/ID non spécifiée dans le tableau, le diamètre intérieur minimal *dim'min*, sera interpolé linéairement entre les valeurs contiguës spécifiées dans le tableau.

Tableau dimensions nominales, diamètres intérieurs moyens minimaux, épaisseur des couches intérieures et longueur des emboîtures

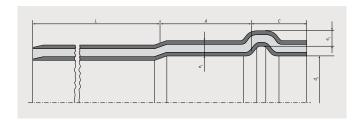
	intérieurs ninimaux	Epaisseu mini	r de paroi male	Emboîture
Série DN/ID	<i>dim</i> , min	e ₄ ,min*	e ₅ ,min*	<i>A</i> min
100	95	1.0	1.0	32
125	120	1.2	1.0	38
150	145	1.3	1.0	43
200	195	1.5 1.1		54
225	220	1.7	1.4	55
250	245	1.8	1.5	59
300	294	2.0	1.7	64
400	392	2.5	2.3	74
500	490	3.0	3.0	85
600	588	3.5	3.5	96
800	785	4.5	4.5	118
1000	985	5.0	5.0	140
1200	1185	5.0	5.0	162

^{*} e4 et e5 : dimensions correspondant aux schémas ci-dessus : exemples de parois de tube type B référence normative NF EN 13476-3

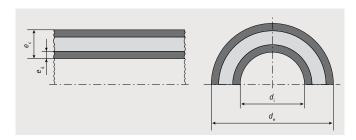
4.3 LES TUBES LISSES À PAROI STRUCTURÉE PE ET PP DE TYPE A1

4.3.1 les tubes lisses à paroi structurée PP de type A1

Les dimensions des tubes et raccords sont très majoritairement établies en fonction de leur diamètre extérieur (Série DN/OD). La longueur utile d'un tube (l) ne doit pas être inférieure à celle spécifiée par le fabricant, lorsqu'elle est mesurée comme indiqué sur la figure ci-dessous.



Exemple type de systèmes d'assemblage



Exemple type de construction de type A1

Les diamètres extérieurs et leurs tolérances sont spécifiés dans le premier tableau ci-dessous, les autres dimensions dans le tableau suivant.

Les caractéristiques dimensionnelles des tubes lisses à paroi structurée de type A1 sont déterminées dans la norme NF FN 13476-2

Tableau dimensions nominales, diamètres intérieurs moyens minimaux, épaisseur des couches intérieures et longueur des emboîtures

	Diamètres intérieurs moyen minimaux		Emboîture	
Série DN/ID	<i>dim</i> , min	A1 Renvoi 3.3.2 - e ₄ ,min*	<i>A</i> min	
110	90	0.4	40	
125	105	0.4	43	
160	134	0.5	50	
200	167	0.6	58	
250	209	0.7	68	
315	263	0.8	81	
400	335	1.0	98	
500	418	1.3	118	
630	527	1.6	144	
800	669	2.0	160	
1000	837	2.5	180	
1200	1005	2.8	200	

4.3.2 les tubes lisses à paroi structurée PE de type A1

Les caractéristiques dimensionnelles des tubes lisses à paroi structurée de type A1 sont déterminées dans la norme NF FN 13476-2.

En conséquence pour les caractéristiques dimensionnelles de ces tubes se reporter au paragraphe précédent.

4.4 LES TUBES PP ET PE COMPACT

4.4.1 Les tubes PP compact

Les dimensions des tubes PP compact sont définies selon la norme NF EN 1852-1.



Diamètres extérieurs moyens

	•										
Dimension	Diamètre extérieur nominal	Diamètre extérieur moyen (1)									
nominale DN/OD	<i>d</i> n	<i>d</i> em, min	<i>d</i> em, max								
110	110	110,0	110,4								
125	125	125,0	125,4								
160	160	160,0	160,5								
200	200	200,0	200,6								
250	250	250,0	250,8								
315	315	315,0	316,0								
355	355	355,0	358,2								
400	400	400,0	403,6								
450	450	450,0	454,1								
500	500	500,0	504,5								
630	630	630,0	635,7								
800	800	800,0	807,2								
1000	1000	1000,0	1009,0								
1200	1200	1200,0	1210,0								
1400	1400	1400,0	1410,0								
1600	1600	1600.0	1610.0								

Epaisseurs de paroi minimales pour différentes rigidités annulaires (en millimètres)

	Diamètro ovtériour	Diamètre extérieur Epaisseur de paroi ^{a,b}									
Dimension nominale DN/OD	nominal		N2 SDR41		N4 SDR 33		N8 SDR29		18 ^e · SDR26		116 - SDR22
	<i>d</i> n	<i>e</i> min	<i>e</i> m, max	<i>e</i> min	<i>e</i> m, max	<i>e</i> min	<i>e</i> m, max	<i>e</i> min	<i>e</i> m, max	<i>e</i> min	<i>e</i> m, max
110	110	-	-	3,4	4,0	3,8	4,4	4,2	4,9	5,0	5,7
125	125	-	-	3,9	4,5	4,3	5,0	4,8	5,5	5,7	6,5
160	160	-	-	4,9	5,6	5,5	6,3	6,2	7,1	7,3	8,3
200	200	-	-	6,2	7,1	6,9	7,8	7,7	8,7	9,1	10,3
250	250	6,2	7,1	7,7	8,7	8,6	9,7	9,6	10,8	11,4	12,8
315	315	7,7	8,7	9,7	10,9	10,8	12,1	12,1	13,6	14,4	16,1
355	355	8,7	9,8	10,9	12,3	12,2	13,7	13,6	15,2	16,2	18,1
400	400	9,8	11,0	12,3	13,8	13,7	15,3	15,3	17,1	18,2	20,3
450	450	11,0	12,3	13,8	15,4	15,4	17,2	17,2	19,2	20,5	22,8
500	500	12,3	13,8	15,3	17,1	17,1	19,1	19,1	21,3	22,8	25,3
630	630	15,4	17,2	19,3	21,5	21,5	24,0	24,1	26,8	28,7	31,8
800	800	19,6	21,8	24,5	27,2	27,2	30,4	30,6	33,9	36,4	40,3

Epaisseurs de paroi minimales pour différentes rigidités annulaires (en millimètres) suite

	Diamètre extérieur	Epaisseur de paroi ^{a,b}									
Dimension nominale DN/OD	nominal	SN2 S20 ^C - SDR41 S					N8 SDR29	SN8 ^e S12,5 - SDR26		SN16 S10,5 ^d - SDR22	
	<i>d</i> n	<i>e</i> min	<i>e</i> m, max	<i>e</i> min	<i>e</i> m, max	<i>e</i> min	<i>e</i> m, max	<i>e</i> min	<i>e</i> m, max	<i>e</i> min	<i>e</i> m, max
1000	1000	24,5	27,2	30,6	33,9	33,9	37,9	38,2	42,3	45,5	50,3
1200	1200	29,4	32,6	36,7	40,6	40,6	45,5	45,9	50,7	54,6	60,3
1400	1400	34,3	38,0	42,9	47,4	47,4	52,9	53,5	59,1	63,7	70,3
1600	1600	39,2	43,4	49,0	54,1	54,1	60,4	61,2	67,5	72,7	80,2

a Les valeurs emin sont conformes à l'ISO 4065 (2)

NOTE : Le SN16 est nécessaire uniquement lorsque les conditions de pose et de sol exigent une rigidité annulaire élevée.

Diamètres extérieurs moyens (tolérances étroites CT)

Dimension nominale DN/OD	Diamètre Diamètre ex extérieur nominal moyen			
Hollillate DIV/OD	<i>d</i> n	<i>d</i> em, min	<i>d</i> em, max	
200	200	200,0	200,5	
250	250	250,0	250,5	
315	315	315,0	315,6	
355	355	355,0	355,7	
400	400	400,0	400,7	
450	450	450,0	450,8	
500	500	500,0	500,9	
630	630	630,0	631,1	

4.4.2 Les tubes PE compact

Les dimensions des tubes PE compact sont définies selon la norme NF EN 12666-1.

Diamètres extérieurs moyens (tableau 2 NF EN 12666-1)

Dimension	Diamètre extérieur nominal		
nominale DN/OD	<i>d</i> n	<i>d</i> em, min	<i>d</i> em, max
110	110	110,0	111,0
125	125	125,0	126,2
160	160	160,0	161,5
200	200	200,0	201,8
250	250	250,0	252,3
315	315	315,0	317,9
355	355	355,0	358,2
400	400	400,0	403,6
450	450	450,0	454,1
500	500	500,0	504,5
560	560	560,0	565,0
630	630	630,0	635,7
710	710	710,0	716,4
800	800	800,0	807,2
1000	1000	1000,0	1009,0
1200	1200	1200,0	1210,0
1400	1400	1400,0	1410,0
1600	1600	1600,0	1610,0

b Les tolérances pour l'épaisseur de paroi sont en conformité avec l'ISO 11922-1 (4), dégré W.

c S20 est applicable uniquement pour le code de zone d'application «U».

d Il est nécessaire d'utiliser une matière PP avec un module E élevé pour satisfaire les exigences de rigidité de ces séries de tubes, voir également le tableau 7.

e Les informations relatives à l'épaisseur de paroi des tubes de série S11,2 pour le SN8 sont données dans l'Annexe A.

Diamètres extérieurs moyens (tableau 3 NF EN 12666-1)

<u> </u>								
Dimension	Diamètre	Epaisseur de paroi						
nominale DN/OD	nominai		SN4 - SDR26		SN8 - SDR21		SN16 - SDR17	
DIN/UD	<i>d</i> n	<i>e</i> min	<i>Em</i> max	<i>e</i> min	Em max	<i>e</i> min	Em max	
110	110	4.2	4.9	5.3	6.1	6.6	7.5	
125	125	4.8	5.5	6.0	6.9	7.4	8.4	
160	160	6.2	7.1	7.7	8.7	9.5	10.7	
200	200	7.7	8.7	9.6	10.8	11.9	13.3	
250	250	9.6	10.8	11.9	13.3	14.8	16.5	
315	315	12.1	13.6	15	16.8	18.7	21.7	
355	355	13.6	15.2	16.9	19.7	21.1	24.5	
400	400	15.3	17.1	19.1	22.2	23.7	27.5	
450	450	17.2	20.2	21.5	24.8	26.7	30.9	
500	500	19.1	22.2	23.9	27.4	29.7	34.4	
560	560	21.4	24.9	26.7	30.9	33.2	38.4	
630	630	24.1	28.0	30.0	34.7	37.4	43.3	
710	710	27.2	31.5	33.9	39.2	42.1	48.7	
800	800	30.6	35.4	38.1	44.1	47.4	54.8	
1000	1000	38.2	44.2	47.7	55.1	-	-	
1200	1200	45.9	53	57.2	66.0	-	-	
1400	1400	53.5	61.8	-	-	-	-	
1600	1600	61.2	70.6	-	-	-	-	

Diamètres extérieurs des tubes de type A et des bouts mâles lisses pour les séries OD de tubes et raccords

Dimension	Diamètre extérieur moyen*					
nominale DN/OD		Tolérances étroites,CT	Tolérances normales			
	<i>d</i> em, min	<i>d</i> em, max	dem, min			
110	110,0	110,3	111,0			
125	125,0	125,3	126,2			
160	160,0	160,4	161,5			
200	200,0	200,5	201,8			
250	250,0	250,5	252,3			
315	315,0	315,6	317,9			
400	400,0	400,7	403,6			
500	500,0	500,9	504,5			
630	630,0	631,1	635,7			
800	800,0	801,3	807,2			
1000	1000,0	1001,6	1009,0			
1200	1200,0	1202,0	1210,0			

4.5 LES RACCORDS ET LES ACCESSOIRES

Les raccords peuvent être lisses ou annelés, les figures suivantes donnent des exemples pour des conceptions types. D'autres conceptions de raccords incluant toutes les emboîtures et tous les bouts mâles sont autorisées, notamment les solutions de piquage sur les tubes lisses et annelés.



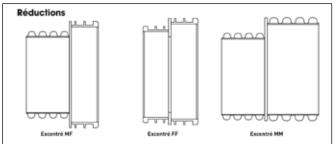
4.5.1 Les coudes

Les coudes possèdent des angles nominaux préférentiels : 15°, 22.5°, 30°, 45° et entre 87.5° et 90°.





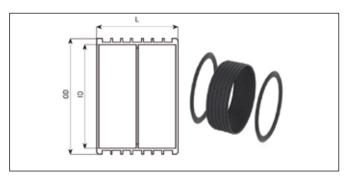
4.5.3 Les réductions



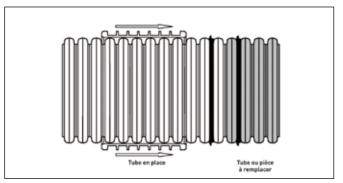
Réductions

4.5.2 Les manchons

Les manchons peuvent être injectés, rotomoulés, extrudés en ligne et soufflés. Chaque système de canalisations avec tubes annelés possède son manchon propre.

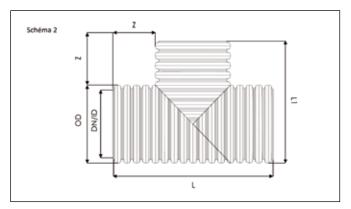


Manchon double



Manchon coulissant

4.5.4 Les tés, les culottes et les branchements

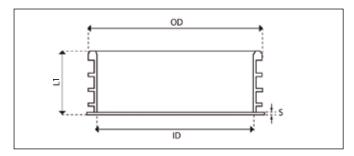


Те



Branchement PP

4.5.5 Les bouchons



La longueur d'insertion L1 d'un bouchon, doit être suffisante pour que la bague d'étanchéité puisse pénétrer d'au moins 10 mm, lorsqu'elle est mesurée de la façon suivante :

- du point réel de scellement à l'extrémité de la partie cylindrique du bout mâle, lorsque la bague d'étanchéité est positionnée dans l'emboîture,
- du point réel de scellement à l'entrée de la partie cylindrique de l'emboîture, lorsque la bague d'étanchéité est positionnée sur le bout mâle.

4.6 LES JOINTS D'ÉTANCHÉITÉ

Les joints d'étanchéité sont généralement réalisés en élastomère, principalement EPDM ou SBR. Chaque fabricant de tubes annelés d'assainissement possède son propre système, ce qui lui permet de garantir l'étanchéité de l'installation, tout en maitrisant les caractéristiques dimensionnelles des différents composants et leurs tolérances. Le montage joint/manchon ou tulipe garantit une étanchéité selon la norme NF EN 1277 (- 0,3 bars ; + 0,5 bars).

La NF EN 681-1 et la NF EN 681-2 caractérisent la stabilité de la matière du joint, et garantit la préservation de l'étanchéité du système dans le temps.

4.7 L'ACCÈS AUX CANALISATIONS



- 1 Résistance chimique et exploitation : inertie contre H2S et réduction des coûts de maintenance
- 2 Etanchéité garantie : Stop aux eaux parasites qui polluent vos STEP !
- 3 Manutention aisée : manuportabilité et diminution des risques d'accident sur vos chantiers
- 4 Sécurisation ouvrage et usagers : Résistance aux charges, Echelons intégrés, Banquette antidérapante
- 5 Entretien simplifié : hydraulicité garantie, conservation des fils d'eau
- 6 Dalle de répartition pour tampon de voirie Classe D 400

Les boîtes de branchement hors et sous chaussée, ainsi que les regards visitables, en PP et PE se distinguent par des performances élevées en termes :

- de légèreté et facilité de mise en œuvre,
- d'étanchéité.
- d'adaptabilité,
- de résistance mécanique aux chocs,
- de résistance :
 - a l'abrasion
 - à la corrosion
 - chimique aux effluents chimiques

Tous ces avantages permettent d'assurer une homogénéité et une pérennité du réseau.

4.7.1 Les boîtes de branchement et d'inspection hors chaussée DN/ID < à 600

Les boîtes de branchement et les boîtes d'inspection hors chaussée doivent répondre à un certain nombre de spécifications, dont celles de la norme NF EN 13598-1 en ce qui concerne leurs dimensions.

La rigidité annulaire de la rehausse, selon la norme NF EN ISO 9969, doit être supérieure ou égale à $2~\rm kN/m^2$.



Autre point important, la norme NF EN 13598-1 définit une exigence de dépression, pour la résistance à la pression externe du sol et de l'eau.

Enfin, selon la norme NF EN 12256, et uniquement pour les boîtes de branchements façonnées, la flexibilité ou la résistance mécanique doivent se traduire par toute absence de déchirure, de séparation ou de fuite.

Spécifications mécaniques boîtes de branchement et Boîte d'inspection

Caractéristiques et méthodes d'essai	Spécifications
Norme de référence	NF EN 13598-1
Rigidité annulaire de la rehausse NF EN ISO 9969	> 2 kN/m² Lorsque la partie verticale cylindrique ou munie de renforts du corps de la boîte de branchement a une longueur supérieure à 300mm au dessus de la génératrice supérieure des branchements, cette partie verticale doit avoir un module de rigidité minimal de 2kN/m², mesuré selon la NF EN ISO 9969. Le pas de ces renforts, s'ils existent, ne doit pas dépasser 150 mm.
Exigence de dépression pour la résistance à la pression externe du sol et de l'eau NF EN 13598-1	Pas de dommage à la structure qui pourrait être considéré comme nuisible à sa fonction, pas de déformation >10 mm au fil de l'eau.
Flexibilité ou résistance mécanique NF EN 12256 (méthode d'essai), uniquement pour les BB façonnées (branchements)	Pas de signe de déchirure, séparation ou de fuite.

4.7.2 Les boîtes de branchement et d'inspection sous chaussée DN/ID \geq 600



Les boîtes de branchement et les boîtes d'inspection sous chaussée doivent répondre aux spécifications de la norme NF EN 13598-2. L'annexe D de cette norme précise les conditions d'essais de résistance aux chocs de l'élément de fond.

La rigidité annulaire de la rehausse doit être supérieure ou égale à 2 kN/m².

L'intégrité structurelle est vérifiée, tel que défini dans la norme NF EN 13598-2 par test ou/et par un calcul aux éléments finis dans le cadre de la certification NF 442.

Les caractéristiques de la dalle de répartition sont définies dans le tableau ci-dessous.

Spécifications mécaniques pour boîte d'inspection et de branchement sous chaussée

Caractéristiques et méthodes d'essai	Spécifications
	Boîtes de branchement ou d'inspection
Norme de référence	NF EN 13598-2
Résistance aux chocs de l'élément de fond à 23°C. NF EN 13598-2 Annexe D	Voir tableau 3 de la NF EN 13598-2
Echelons des regards et échelles** NF EN 13101* NF EN 14396	Sans objet
Résistance en compression de la dalle de répartition	≥ 300 kN
Résistance à l'arrachement des ancrages des anneaux de manutention de la dalle de répartition et des regards (dans les conditions de manutention prévues par le fabricant)	2.9*P, P étant le poids de la dalle de répartition 2.9*P étant le poids de l'élément ou du regard livré assemblé
Comportement mécanique du regard dans son domaine d'emploi	Rigidité annulaire ≥ 2 kN/m² Intégrité structurelle tel que cf NF EN 13598-2

^{*} des compléments portant sur les modalités d'essai seront apportées pour adapter la norme NF EN 13101 aux produits thermoplastiques

4.7.3 Les regards visitables de diamètre ≥ à 800



Les regards sous chaussée doivent répondre à des caractéristiques qui relèvent de la norme de référence NF EN 13598-2. L'annexe D de cette norme précise les conditions d'essais de résistance aux chocs de l'élément de fond.

Le comportement mécanique global du regard doit être validé par le calcul aux éléments finis dans le cadre de la certification NF 442.

Les caractéristiques de la dalle de répartition sont définies dans le tableau ci-contre.

Spécifications mécaniques pour regards

-p			
Caractéristiques et méthodes d'essai	Spécifications		
	regards		
Norme de référence	NF EN 13598-2 1		
Résistance aux chocs de l'élément de fond à 23°C. NF EN 13598-2 Annexe D	Voir tableau 3 de la NF EN 13598-2		
Echelons des regards et échelles** NF EN 13101* NF EN 14396	Voir tableau 4 de la NF EN 13598-2		
Résistance en compression de la dalle de répartition	≥ 300 kN		
Résistance à l'arrachement des ancrages des anneaux de manutention de la dalle de répartition et des regards (dans les conditions de manutention prévues par le fabricant)	2.9*P, P étant le poids de la dalle de répartition 2.9*P étant le poids de l'élément ou du regard livré assemblé		
Comportement mécanique du regard dans son domaine d'emploi	Le comportement mécanique global du regard doit être validé par le calcul ou par test		

^{*} Les échelons et échelles équipant les regards doivent être conformes respectivement aux normes NF EN 13301 et NF EN 14396. Ces échelons seront constitués de matériaux prévus par ces normes, ou de polyester armé de verre, aucune autre solution ne sera proposée pour rendre accessibles les regards.



5. Conception et dimensionnement

5.1 LES CINQ CRITÈRES DE BASE

Pour collecter, dériver et acheminer durablement les eaux pluviales et les eaux usées, les exploitants de réseaux de canalisations doivent pouvoir s'appuyer sur des systèmes capables de garantir une longévité, sans problèmes techniques, mais aussi sans coûts d'entretien majeurs.

Au vu des différentes exigences, les cinq critères de décision les plus importants pour les exploitants de réseaux de canalisations sont les suivants :

- pérennité de l'ouvrage,
- grande résistance à la corrosion (agents chimiques, H2S, sels de déneigement, courants vagabonds...),
- grande résistance à la rupture,
- étanchéité absolue au niveau des raccordements,
- respect et conservation de la pente

Là encore, les différents fabricants de tubes en PE et PP, sont en mesure de proposer à leurs clients les produits et systèmes complets les mieux adaptés à chaque configuration.

5.2 LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Le dimensionnement hydraulique du réseau est fonction du débit, de la vitesse et de la pente. Il doit être défini par la formule de Manning Strickler ou de Colebrook - White.

Formule de Manning Strickler*

 $Q = K_0 S_0 R^{2/3} I^{1/2}$

- *Q le débit, s'exprime en mètres cubes par seconde(m³/sec);
- K est le coefficient de débit (m1/3 s-1);
- S représente la surface mouillée en mètres carrés (m²);
- R représente le rayon hydraulique en mètres (m), obtenu en divisant la surface mouillée par le périmètre mouillé ;
- représente la pente motrice de l'écoulement en mètres par mètres [m/m].

Formule de Colebrook-White

$$v = -2\sqrt{(2gDJ_E)log_{10}} \left(\frac{k}{3,71 D} + \frac{2,51v}{D\sqrt{(2gDJ_E)}} \right)$$

- v est la moyenne de vitesse de l'écoulement dans une section transversale, exprimée en mètres par seconde (m/s);
- g est l'accélération de la pesanteur, exprimée en mètres par seconde au carée (m/s²) :
- D est le diamètre intérieur du tuyau, exprimé en mètres (m) ;
- JE est le gradient hydraulique (perte de charge par unité de longueur), sans dimension :
- k est la rugosité équivalente de la conduite, exprimée en mètres (m) ;
- v est la viscosité cinématique du fluide, exprimée en mètres carrés par seconde (m²/s).

Dans le cas de tuyaux partiellement remplis ou de tuyaux avec des sections non circulaires, la vitesse de l'écoulement est donnée par l'équation (E. 1) en remplaçant D par $4R_h$ où R_h est le rayon hydraulique (section mouillée divisée par le périmètre mouillé).

En conformité avec la NF EN 752, il est recommandé de retenir la valeur de K = 90 pour les canalisations PE et PP.

Un logiciel de dimensionnement hydraulique a été conçu par le STRPE, il suffit de prendre contact avec le syndicat pour connaître les conditions d'obtention.

5.3 LE DIMENSIONNEMENT MÉCANIQUE

Le dimensionnement mécanique d'un réseau est d'abord lié à la prise en compte des caractéristiques du sol. En effet, l'expérience que l'on a aujourd'hui des ouvrages d'assainissement enterrés, démontre que le comportement du sol environnant est susceptible d'impacter la tenue de l'ouvrage dans le temps. En phase de réalisation de l'ouvrage, le maître d'œuvre comme l'entreprise, doivent s'assurer préalablement de la prise en compte de ces contraintes.

Pour le prescripteur ou le bureau d'études, la consultation du fascicule 70 permet d'appréhender l'ensemble des paramètres liés aux différents types de sols.

D'une façon générale, les préoccupations du concepteur et de l'entreprise de pose doivent se situer au niveau des conditions géotechniques initiales : géométrie des couches, nature des sols rencontrés, teneur en eau, hydrogéologie..., mais aussi en prenant en compte les conditions d'exécution des travaux.

Assez fréquemment, les canalisations d'assainissement sont implantées à de faibles profondeurs, dans des terrains qui peuvent être rapportés, comme des remblais, dont l'hétérogénéité et l'absence relative de tenue ne sont pas toujours compatibles avec les exigences de calage latéral des conduites. Les qualités spécifiques des canalisations en PE et PP, entre une tenue élevée à la flexion et une rigidité annulaire importante, sont susceptibles de faire la différence dans ces terrains difficiles, hétérogènes ou instables.

Là encore, la consultation du Fascicule 70 permet d'accéder à toutes les informations détaillées en termes de terrain rencontré, de compactage et des différents critères d'acceptabilité. De plus le nouveau logiciel STRPE en conformité avec le fascicule 70, permet la justification mécanique et hydraulique de l'ensemble de ces ouvrages.



6. Manutention, transport et stockage

6.1 RÈGLES GÉNÉRALES

Les tubes en PE et PP sont résistants, relativement légers et donc faciles à manutentionner. Il faut toutefois éviter les agressions pouvant être causées par des objets pointus. Pour cela, une manutention soigneuse est nécessaire, et il convient d'éviter de traîner un tube en PE et PP sur le sol.

Les propriétés des tubes en PE et en PP ne sont pas altérées par le froid. Cependant, les tubes deviennent glissants en période de pluie et de gel. Dans de telles conditions, il convient également de porter une attention particulière au stockage. De même, durant les périodes les plus froides, les pièces de raccordement de grand diamètre doivent être manipulées avec précaution.

Les emballages de protection doivent être préservés jusqu'à la mise en œuvre des produits.

6.2 LE TRANSPORT ET LA LIVRAISON



Pour le transport, les camions utilisés doivent avoir des planchers propres et sans parties saillantes. Le chargement en hauteur requiert des précautions afin d'éviter le glissement ou l'écrasement des produits.

Pour la manutention et l'arrimage, seul l'usage de sangles en nylon ou en polypropylène est recommandé. L'emploi de chaînes ou d'élingues métalliques en contact avec les produits est à proscrire.

Les barres ou les palettes de tubes doivent reposer au sol sur toute leur longueur.

6.3 LA RÉCEPTION

Tous les produits doivent être réceptionnés dès leur arrivée. Un contrôle visuel de l'état de surface des tubes permet d'identifier les éventuelles blessures ou autres altérations de la surface liés au transport, ceux-ci devront être notifiés dans les documents de livraison.

6.4 LE DÉCHARGEMENT

Pour la manutention avec une grue, l'utilisation de sangles de grande largeur est recommandée. L'emploi de chaînes ou de crochets est interdit. Pour les tubes dont la longueur excède 6 mètres utiles et qui ne sont pas conditionnés dans un cadre, l'utilisation d'un palonnier (dont la longueur utile est d'environ la moitié de la longueur de la barre) est nécessaire.

Le levage nécessite une attention particulière, afin de ne pas blesser les tubes ou leurs extrémités.

L'emploi de plusieurs sangles réparties sur toute la longueur de la charge facilite le chargement et le déchargement.

Les palettes de tubes peuvent être manutentionnées avec des chariots élévateurs, avec un écartement des fourches de levage adapté à la longueur des barres livrées.

La manutention des palettes de tubes de plus de six mètres utiles peut être effectuée avec des chariots à chargement latéral, équipés d'au moins quatre fourches.

Les tubes non conditionnés sont manutentionnés individuellement, en respectant les mêmes règles avec un engin de manutention. En aucun cas, ils ne doivent être déchargés en les laissant tomber de la remorque.

La manutention des raccords et des joints ne requiert pas de conditions particulières, en dehors des soins habituels visant à éviter les chocs. Les tubes et raccords en PE et PP ne doivent pas être stockés au voisinage d'une importante source de chaleur, des précautions doivent être prises pour éviter tout contact permanent avec des hydrocarbures : fioul, gasoil, huiles....

Les tubes et les raccords doivent être utilisés dans l'ordre de leur livraison. Les stocks sont organisés pour garantir la rotation des produits selon la règle « premier entrant = premier sortant »

L'aire de stockage doit être propre, plane et suffisamment stabilisée, pour admettre la circulation des engins de manutention.

Les tubes en PE et PP conditionnés en longueurs droites doivent être stockés à plat. Dans le cas de tubes non conditionnés, un calage doit être mis en place, afin d'éviter que les tubes ne puissent rouler.

Les raccords en PE et PP, conditionnés en carton, doivent être stockés sous abri et restés dans leur emballage d'origine jusqu'à leur utilisation.

6.5 LE STOCKAGE SUR DÉPÔT



6.6 LE STOCKAGE SUR CHANTIER



Les règles énoncées dans la paragraphe « stockage sur dépôt », s'appliquent également sur le chantier. Il est d'autre part nécessaire de vérifier que les différentes règles de sécurité sont assurées.

Sécurité des personnes : La circulation des piétons ne doit pas être gênée par les produits stockés. L'emploi de protections, telles que des barrières, est nécessaire afin d'interdire l'accès au public.

Sécurité du trafic routier : il est nécessaire de respecter les règles de signalisation, mais aussi de s'assurer des règles de circulation vis-à-vis du stockage.

Sécurité des produits stockés : les produits doivent être protégés des risques de vandalisme ou de pollution. L'aire de stockage doit être aménagée, pour permettre la circulation des véhicules de livraison et des engins de manutention.

Les emplacements de stockage sont déterminés pour limiter le nombre des manutention lors de la mise en œuvre. Les aires choisies doivent être éloignés des zones de trafic du chantier, afin de se préserver des risques de détérioration des produits par les engins de chantier.

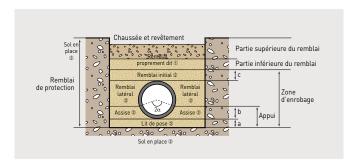
Enfin, les raccords doivent être stockés dans leurs emballages d'origine, à l'abri des intempéries, jusqu'à leur utilisation.





7.1 CHAQUE PHASE EST CAPITALE

Le respect de la mise en œuvre est essentiel afin de garantir la pérennité de l'ouvrage. Il est indispensable de respecter toutes les consignes de pose. Celles-ci concernent en premier lieu les procédures à suivre pour l'assemblage des tubes et des leurs accessoires, mais également toutes les phases de terrassement, d'apport de matériaux, de compactage, de remblaiement et d'enrobage.

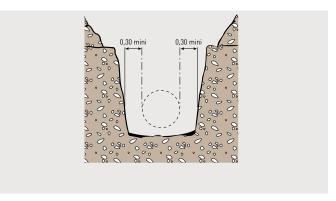


7.2 LA PROFONDEUR ET LA LARGEUR DE FOUILLE

Les travaux d'exécution des fouilles, doivent être conformes aux exigences du Fascicule 70.

Les profondeurs de fouille prévues au projet doivent être impérativement respectées, en prévoyant la place nécessaire à la mise en œuvre du lit de pose.

La largeur de la fouille doit être déterminée en fonction de la profondeur d'enfouissement, du type de blindage et du diamètre de la canalisation à mettre en place. Elle doit être suffisante pour permettre d'une part l'aménagement correct du fond de fouille, d'autre part l'assemblage des canalisations et également elle doit assurer les conditions optimales de circulation et de prévention pour le personnel de chantier.



Profondeur et largeur de fouille

En outre, les largeurs minimum admises au fond de la tranchée doivent être égales au diamètre extérieur du tube, augmentées, de part et d'autre de celui-ci, de 30 cm pour des tubes de diamètre inférieur ou égal à 600 mm, et de 40 cm pour les diamètres supérieurs. Ceci restant valable pour une profondeur de tranchée ≤ 1,30 m, sans blindage. En tout état de cause, le chapitre V «Mise en œuvre» figurant au 6.3 du Titre I du Fascicule 70 devra être respecté.

Largeur de tranchée

Profondeur de tranchée (m)	Type de blindage	Largeur de tranchée (m) De + 2l	Largeur de tranchée (m) De + 2l	
		DN ≤ 600	DN > 600	
de 0,00 à 1,30	S	De + 2 x 0,30 (mini 0,90)	De + 2 x 0,40 (mini 1,70)	
de 0,00 à 1,30	С	De + 2 x 0,35 (mini 1,10)	De + 2 x 0,45 (mini 1,80)	
de 1,30 à 2,50	С	De + 2 x 0,55 (mini 1,40)	De + 2 x 0,60 (mini 1,90)	
de 1,30 à 2,50	CSG	De + 2 x 0,60 (mini 1,70)	De + 2 x 0,65 (mini 2,00)	
de 2,50 à 3,50	CR	De + 2 x 0,55 (mini 1,70)	De + 2 x 0,60 (mini 2,10)	
de 2,50 à 3,50	CSG	De + 2 x 0,60 (mini 1,80)	De + 2 x 0,65 (mini 2,10)	
de 2,50 à 3,50	CDG	De + 2 x 0,65 (mini 1,90)	De + 2 x 0,70 (mini 2,20)	
de 3,50 à 5,50	CDG	De + 2 x 0,65 (mini 2,00)	De + 2 x 0,70 (mini 2,30)	
≥ 5,50	CDG	De + 2 x 0,70 (mini 2,10)	De + 2 x 0,80 (mini 2,60)	

Les largeurs de tranchée données par ce tableau respectent les minimums prescrits par la norme EN 1610.

De : diamètre extérieur de la canalisation DN : diamètre nominal ou intérieur

CR : caisson avec rehausse, CSG : coulissant simple glissière, CDG : coulissant double glissière,

S: sans blindage

C: caisson: constitué d'une cellule comprenant 2 panneaux métalliques à structure légère et 4 vérins.

7.3 LE FOND DE FOUILLE

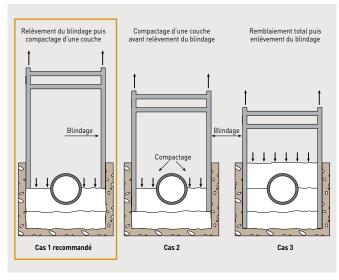
Le fond de fouille de la tranchée expurgée est réglé suivant la pente prescrite. L'appui ainsi réalisé si nécessaire permet à chaque tube de reposer sur toute sa longueur. Des niches sont creusées à l'emplacement des raccords. Les éventuelles venues d'eau sont épuisées, de manière à maintenir la nappe à une cote inférieure à celle du fond de fouille, pendant la durée des travaux.

Lorsque les bancs rocheux ou des maçonneries sont rencontrés, la fouille est approfondie au moins de 10 cm et sablée jusqu'au niveau initialement prévu.

Si le fond de fouille n'a pas les caractéristiques de portance suffisantes pour assurer l'appui correct du tube et la stabilité du remblai, la tranchée est approfondie d'une hauteur au moins égale à 0,2 m. Le lit de pose est alors réalisé avec des matériaux rapportés.

Le maître d'ouvrage peut prescrire l'exécution systématique d'un lit de pose en matériaux rapportés.

7.4 LE BLINDAGE



3 cas de modes de retrait des blindages dans la zone d'enrobage.

Lorsque des blindages sont nécessaires, il est recommandé de les retirer d'une hauteur égale à chaque couche de remblai, puis de compacter cette couche (cas 1).

Lorsque les conditions de chantier ne permettent pas ce mode de retrait, deux solutions non recommandées restent possibles :

- compactage de chaque couche de remblai, puis retrait des coffrages ou panneaux de même hauteur (cas 2),
- coffrage, panneaux ou palplanches retirés après remblaiement complet de la tranchée (cas 3). Ce dernier mode de retrait doit être évité, dans la mesure du possible.

7.5 LE LIT DE POSE

Sauf dispositions contraires du CCTP, le fond de la tranchée est arasé à 0.10 m au moins, en dessous de la cote prévue pour la génératrice inférieure extérieure de la canalisation. Dans toute cette épaisseur, le lit de pose sera toujours constitué d'éléments dont la granulométrie est conforme aux exigences précédemment citées.

En terrain aquifère, cette assise doit comporter des matériaux de granulométrie comprise entre 5 et 30 mm. En cas de venues d'eau importantes, le drainage du fond de la tranchée, et le long de la conduite, peut s'avérer nécessaire. Enfin, pour éviter une contamination du lit de pose par des fines issues du sol environnant, on peut être amené à envelopper cette partie du massif, ou sa totalité, d'un filtre géotextile.

7.6 LES TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE

Les canalisations en PE et PP peuvent être assemblées de trois façons, par électrosoudage, par soudage bout à bout et assemblage par emboitement.

Dans tous les cas de figure, la mise en œuvre des différents procédés présents sur le marché, doit être effectuée par du personnel suffisamment qualifié afin d'assurer la pérennité des ouvrages.

7.6.1 L'assemblage par emboîtement

C'est la technique la plus utilisée.



Ce type d'assemblage est basé sur l'emboîtement du tube avec son joint dans un manchon ou tulipe. L'étanchéité du système est basée sur le principe de la mise en compression d'un joint.

7.6.2 L'assemblage par électrosoudage

La technique de l'électrosoudage consiste à réaliser des assemblages au moyen de raccords électrosoudables, une résistance électrique ayant été intégrée aux raccords lors de la fabrication. Lors du soudage, la dissipation, par effet Joule, de la puissance électrique, provoque une fusion de surface des deux pièces assemblées, assurant une cohésion et une étanchéité parfaite.

7.6.3 L'assemblage par soudage bout à bout

Le soudage bout-à-bout par élément chauffant est utilisé pour assembler les tubes et raccords d'épaisseurs identiques et d'indices de fluidité compatibles entre eux.

Ce procédé consiste à porter à la température de soudage, grâce à un élément chauffant (miroir), les extrémités des tubes et/ou des raccords.

Après escamotage de cet outil, les extrémités plastifiées sont mises en contact et sont maintenues en pression l'une contre l'autre pendant le cycle complet du refroidissement, permettant à sa structure moléculaire de reprendre ses caractéristiques de base. Une soudure bout-à-bout, réalisée dans les règles de l'art, reconstitue parfaitement la continuité de la canalisation, et ce avec une résistance mécanique identique.

7.7 LES RACCORDEMENTS

Il existe des pièces d'adaptation prévues pour différents raccordements :

- Raccords multimatériaux
- Pièces d'adaptation sur regards béton
- Pièces sablées pour les ouvrages en béton coulés sur place
- Pièce de transition pour tubes annelés et tubes lisses.



Pièces d'adaptation sur regard bétor



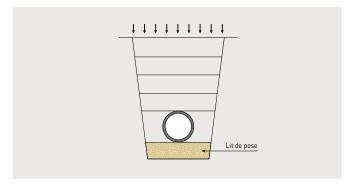
Manchon sahle

7.8 LE REMBLAIEMENT ET LE COMPACTAGE

La qualité du remblaiement influe fortement sur la durabilité du réseau mis en place. Tout remblaiement doit être réalisé conformément au projet, en mettant en place des matériaux de nature appropriée, qui proviennent le plus souvent de la réutilisation des déblais de fouilles. Dans tous les cas de figure, les éléments susceptibles d'endommager la canalisation (poinçonnement, tassement ou choc) lors de la consolidation doivent être éliminés.

Dans les cas courants sous l'emprise de la chaussée, la mise en œuvre de l'enrobage se fait selon les prescriptions de la norme NF P 98-331 pour atteindre les objectifs de densification q5 (cas courants) ou q4 (cas particuliers).

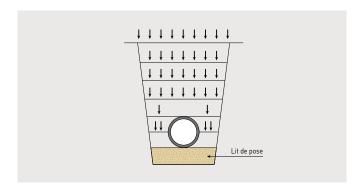
Le compactage correspondant à un objectif de densification q4 peut présenter des conséquences dommageables pour les canalisations (ovalisation, déplacements, fissuration...). Ces dommages apparaissent notamment dans le cas du non-respect des distances minimales de recouvrement, telles qu'elles sont préconisées dans le «guide de remblayage des tranchées» du SETRA ou dans le cas de compactage non symétrique.



Mise en place non contrôlée : ne faisant l'objet d'aucun contrôle ou vérification.



Compacté contrôlé non validé : contrôle des moyens de compactage mis en œuvre mais pas de validation de l'objectif de densification. Dans ce cas, l'entrepreneur soumet pour avis au maître d'œuvre le mode d'exécution et de justification des dispositions prévues pour le compactage.



Compacté, contrôlé q5 : contrôle des moyens de compactage et validation de l'obtention de l'objectif de densification q5 \nearrow 90 % de l'OPN* en moyenne,

Compacté, contrôlé et validé q4 : contrôle des moyens de compactage et validation de l'obtention de l'objectif de densification q4 7 95 % de l'OPN* en moyenne,

* OPN: Optimum Proctor Normal.

7.8.1 L'enrobage et le calage

Le remblai en contact direct avec la canalisation, jusqu'à une hauteur uniforme de 10 cm au dessus de sa génératrice

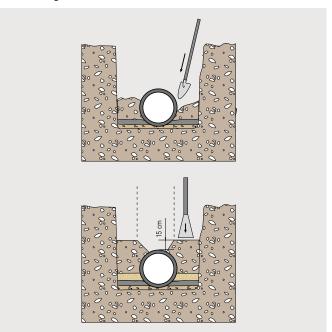
supérieure, doit être constitué du même matériau que celui du lit de pose.

Les matériaux calibrés, sables, tout venants, graves de 0 /15 et les matériaux issus des déblais expurgés, ils nécessitent la mise en œuvre de moyens de compactage, agissant par couches successives d'une épaisseur maximum de 30 cm.

Le remblaiement est alors réalisé jusqu'à une hauteur de 10 cm au dessus de la génératrice supérieure de la conduite.

Le compactage doit être réalisé exclusivement sur les parties latérales de la tranchée, hors de la zone occupée par le tube, afin d'obtenir un calage efficace des flancs de la canalisation.

Afin d'éviter une décompression de la zone d'enrobage, il convient de ne constituer celle-ci qu'après relevage partiel des blindages de soutènement.



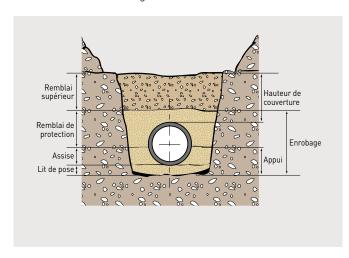
Enrobage et calage

7.8.2 La couverture

L'exécution du remblai proprement dit peut comporter la réutilisation des déblais d'extraction de la fouille, lorsque le CCTP l'autorise. Ceux-ci devront toutefois être expurgés des éléments de dimension supérieure à 10 cm; des débris végétaux et animaux, des vestiges de maçonnerie, et de tout élément pouvant porter atteinte à la canalisation ainsi qu'à la qualité du compactage.

Ce remblai doit être réalisé par couches successives et régulières, légèrement damées, d'abord au jet de pelle, puis ensuite à l'aide de moyens mécaniques.

Il faut également retenir que dans son chapitre 5.8.1.3, le Fascicule 70 admet que l'assise et le remblai de protection peuvent être réalisés en une seule fois, pour des tubes de diamètre inférieur ou égal à 200 mm.



Remblai de protection

7.8.3 Les essais de réception

Les essais de réception sont décrits dans la partie de la norme NF EN 1610 qui concerne les essais des branchements et collecteurs d'assainissement. Cette norme complète en ce sens les informations contenues dans le chapitre VI du Fascicule 70 « Conditions de réception ».

Ce chapitre précise entre autres que les examens préalables à la réception comprennent au minimum, et par ordre chronologique d'exécution :

- les épreuves de compactage,
- la vérification des conditions d'écoulement,
- l'inspection visuelle ou télévisuelle,
- la vérification de conformité topographique et géométrique des ouvrages,
- les épreuves d'étanchéité,
- la vérification de remise en état des lieux.

Il détaille également les épreuves d'étanchéité, qui peuvent être réalisées soit avec de l'air (méthode «L»), soit avec de l'eau (méthode «W»). Il est possible de retenir des essais distincts pour les tubes, pour les regards et boîtes de branchement (tuyaux à l'air, regards à l'eau...). Dans le cas de la méthode «L», le nombre d'essais de remise en état après échec est illimité.

Un premier essai peut être réalisé avant toute mise en place du remblai latéral. Pour l'acceptation finale, la canalisation doit être essayée après remblai et retrait du blindage. Le choix de la méthode d'essai est indiqué par l'auteur du projet.

8. Des atouts incontournables

8.1 POUR CHAQUE PROJET, UNE RÉPONSE

Les qualités unanimement reconnues des tubes et raccords en PE et PP, représentent des atouts incontournables pour s'adapter à la plupart des cas de figure.

Le niveau d'étanchéité obtenu par les tubes, accessoires et connexions, leurs performances hydrauliques, leur résistance mécanique, la longévité de l'ensemble des composants, la résistance aux agents chimiques et à l'abrasion, leur légèreté... sont autant de caractéristiques qui expliquent le succès de ces systèmes, dans des configurations très diverses.

8.2 L'ÉTANCHÉITÉ, UN ATOUT MAJEUR

Les tubes, accessoires et connexions en PE et PP ont démontré de longue date leurs qualités d'étanchéité. C'est la norme NF EN 1610 qui fixe les modalités de réalisation des tests de réception d'étanchéité. Deux types de tests sont possibles, à l'eau et à l'air, les tests à l'eau étant les plus répandus, mais aussi retenus pour la validation des systèmes.

Pour les essais à l'eau, la pression d'essai résulte du remplissage de la section à essayer, jusqu'au niveau du sol à la hauteur des regards amont ou aval, suivant le cas. Le maximum de pression est de 50 kPa, le minimum 10 kPa. La pression doit être maintenue, à 1 kPa près, à la pression d'essai définie en rétablissant le niveau initial de l'eau. La quantité totale d'eau ajoutée pendant l'essai pour satisfaire cette prescription doit être mesurée et relevée, le niveau de l'eau étant celui correspondant à la pression prescrite.



Pour les essais à l'air, les temps d'essai pour les canalisations, à l'exclusion des regards et boîtes de branchement, varient en fonction du diamètre du tuyau et des conditions d'essai. Des tampons étanches appropriés doivent être utilisés pour éviter les erreurs dues au matériel d'essai. Une attention particulière est requise dans le cas des grands diamètres, afin d'assurer la sécurité des intervenants durant l'essai.

1 Bar = 100 KPa

8.3 LA RÉSISTANCE AUX AGENTS CHIMIQUES

Les canalisations en PE et PP permettent de véhiculer des fluides industriels plus ou moins agressifs en fonction des températures. Les canalisations en PE et PP sont bien placées vis-à-vis de ces contraintes. La compatibilité du matériau doit être vérifiée en s'appuyant sur le rapport technique ISO TR 10358 ou auprès du fabricant.

8.4 LA RÉSISTANCE À LA CORROSION

La résistance à la corrosion des tubes et des raccords PE et PP est particulièrement durable. Cette résistance à la corrosion vis-à-vis de l'environnement externe procure de multiples avantages. On ne constate pas de modification de l'épaisseur des tubes et des raccords en PE et PP dans le temps, ce qui permet de conserver durablement les performances mécaniques de la conduite.

Les canalisations polyoléfines présentent des résistances importantes aux produits issus de la dégradation des effluents de H2S (Hydrogène Sulfuré).

8.5 LA RÉSISTANCE À L'AGRESSIVITÉ DES SOLS

Les canalisations en PE et PP en raison notamment de leur bonne résistance chimique et de leur insensibilité à la corrosion présentent une grande résistance vis-à-vis des sols.

8.6 L'INSENSIBILITÉ AUX COURANTS VAGABONDS ET À LA CORROSION

Les canalisations en PE et PP présentent deux propriétés qui contribuent à leur durabilité, et qui sont particulièrement intéressantes lorsqu'elles sont associées à des projets urbains. Il s'agit de leur résistance aux courants vagabonds et de leur absence totale de corrosion.

8.7 L'ABSORPTION DES CONTRAINTES SANS RUPTURE

Le bon comportement ductile des résines polyoléfines, couplé à une plage très large d'utilisation en température, fait que les éléments constitutifs des réseaux supportent les contraintes et les aléas de chantier sans endommagement majeur pouvant nuire à la pérennité de l'ouvrage.



8.8 LA RÉSISTANCE À L'ABRASION

La résistance à l'abrasion des tubes et des raccords PE et PP est très largement supérieure à celle d'autres matériaux utilisés pour les mêmes applications. De nombreux essais réalisés dans différents laboratoires démontrent ces qualités.

Exemple parmi d'autres, les tests comparatifs réalisés selon la méthode de Darmstadt en Allemagne, consistent à faire circuler dans des canalisations de nature différente, un mélange composé de 85 % d'eau et de 15 % de sable, représentatif des effluents à la vitesse de 10 m/s.

Après essai, il est mis en évidence que le PE et le PP sont environ de 3 à 5 fois plus résistants que les matériaux traditionnels. Ces qualités rendent ces produits particulièrement adaptés à une maintenance par hydrocurage, avec des pressions pouvant atteindre 120 bars.

8.9 LA TENUE AUX CHOCS



Les canalisations en PE et en PP (lisses et annelées) sont réputées pour leur résistance aux chocs, particulièrement à basse température. Pour satisfaire aux exigences des normes produits, ce test de résistance aux chocs externes est réalisé suivant la norme NF EN 744 sur des éprouvettes à 0°C, suivant la méthode dite « du cadran » avec une série de percuteurs normalisés de diamètre 90 mm, en chute libre d'une hauteur de 2 m, dont le poids est spécifié en fonction du diamètre nominal du tube.

Les éprouvettes doivent alors présenter un pourcentage réel de rupture (TIR) ≤ à 10%, TIR signifiant le ratio du nombre de rupture par rapport au nombre d'impact.

En complément, un test réalisé à -10°C peut être réalisé qui démontre de façon indéniable l'excellente résistance aux chocs à basse température de ces tubes. Ce second test, suivant la norme NF EN 1411 dite « méthode en escalier » s'effectue sur des éprouvettes conditionnées à – 10° C, avec des percuteurs identiques (D90) mais de masses largement supérieures (12,5 kg pour un diamètre de tubes 250 mm), également spécifiées en fonction du diamètre du tube. La hauteur de chute du percuteur varie après le choc, en fonction du résultat obtenu : en montant de 0,10 m si l'éprouvette a résisté, et en baissant de 0,10 m si elle a cédé.

Le résultat attendu est, par cette méthode, d'au maximum 1 casse en dessous de 0,50 m et une valeur de H50 supérieure à 1 m. Si le tube considéré passe ce test, il est alors apposé sur le marquage ※ .

8.10 LA LÉGÈRETÉ : UN VÉRITABLE ATOUT



La légèreté des tubes PE et PP procure de nombreux avantages en terme de transport, de manutention et de stockage. Des produits plus légers signifient une forte réduction des coûts de transport et de manutention.

A titre d'exemple, un mètre de canalisation de diamètre intérieur 300, pèse 5 kg en PEHD, 66 kg en fonte, et 150 kg en béton. Un mètre de canalisation de diamètre intérieur 500, pèse 13 kg en PEHD, 108 kg en fonte et 360 kg en béton, rendant bon nombre de diamètres manuportables. De plus la longueur des barres est généralement de 6 mètres (classiquement de 2,40 m pour le béton), ce qui permet une pose aisée et rapide.

Pour la manutention mécanisée, de simples sangles en nylon ou en polypropylène sont utilisés. L'emploi de plusieurs sangles répartis sur toute la longueur de la barre autorise le déplacement en charge de l'engin, tout en respectant les règles de sécurité.

Des chariots élévateurs classiques, équipés de deux fourches de levage, peuvent être retenus pour manutentionner des fardeaux de six mètres. Pour les fardeaux de longueur supérieure à six mètres, on s'orientera vers des chariots à chargement latéral, équipés d'au moins quatre fourches.



9. Un bilan environnemental positif

Constitués uniquement d'hydrogène et de carbone, le PE et PP offrent des solutions qui s'inscrivent dans la notion de développement durable.

CYCLE DE VIE, BILAN CARBONE ET RECYCLAGE

L'analyse du cycle de vie des canalisations en PE et PP, montre un impact environnemental faible, aussi bien lors de leur production que tout au long de leur vie. Les FDES, les fiches de déclarations environnementales et sanitaires de ces produits et systèmes, sont disponibles sur le site du syndicat : www.strpe.org

Le Bilan Carbone des canalisations en PE et PP s'avère également très favorable, d'abord lors de la production des tubes et du transport de l'usine au chantier, mais aussi lors de la pose sur chantier. Leur légèreté représente un atout... de poids. Le poids par mètre linéaire pour un diamètre 400 s'élèvent à 26 kg pour le PRV, 122 kg pour le grès, 211 kg pour le béton et 9 kg pour le PE annelé.

Il importe de prendre en compte ce phénomène lors de l'établissement des bilans carbone, qui doivent être rapportés au mètre linéaire de canalisation, et non au poids. Les canalisations en PE et PP sont très performantes, avec par exemple pour les canalisations en PE, une émission de 23 kg de CO₂ équivalent par mètre linéaire pour un diamètre 400.

Empreinte Carbone de la production d'un kg de tuyauterie d'assainissement en PE ou PP

	Unité	Un kg de canalisation		Un m de canalisation	
PE ou PP		PE moyenne	PP moyenne	PE annelé DN 400 moyenne	PP DN 200 moyenne
Production pour les tubes et les raccords	Kg CO ₂ équivalent	2,11	2,00	18,99	9,4
Transport aux transformateurs	Kg CO₂ équivalent	0,06	0,11	0,54	0,52
Extrusion des tubes et injection des raccords	Kg CO₂ équivalent	0,41	0,35	3,69	1,65
Total étape production	Kg CO₂ équivalent	2,58	2,46	23,22	11,56

Les canalisations en PE et PP sont 100 % recyclables, que ce soient les chutes de fabrication ou de chantier et la fin de vie. Le process de recyclage se fait en plusieurs étapes et comporte une collecte, un lavage, un broyage et une regranulation.





10. Intérêts économiques

RENTABILITÉ ET PÉRENNITÉ

Les canalisations en PE et PP contribuent fortement à optimiser l'économie d'un projet. Cela se vérifie en termes d'investissement initial, d'économie à la pose et de durabilité. Au fil du temps ces canalisations ont également démontré les économies engendrées par un entretien et une maintenance réduite.

En phase de chantier, le poids limité des canalisations en PE et PP se traduit d'abord par des moyens de manutention réduits, et donc des coûts de pose allégés. La pose est nettement plus rapide, comparativement à celles des canalisations en béton de diamètres identiques ou proches. Les différences de poids et de longueurs unitaires, 6 mètres en moyenne pour le PE et PP et 2,50 mètres pour le béton, expliquent ces atouts. De plus les diamètres extérieurs des tubes annelées PE et PP sont inférieurs à ceux du béton pour un même diamètre intérieur. Les canalisations d'assainissement en PE et PP permettent donc des tranchées moins larges et une économie de matériau de remblai.

Dans la pratique, la pose des canalisations se fait manuellement jusqu'au diamètre 400 inclus en longueur de 6 mètres. Ces produits, quel que soit le diamètre, génèrent une moindre fatigue pour le personnel d'exécution, ce qui se traduit également par des gains sensibles de productivité. Enfin, un tube en PE ou PP peut se couper à n'importe quelle longueur directement sur le chantier. De ce fait, la chute, une fois équipée d'un manchon, est entièrement réutilisable. C'est une fois le chantier terminé que commence la véritable vie du réseau. Un réseau en PE ou en PP se distingue par des coûts de maintenance et d'entretien extrêmement réduits. En effet, ces matériaux garantissent sur une très longue durée un réseau parfaitement étanche.

Autre atout, les éventuels mouvements de terrain seront absorbés par les canalisations en PE ou PP sans risque de rupture ou d'effondrement. Enfin le faible coefficient de rugosité empeche les dépots permanents et l'accrochage de sédiments. L'autocurage de la conduite, même avec une faible pente, est ainsi assuré.

Les canalisations en PE et PP sont idéales pour se préserver de la corrosion provoquée par les sols, les effluents, ainsi que par les émanations d'hydrogène sulfuré (H2S), dont la transformation chimique en acide sulfurique conduit à la dégradation des parois en béton par exemple.

Par conséquent, ces matériaux également insensibles aux courants telluriques et vagabonds, peuvent dans certaines configurations constituer un facteur important de rentabilité, et représenter un élément déterminant dans le choix final maître d'ouvrage et du maître d'œuvre.



Syndicat des Tubes et Raccords en Polyéthylène

11 bis, rue de Milan – 75009 PARIS - FRANCE Téléphone : 33 (0)1 53 32 79 79 – Télécopieur : 33 (0)1 53 32 79 70 Internet : www.strpe.org – e-mail : contact@syplast.org