

Informations techniques

Evacuation des eaux

Tuyaux de canalisation à écoulement libre



JANSEN

TUYAUX EN MATIERE PLASTIQUE POUR L'EVACUATION DES EAUX USEES

L'entreprise - Jansen AG

La Sté. Jansen AG est une entreprise familiale indépendante dont le siège se trouve à Oberriet, dans la vallée du Rhin près de St-Gall.

Dès 1955 la société Jansen AG a été en Suisse une des toutes premières entreprises de tuyaux en matière plastique. Les tuyaux et profilés sont produits en matière plastique par un procédé d'extrusion.

La large palette de produits fabriqués par Jansen est principalement destinée aux secteurs des travaux publics et du bâtiment: réseaux d'alimentation de qualité (eau, gaz, électricité, télécommunication), une grande variété de techniques d'habitation (sanitaire, chauffage, climatisation), des écoulements propres (égouts et conduites de drainage) ainsi que des solutions optimales pour l'industrie tuyaux et profilés sur mesure). Parallèlement la fiabilité et à la perrenité de ses produits, Jansen propose à ses clients des collaborateurs qualifiés, possédant une excellente compétence professionnelle et ce, à tous les niveaux.

Nous avons, depuis 1992, obtenu la certification NE/ISO 9001 SQS (AQ). Le système existant a été transformé en 2001 en un système de gestion intégré. L'assurance de qualité basée sur les processus comprend également des aspects tels que la sécurité du travail et la protection de l'environnement. Le système de gestion intégré IMS offre une garantie pour le maintien d'une qualité constante et optimale des produits et prestations de service.

Les certifications ISO 9001 et ISO/TS 16949 servent d'échelle pour la qualité des produits et la maîtrise des processus de production, de vente et d'administration. La protection de l'environnement est garantie selon la norme ISO 14001 et la sécurité des processus pour les collaborateurs, selon les directives légales en vigueur sur la prévention des accidents.



Le matériau - plastique

Pendant longtemps les plastiques ont été considérés comme des matériaux bon marché à jeter après usage. Mais la perception par rapport à ce produit a fondamentalement changé dans de nombreux secteur. Le plastique gagne constamment en importance. Grâce à une recherche et des développements permanents, le plastique est omniprésent sous diverses formes, remplissant de multiples fonctions. En particulier dans les domaines concernant la sécurité, comme par exemple dans les techniques médicales, automobiles et spatiales, il est devenu impensable de se passer de la variété, de la fiabilité et de la grande qualité des plastiques. Les matériaux traditionnels sont remplacés par des plastiques optimisés possédant des caractéristiques de matériaux créées sur mesure. Aucun autre matériaux que les plastiques ne justifie d'autant de normalisations, de recherches et de sécurité d'usage.

Les produits - évacuation des eaux usées

Une installation d'évacuation des eaux usées en parfait état de fonctionnement contribue activement à la protection de l'environnement. L'évacuation et le retraitement corrects des eaux usées constituent d'une manière générale un souci de notre société.

Grâce à un rapport prix/performances inégalable, les plastiques sont parfaitement adaptés aux applications dans le secteur du traitement des déchets. En matière de systèmes d'évacuation des eaux usées c'est le maintien de la qualité qui constitue la l'aspect prépondérant Il faut pouvoir garantir un niveau de qualité permanent pendant toute la durée d'usage – ce sont les plastiques qui réunissent les meilleurs caractéristiques.

La Sté. Jansen AG produit des tuyaux d'évacuation des eaux usées exclusivement pour le marché suisse. Nos produits et prestations sont orientés sur les besoins de ce marché. Grâce à notre compétence professionnelle et la proximité directe du marché, nous entretenons des contacts avec les planificateurs et les autorités, et nous nous engageons activement dans différentes commissions et groupes de travail.

Pour tous renseignements complémentaires sur notre société ou nos produits veuillez vous adresser à nos collaborateurs des services internes ou externes, ou informez-vous sur notre site www.jansen.com

SOMMAIRE

0 Conventions

0.1 Abréviations

0.1.1 Lettres latines	5
0.1.2 Lettres grecques	8

0.2 Unités

0.2.1 Conversion des volumes	9
0.2.2 Conversion des unités de pression	9

0.3 Caractéristiques des tuyaux

Jansen en matière plastique

0.3.1 Structure	10
0.3.2 Caractéristiques mécaniques	10
0.3.3 Caractéristiques thermiques	11
0.3.4 Caractéristiques électriques	11

1 Généralités

1.1 Matériaux

1.1.1 Polypropylènes PP	13
1.1.2 Polypropylènes renforcés PP-QD	13
1.1.3 Polyéthylènes PE	13
1.1.4 Chlorures de polyvinyle PVC	13
1.1.5 Structure moléculaire	13

1.2 Application

1.2	Application	14
-----	-------------	----

1.3 Dimensions / longueurs disponibles

1.3.1 Polypropylènes PP	15
1.3.2 Polyéthylène PE	15
1.3.3 Chlorure de polyvinyle PVC-U	15

1.4 Mise en oeuvre

1.4.1 Disponibilité	16
1.4.2 Critères de sélection	16

1.5 Repérage

1.5	Repérage	17
-----	----------	----

1.6 Normes

1.6.1 Normes pour la planification et l'exécution	18
1.6.2 Norme de produits	18

1.7 Directives

1.8	Autorisations	18
-----	---------------	----

1.9 Durée de vie

1.9	Durée de vie	19
-----	--------------	----

1.10	Rentabilité	19
------	-------------	----

1.11 Résistance

1.11.1 Résistance aux intempéries	19
1.11.2 Résistance thermique	19
1.11.3 Résistance à la corrosion	20
1.11.4 Résistance chimique	20
1.11.5 Résistance mécanique	20

1.12 Ecologie

1.12	Ecologie	20
------	----------	----

1.13 Comportement au feu

1.13	Comportement au feu	20
------	---------------------	----

2 Classification des tuyaux d'évacuation

2.1 Répartition suivant la série de tuyaux S

2.1	Répartition suivant la série de tuyaux S	21
-----	--	----

2.2 Répartition suivant SDR

2.2	Répartition suivant SDR	21
-----	-------------------------	----

2.3 Répartition suivant la résistance annulaire SN

2.3	Répartition suivant la résistance annulaire SN	21
-----	--	----

2.4 Résistances annulaires normalisées

2.4	Résistances annulaires normalisées	21
-----	------------------------------------	----

2.5 Rapport résistance annulaire SN et tuyau de série S

2.5	Rapport résistance annulaire SN et tuyau de série S	22
-----	---	----

2.6 Domaine d'application pour l'évacuation des eaux de terrains privés

2.6	Domaine d'application pour l'évacuation des eaux de terrains privés	22
-----	---	----

2.7 Calcul de devis pour les conduites d'évacuation

2.7.1 Abréviations et définitions	23
-----------------------------------	----

2.7.2 Définition des types de tuyaux à paroi structurée	23
---	----

2.7.3 Classification	24
----------------------	----

2.7.4 Prestations de service	24
------------------------------	----

2.7.5 Extrait de NPK 237 D/02	25
-------------------------------	----

2.8 Charge de pression autorisée pour les tuyaux d'évacuation

2.8.1 Surpression interne	28
---------------------------	----

2.8.2 Dépression interne; surpression externe	28
---	----

2.8.3 Pression de béton	29
-------------------------	----

3	Techniques de raccordment	
3.1	Manchon à emboîter	
3.1.1	Montage des liaisons par manchons emboîtables	31
3.2	Assemblage par soudage	
3.2.1	Mise en œuvre	32
3.2.2	Soudage bout à bout par élément chauffant	32
3.2.3	Soudage par spirale chauffante	32
3.3	Liaison par brides	
3.3.1	Mise en œuvre	34
3.3.2	Montage	34
3.4	Couplages de tuyau	
3.4.1	Mise en œuvre	34
3.4.2	Montage	34
3.5	Raccordements aux tuyaux d'autres matériaux	
3.5.1	Raccords en matière plastique sur tuyaux en béton ou en ciment	35
3.5.2	Raccords sur tuyaux en céramiques	36
3.5.3	Raccords sur tuyaux métalliques	36
4	Techniques de pose	
4.1	Normes / directives	37
4.2	Termes	37
4.3	Transport et stockage	37
4.4	Profils de pose	
4.4.1	Hauteur de recouvrement H	38
4.4.2	Largeur de tranchée SB	38
4.4.3	Exigences pour l'enrobage de tuyau	39
4.4.4	Couche de lit de pose HU	39
4.4.5	Levées de protection VD	40
4.4.6	Recouvrement HA	40
4.4.7	Couche de protection HO	40
4.4.8	Remblayage	40
4.5	Changements de direction	
4.5.1	Regards	41
4.5.2	Pièces de raccordements	41
4.5.3	Rayons de courbure	41
4.6	Pentes	
4.6.1	Exigences de norme	41
4.6.2	Conduites à forte pente	41
4.7	Raccordements de regards	
4.7.1	Sur regards NBR	42
4.7.2	Sur les regards de système Romold	42
4.8	Raccordements sur des conduites existantes	42
4.8.1	Montage de dérivations	43
4.8.2	Montage d'une selle à vis	43
4.8.3	Montage d'une selle à souder	44
4.8.4	Montage d'un collier collé en PVC-U	44
4.9	Etanchéité pour les passages de murs	45
4.10	Conduites posées à l'air libre	
4.10.1	Influence de la température	45
4.10.2	Montage avec section de compensation	46
4.10.3	Distance entre les colliers de fixation	48
4.10.4	Coques de support	49
4.10.5	Montage rigide	49
4.10.6	Points fixes	49
4.11	Contrôle d'étanchéité	50

SOMMAIRE

5 Statique

5.1 Généralités

5.1.1	Introduction	51
5.1.2	Comportement statique	51

5.2 Fondements

5.2.1	Valeurs caractéristiques du tuyau	52
5.2.1.1	Influence de la résistance annulaire	52
5.2.1.2	Valeurs de calcul	52
5.2.2	Profil de pose	52
5.2.2.1	Influence de la forme de la tranchée	52
5.2.3	Valeurs caractéristiques des sols	53
5.2.3.1	Classification des sols (méthode de champ)	53
5.2.3.2	Masse volumique des matériaux de remblayage	53
5.2.3.3	Module de déformation horizontale E_B	53
5.2.3.4	Influence du sol d'origine	54
5.2.3.5	Retrait des écarteurs	54
5.2.4	Contraintes	54
5.2.4.1	Sollicitations dues au terrain	54
5.2.4.2	Sollicitations dues au trafic routier	55
5.2.4.3	Charges à effet vertical	58
5.2.4.4	Contrainte hydrostatique externe	58
5.2.4.5	Autres sollicitations	58

5.3 Calcul statique

5.3.1	Résistance du système	59
5.3.2	Modules de déformation	59
5.3.3	Justificatifs	59
5.3.4	Capacité de charge de sécurité	60
5.3.5	Efficacité de fonctionnement	60

5.4 Tuyaux à comportement élastique

5.4.1	Justificatif de capacité de charge	61
5.4.1.1	Justificatif de voilement sans effet de la nappe phréatique	61
5.4.1.2	Justificatif de voilement en tenant compte de l'effet de la nappe phréatique	61
5.4.2	Efficacité de fonctionnement	62
5.4.2.1	Justificatif de tension	62
5.4.2.2	Justificatif de déformation	62

5.5 Tuyaux à comportement rigide

5.5.1	Capacité de charge	63
5.5.2	Efficacité de fonctionnement	64
5.5.3	Caractéristiques du béton	64

5.6 Contrôle du calcul statique

5.7 Exemples

5.7.1	Tuyaux à comportement souple	65
5.7.2	Tuyaux à comportement rigide (bétonnés)	67

6 Hydraulique

6.1 Quantités d'eaux usées prévues

6.1.1	Evacuation des eaux usées de propriétés privées	69
6.1.2	Pluviométrie, évacuation en propriété privée	70
6.1.3	Evacuation des eaux usées, évacuation de lotissements	70
6.1.4	Quantités d'eaux de pluie, évacuation des lotissements	71
6.1.4.1	Liste de calcul selon Imhoff	71
6.1.4.2	Courbes d'intensité de pluie	71
6.1.4.3	Délai d'évacuation	72
6.1.4.4	Coefficient d'écoulement	72

6.2 Dimensionnement de la section

6.2.1	Formules d'écoulement	73
6.2.1.1	Formule d'écoulement selon Prandtl-Colebrook	73
6.2.1.2	Formule d'écoulement de Strickler	73
6.2.2	Valeurs caractéristiques du matériau	74
6.2.3	Remplissage partiel	74
6.2.4	Détermination du diamètre nominal	75
6.2.5	Canalisations à forte déclivité	75

6.3 Abaque

6.3.1	Tuyau de canalisation JANOLen ottimo	76
6.3.2	Tuyau de canalisation JANOLen nuovo	77
6.3.3	Tuyau de canalisation JANOLen bianco	78
6.3.4	Tuyau de canalisation JANODur triplo	79
6.3.5	Abaque de conduites à forte pente	80

6.4 Exemple hydraulique

6.4.1	Exemple 1 avec abaque	81
6.4.2	Exemple 2 par le calcul	81
6.4.3	Exemple 3 terrain bâti	82
6.4.4	Exemple 4 pour conduites à forte déclivité	82

6.5 Conditions limites de normes

6.5.1	Diamètres nominaux minimums, pour l'évacuation de terrains bâti	83
6.5.2	Diamètres nominaux minimum de canalisation	83
6.5.3	Evacuation de terrains bâti en pente	83
6.5.4	Canalisation en pente	84
6.5.5	Vitesse d'écoulement minimale	84
6.5.6	Charge d'écoulement admissible (Q maxi.) pour canalisations hors de bâtiments	84

6.6 Capacités d'absorption des conduites de drainage

6.6	85
-----	----

6.7 Volumes d'évacuation pour les tuyaux d'infiltration

6.7	86
-----	----

0 CONVENTIONS

0.1 Abréviations

0.1.1 Lettres latines

		Unité
A	Section d'écoulement mouillée	mm ² ; m ²
A ₁	Coefficient pour charges agissant verticalement	–
A ₂	Coefficient de contrainte pour remblais	–
ATV	Association pour les techniques d'évacuation des eaux (D)	
a, a'	Distance entre les deux levées de protection	m
B	Largeur de la tranchée à la hauteur du sommet du tuyau	m
B _R	Constante locale	min
C	Coefficient de sécurité de l'ensemble	–
C	Concentration d'air	–
C ₁	Coefficient de détermination de la largeur limite de la tranchée	–
C ₂	Paramètre de tassement et de résistance à la flexion	–
C ₃	Paramètre de portée	–
C _L	Constante matériau	
CR	Classe de résistance, correspond à SN	kN/m ²
c	Epaisseur de paroi de l'élément porteur	mm
D	Portée d'application sous bâtiment	
DE'	Diamètre extérieur de l'élément porteur	mm
DN	Diamètre nominal	mm
DN/OD	Diamètre nominal, calibrage externe	mm
DN/ID	Diamètre nominal, calibrage interne	mm
D _{Pr}	Densité Proctor	%
DU	Valeur d'eaux usées	l/s
d	Diamètre moyen du tuyau d _n - e _n	mm
de	Diamètre extérieur du tuyau, antérieurement d _n	mm
d _n	Diamètre extérieur nominal	mm
di	Diamètre intérieur, valeur de consigne	mm
E _B	Module de déformation du sol	N/mm ²
EN	Norme européenne	
ENV	Proposition de norme européenne	

		Unité
EPDM	Caoutchouc éthylène propylène diène (matériau d'étanchéité mou)	
E _{R, perm}	Module de fluage du tuyau (module d'élasticité permanent)	N/mm ²
E _{R, instant}	Module de déformation du matériau du tuyau (module d'élasticité instantané)	N/mm ²
e _n	Epaisseur nominale de paroi	mm
F _A	Surface de la zone partielle de collecte	ha
F _R	Surface de section de la paroi du tuyau	mm ²
f	Facteur dépendant du profil de pose	–
f	Fléchissement	mm
G _m	Charge propre	N/mm ²
g	Poids propre	N/mm ³
g	Gravité terrestre 9,81	m/s ²
H	Hauteur de remblayage depuis le sommet du tuyau	m
HA	Recouvrement	m
HO	Epaisseur de la couche de sécurité	m
HU	Epaisseur de lit	m
HSM	Elément chauffant manchon de soudure conformément à la définition dans NPK 237/DO2	
HSS	Elément chauffant de soudure bord à bord conformément à la définition dans NPK 237/DO2	
Hw	Hauteur de la nappe phréatique	m
h	Profondeur moyenne perpendiculaire à l'axe de la canalisation	
h _T	Hauteur de remplissage partiel	mm; m
I	Moment d'inertie	mm ⁴
ID	Tuyaux à calibrage interne	mm
ISO	International Organization for Standardization	
Js	Pente du sol	–
Je	Pente des lignes énergétiques	–
J _R	Pente résiduelle	–
K	Degré de température Kelvin	K

0 CONVENTIONS

	Unité		Unité
K	Facteur de consistance du béton	–	PP-QD Polypropylène, renforcé au silicate (Q) en poudre (D)
K1	Valeur tabulée	–	PP-R Tuyau en polypropylène conforme à la définition NPK 237/D02
KGEZ	Pièce de transition en PVC-U (à maçonner)	–	PP-S Tuyau de drainage en polypropylène conforme à la définition NPK 237/D02
KGKZ	Pièce de transition en PVC-U (à extrémité ravivée)	–	prEN Norme européenne provisoire
KGUM	Pièce de transition en PVC-U (à manchon rétrécissant) extrémité lisse	–	PVC Chlorure de polyvinyle
KGUMS	Pièce de transition en PVC-U (à manchon rétrécissant) avec manchon	–	PVC-U Chlorure de polyvinyle sans plastifiant
KGUS	Pièce de transition en PVC-U sur STZ	–	PVC-U-R Tuyau en PVC-U conforme à la définition NPK 237/D02
kN	Kilonewton	kN	PVC-U-S Tuyau de drainage en PVC-U conforme à la définition NPK 237/D02
Ks	Coefficient de résistance hydraulique	m ^{1/3} /s	PVC-U-VS Tuyau d'infiltration en PVC-U conforme à la définition NPK 237/D02
K _R	Constante locale en fonction de la fréquence z _R	–	p Pression kN/m ²
k	Facteur d'appui dépendant de la série de tuyaux et de la compacité du sol	–	p _{cr} Pression critique de voilement N/mm ²
k	Facteur de correction d'addition d'eau	–	p _{k,adm} Pression de voilement autorisée N/mm ²
kb	Rugosité de la paroi en service pour tuyaux en matière plastique kb = 0,25x10 ⁻³ m	mm	ph Pression hydrostatique N/mm ²
l	Longueur du tronçon de conduite considéré	mm	pv1 Pression de béton par rapport à la vitesse de montée N/mm ²
L _b	Longueur jambe de cintrage	mm	pv2 Pression de béton en tenant compte de la consistance du béton et de la température N/mm ²
L _{RS}	Ecart entre les colliers	mm	p _w Charge agissant sur le tuyau en raison de la pression d'eau kN/m ²
M	Moment de flexion	Nm	p _{w,d} Valeur calculée de la pression hydrostatique N/mm ²
MFR	Indice de fusion (Melt Flow Rate)	g/10'	Q Débit m ³ /s; l/s
NBR	Tuyau en béton normal	–	Q _{Dim} Débit d'écoulement utilisé pour le dimensionnement de la conduite m ³ /s
NPK	Catalogue de positions normées des entreprises suisses du bâtiment	–	Q _G Mélange eau-air m ³ /s
NW	Diamètre nominal; caractéristique de comptabilité de deux éléments de tuyauterie entre eux	mm	Q _{max} Charge de débit autorisée m ³ /s
OD	Tuyau à calibrage externe	–	Q _r Sollicitation N/mm ²
PE	Polyéthylène	–	Q _T Débit en cas de remplissage partiel m ³ /s
PE-R	Tuyau de polyéthylène conformément à la définition dans NPK 237/D02	–	Q _V Charge critique de voilement m ³ /s
PE-S	Tuyau de drainage en polyéthylène conformément à la définition dans NPK 237/D02	–	q Sollicitation par unité de surface agissant verticalement kN/m ²
PEHD	Polyéthylène à haute densité	–	q _{BL} Résistance au voilement N/mm ²
PEZE	Pièce de transition en PE (à extrémité avivée)	–	q _{Br} Charge de rupture à l'endroit de sommet kN/m
PP	Polypropylène	–	

0 CONVENTIONS

	Unité		Unité	
q_{ds}	Valeur calculée de la sollicitation résultant d'une charge par unité de surface	N/mm^2	T Profondeur de la tranchée	m
q_{*ds}	Valeur calculée de la sollicitation résultant d'une charge linéaire	kN/m	T_R Durée de l'averse	min
q_s	Charge verticale à l'endroit du sommet du tuyau	kN/m^2	T_V Température de pose	$^{\circ}C$
q_{s1}	Charge verticale due au terrain et agissant sur le sommet du tuyau	kN/m^2	T_1 Température maximale de travail	$^{\circ}C$
q_{s2}	Charge verticale due au trafic et agissant sur le sommet du tuyau	kN/m^2	T_2 Température minimale de travail	$^{\circ}C$
q_{SG}	Contrainte équivalente due au poids propre	kN/m^2	U Périmètre mouillé (hydraulique)	m
q_{ser}	Sollicitation homogène par unité de surface résultant de toutes les charges verticales Q_{ser} appliquées à l'endroit du sommet du tuyau	N/mm^2	U Zone de pose hors bâtiment	
q_{sw}	Sollicitation équivalente due à la nappe phréatique	kN/m^2	U1 Profilés standard de pose, tranchées en U	
R	Charge admissible de la canalisation		U3 Profilés standard de pose, tranchées en U	
Rh	Rayon hydraulique	m	U4 Profilés standard de pose, tranchées en U	
r	Quantité de précipitation	$l/s ha$	U_T Périmètre hydraulique caractéristique d'un remplissage partiel	mm; m
S	Série (répartition des tuyaux)		UD UD Zone de pose hors bâtiment (U) et sous bâtiment (D)	
S	Coefficient d'ensemble (coefficient de sécurité)	–	USCS Unified Soil Classification System (Classification des sols)	
SB	Largeur du lit	m	UV Rayonnement ultraviolet du soleil	
SF_{kurz}	Résistance du système à la déformation	–	V1 Profilés standard de pose, tranchées en V	
SF_{lang}	Résistance du système hydraulique	–	V3 Profilés standard de pose, tranchées en V	
S_d	Valeur calculée de la sollicitation		V4 Profilés standard de pose, tranchées en V	
SDR	Taux dimensionnel standard	–	VD Hauteur des levées de protection	m
SIA	Association suisse des ingénieurs et architectes		VKR Association pour les tuyaux et accessoires de tuyau en plastiques	
SI/VKF	Institut pour la sécurité / Association cantonale des assurances incendie		VSA Association suisse des professionnels des égouts et de la protection des eaux	
SN	Norme Suisse		v Vitesse moyenne d'écoulement	m/s
SN	Rigidité annulaire	kN/m^2	v_g Vitesse du mélange eau-air	m/s
SNV	Association des normes suisses		v_{min} Vitesse minimale d'écoulement	m/s
SSIV	Association suisse des plombiers et installateurs (suisse tec)		v_T Vitesse moyenne d'écoulement avec un remplissage partiel	m/s
STM	Manchon à emboîter conforme à la définition dans NPK 237/D02		v_v Vitesse d'écoulement avec remplissage complet	m/s
STZ	Tuyau en grès		W Couple résistant	mm^3
SVGW	Association suisse pour le gaz et les métiers de l'eau		x Déformation du diamètre de tuyau dans le sens vertical	–
			ZE Coefficient de pose	–
			ZEPE Pièce de transition en PE (à maçonner)	
			z Taux de remplissage	–
			z_R Nombre d'années au cours desquelles la quantité de précipitations r a été atteinte ou dépassée	–

0 CONVENTIONS

0.1.2 Lettres grecques

	Unité
α	Coefficient de modifications de longueur mm/m K
β	Angle d'inclinaison des parois °
β_{bz}	Résistance à la traction par flexion du béton kg/cm ²
γ_E	Masse volumique du matériau de remplissage kN/m ³
γ_G	Facteur de charge –
γ_Q	Facteur de charge –
γ_W	Masse volumique de l'eau kN/m ³
γ_R	Coefficient de résistance –
ΔL	Différence de longueur mm
ΔT	Différence de température °C ; K
ϵ	Allongement (modification de longueur par unité de longueur) –
σ	Contrainte N/mm ²
σ_{Rb}	Contrainte annulaire de flexion N/mm ²
$\sigma_{Rb,adm}$	Contrainte annulaire de flexion admissible N/mm ²
σ_{Rbd}	Contrainte annulaire de flexion en compression N/mm ²
σ_{Rbz}	Contrainte de flexion en traction N/mm ²
σ_s	Contrainte équivalente N/mm ²
ν	Viscosité cinématique m ² /s (pour l'eau $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6}$)
ϕ	Angle intérieur de frottement du sol naturel °
ϕ	Coefficient dynamique de charge –
ψ	Coefficient d'écoulement –
ψ	Facteur de charge –
μ	Constante de Poisson –

0.2 Unités

0.2.1 Conversion des volumes

	m ³	dm ³ (litres)	cm ³	mm ³	
1 m³ =	1	1000	10 ⁶	10 ⁹	
1 dm³ (1 litre) =	0,001	1	1000	10 ⁶	
1 cm³ =	10 ⁻⁶	0,001	1	1000	
1 mm³ =	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	0,001	1	

0.2.2 Conversion des unités de pression

	Pa (N/m ²)	N/mm ² (MPa)	bar	m niveau d'eau WS	kN/m ²
1 Pa =	1	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	0,001
1 N/mm² =	10 ⁶	1	10	100	1000
1 bar =	10 ⁵	0,1	1	10	100
1 m WS =	10'000	0,01	0,1	1	10
1 kN/m² =	1000	0,001	0,01	0,1	1

0 CONVENTIONS

0.3 Caractéristiques des tuyaux Jansen en matière plastique

Valeurs de référence

0.3.1 Structure

Caractéristiques	Unité	JANOlen ottimo PP-QD	JANOlen nuovo PP	JANOlen bianco PE	JANOdur triplo PVC-U	JANOlen tuyau à pression PE 100
Structure	[.] noyau	3 couches renforcé par minéraux	1 couche	2 couches noyau	3 couches expansée	1 couche
Couleur	[.]	rouge-brun noyau gris intérieur gris-clair	orange-brun	noir intérieur gris-clair	orange-brun	noir à rayures bleues (eau) jaunes (gaz)
Résistance aux agents chimiques	[.]	voir sous www.jansen.com/d/f/techinfo/index.html				
Résistance aux intempéries Europe Centrale	Année	≥ 2	1 à 2	> 10	1 à 2	> 10

0.3.2 Caractéristiques mécaniques

Pour une température de 23 °C

Caractéristiques	Unité	JANOlen ottimo PP-QD	JANOlen nuovo PP	JANOlen bianco PE	JANOdur triplo PVC-U	JANOlen tuyau à pression PE 100
Densité	g/cm ³ t/m ³	1,15 Valeur moyenne	0,90	0,95	1,05 Valeur moyenne	0,96
Tension d'étirage	N/mm ²	28*	28	19 -22	50 - 60	23
Tension de dilatation	%	12*	12	10	5	9
Contrainte annulaire de flexion $\sigma_{Rb,adm}$	N/mm ²	8,0*	8,0	8,0	25,0	8,0
Module d'élasticité E_0 (instantanée)	N/mm ²	2800	1200-1500	800-1000	3600	900-1100
Valeur calculée $E_{R,instant}$ pour la statique	N/mm ²	2800	1250	1000	3000	1000
Module d'allongement R_{kl} (permanent)	N/mm ²	800	300	150 - 200	1750	200 - 300
Valeur calculée $E_{R,perm}$ pour la statique	N/mm ²	700	300	150	1500	200
Rigidité annulaire SN valeur min.	kN/m ²	8	4 (S 16)	4 (S 12,5) 2 (S 16)	2	16 (S 8)
Constante de Poisson	[.]	0,35	0,40	0,40	0,38	0,4

* se rapporte à la couche interne ou externe

0.3.3 Caractéristiques thermiques

Caractéristiques	Unité	JANOlen ottimo PP-QD	JANOlen nuovo PP	JANOlen bianco PE	JANOdur triplo PVC-U	JANOlen tuyau à pression PE 100
Coefficient de dilatation linéaire	mm/m K	0,04	0,14	0,18	0,08	0,18
Température générale maximale en usage permanent	°C	40	40	40	40	40
Résistance thermique instantanée max. (sans tension) <1h	°C	110	110	90	70	100
Aptitude à la rupture au froid	°C	-25	-25	-40	0	<-40
Point d'inflammation SI/VKF	[-]	4.3	4.3	4.3	5.2	4.3
Classe de matériau DIN 4102	[-]	B2	B2	B2	B1	B2

0.3.4 Caractéristiques électriques

Caractéristiques	Unité	JANOlen ottimo PP-QD	JANOlen nuovo PP	JANOlen bianco PE	JANOdur triplo PVC-U	JANOlen tuyau à pression PE 100
Conductivité électrique		isolant				
Résistance de la surface	Ohm	> 10 ¹²				

1.1 Matériaux

Pour la fabrication de systèmes d'évacuation d'eaux en matière plastique. Les tuyaux sont fabriqués par un procédé d'extrusion. Le matériau plastique réchauffé est pressé au travers d'un outil de formage, calibré puis stabilisé par refroidissement. Tous les matériaux plastiques utilisés ont en commun une excellente résistance aux agents chimiques. Des indices de frottement faibles et une surface interne lisse produisent les meilleures caractéristiques hydrauliques et empêchent les dépôts.

Et, très important: les plastiques ne connaissent pas la corrosion.

1.1.1 Les polypropylènes PP

Les PP présentent une résistance aux agents chimiques comparable à celle des PE. Les polypropylènes allient une bonne résistance aux chocs à froid, à une grande stabilité. Leurs autres caractéristiques intéressantes sont la résistance thermique, la dureté de surface, la résistance mécanique.

1.1.2 Les polypropylènes renforcés PP-QD

Avec l'utilisation de polypropylènes renforcés par des additifs minéraux (PP-QD), on réduit les propriétés élastiques.

L'alliage de polypropylène et de silicate de magnésium (à module E très important) produit une plus grande capacité de charge, une déformation dans le temps plus faible (fluage) et une plus faible dilatation thermique.

Désignation QD conforme à SN NE ISO 1043-2

Lettre repère pour le matériau de renforcement:

Q pour silicate

Lettre repère pour la forme ou la structure du matériau de renforcement: D pour poudre.

1.1.3 Les polyéthylènes PE

Les systèmes de tuyaux d'évacuation en PE ont fait leurs preuves depuis de longues années. Les caractéristiques principales du PE sont une grande résistance aux agents chimiques, une faible densité, neutralité physiologique et leur flexibilité. Il faut souligner leur grande résistance même sous des températures très inférieures à 0 °C, ainsi que leur bonne aptitude au soudage.

En partant du monomère éthylène et d'un oléfine simple on obtient un polyéthylène par polymérisation, un polyoléfine. Avec la croissance de la densité, on augmente la résistance à la traction, la rigidité ainsi que la résistance aux agents chimiques.

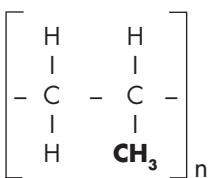
On utilise des PE à haute densité (PE-HD).

1.1.4 Les Chlorures de polyvinyle PVC

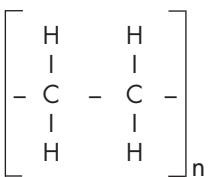
Le chlorure de polyvinyle (PVC) est un matériau plastique thermoplastique qui est fabriqué par la polymérisation de chlorure de vinyle monomère.

Les plastifiants utilisés dans de nombreuses applications de PVC flexibles en tant qu'additifs, ne sont pas mis en œuvre dans des applications de PVC dur; on parle alors de PVC-U (PVC non plastifié).

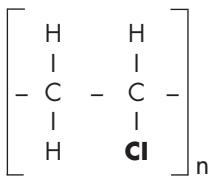
1.1.5 Structure moléculaire



Polypropylène (PP)



Polyéthylène (PE)



Chlorure de polyvinyle (PVC)

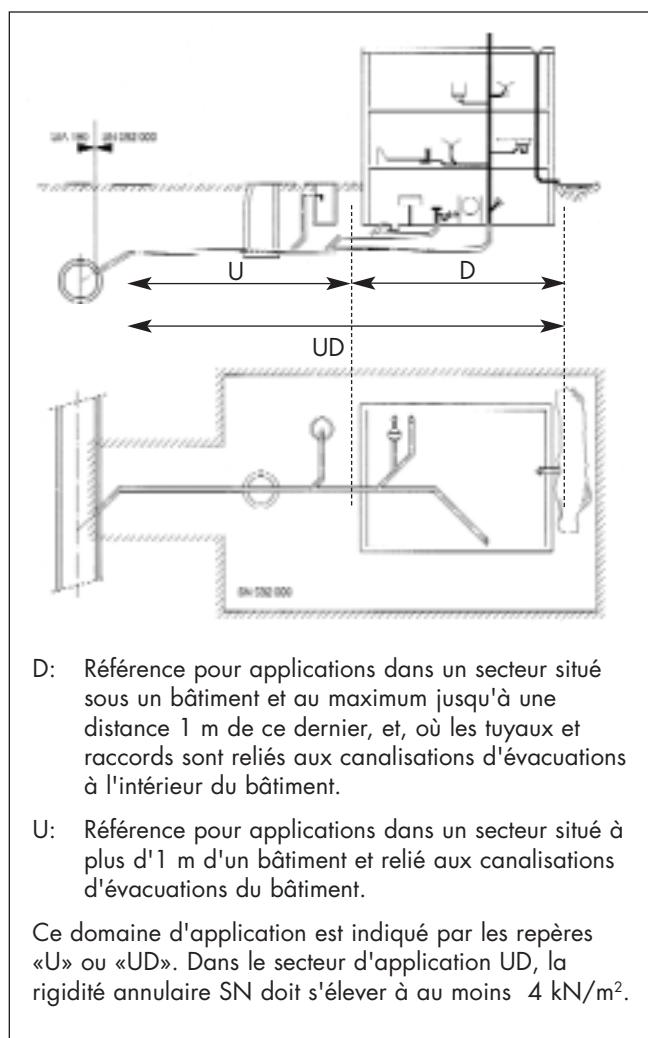
C : Carbone

H : Hydrogène

Cl : Chlore

1.2 Application

Les tuyaux d'évacuation des eaux Jansen ont prouvé leur grande efficacité, grâce à leur caractéristiques avantageuses, depuis des dizaines d'années en tant que tuyaux d'écoulement pour les eaux de pluie et les eaux usées. Ce sont des tuyaux idéaux pour les canalisations à écoulement libre dans le secteur des égouts. Les tuyaux d'évacuation sont généralement posés sous terre. Pour les canalisations hors de terre, nous recommandons les tuyaux JANolen bianco en polyéthylène. Les secteurs d'application au sein des écoulements d'eaux de terrain bâti sont partagés selon les normes correspondantes de la manière suivante:



D: Référence pour applications dans un secteur situé sous un bâtiment et au maximum jusqu'à une distance 1 m de ce dernier, et, où les tuyaux et raccords sont reliés aux canalisations d'évacuations à l'intérieur du bâtiment.

U: Référence pour applications dans un secteur situé à plus d'1 m d'un bâtiment et relié aux canalisations d'évacuations du bâtiment.

Ce domaine d'application est indiqué par les repères «U» ou «UD». Dans le secteur d'application UD, la rigidité annulaire SN doit s'élever à au moins 4 kN/m².

Pour les applications spéciales vous pouvez utiliser également nos tuyaux à double paroi (voir registre de catalogue 4).

Autres domaines d'application:

- Conduites doubles pour nappe phréatique des zones de protection des eaux
- Industrie (extraction des fumées)
- Registres terrestres

1.3 Dimensions / longueurs disponibles

Les tuyaux en matières plastiques sont calibrés sur l'extérieur, c'est-à-dire que le diamètre nominal dn se rapporte au diamètre externe.

Pour le détail des dimensions, voir les listes de prix et des dimensions.

La section suivante est réservée à des produits standards. Les tailles et longueurs spéciales sont disponibles sur demande.

La définition des séries SDR et à résistance annulaire est détaillée au chapitre 2 «Répartition des tuyaux d'évacuation des eaux».

1 GENERALITES

1.3.1 Polypropylènes PP

JANOlen ottimo

Tuyaux multicouche à couche moyenne renforcée d'agents minéraux, en PP-QD (tuyau multicouche de type A1).

Tuyaux à manchon à emboîter thermoformé
 d_n 160 – 500 mm.

Tuyaux de drainage d_n 160 – 400 mm sur demande

Résistance annulaire SN 8 kN/m²

Longueur de construction: standard 6 m

Pièces de forme segmentées

Couleur brun cuivre, couleur interne gris clair

Recommandation VSA N° 15'003



JANOlen nuovo

Tuyaux à manchon à emboîter thermoformé
 d_n 110 – 160 mm

Tuyaux à manchon à emboîter rapporté d_n 200 mm

Tuyaux de drainage d_n 110 – 200 mm

Série 16, SDR 33

Résistance annulaire SN 4 kN/m²

Longueur de construction: standard 6 m

Pièces formées extrudées

Couleur orange brun

Recommandation VSA N°. 15'004



1.3.2 Polyéthylène PE

JANOlen bianco

Tuyaux avec manchon de dilatation thermoformé
 d_n 110 – 400 mm

Tuyaux à bout lisse d_n 110 – 500 mm

Tuyaux de drainage d_n 110 – 400 mm

Série 12.5, SDR 26

Résistance annulaire SN 4 kN/m²

d_n 110 - 160 mm

Série 16, SDR 33

Résistance annulaire SN 2 kN/m²

d_n 200 – 500 mm

Longueur de construction: standard 6 m ou 10 m

Pièces de forme segmentées

Couleur noir, couleur interne gris clair

Recommandation VSA N° 11'016



1.3.3 Chlorure de polyvinyle PVC-U

JANOdur triplo

Tuyaux à manchon à emboîter thermoformé
 d_n 110 – 630 mm

Tuyaux de drainage d_n 110 – 400 mm

Tuyaux d'infiltration (sur demande)

Caractéristiques mécaniques identiques à la série 25,
SDR 51

Résistance annulaire SN 4 kN/m² d_n 110 - 125 mm

Résistance annulaire SN 2 kN/m² d_n 160 - 630 mm

Longueur de construction: standard 5 m

Pièces formées injectées

Couleur orange brun



1 GENERALITES

1.4 Mise en oeuvre

1.4.1 Disponibilité

Le graphique suivant présente notre programme standard. Les indications détaillées de disponibilité se trouvent dans les listes actuelles de prix et dimensions

Matériaux			Diamètre mm										
	Rigidité annulaire	Série	110	125	160	200	250	315	355	400	500	630	
PP	SN 8				JANOlen ottimo					ottimo			
	SN 4	S 16	JANOlen nuovo										
PEHD	SN 2	S 16			JANOlen bianco								
	SN 4	S 12,5	JANOlen bianco										
PVC-U	SN 2	(S 25)		JANOdur triplo					Série 25				
	SN 4		triplo										

1.4.2 Critères de sélection

Dans le tableau suivant, vous pourrez trouver, en phase avec les divers secteurs d'application, certains critères de choix, et ce, pour nos différents matériaux plastiques.

Cette liste est bien entendu, non exhaustive.

Application	Système de tuyaux				Points forts
	PP		PE	PVC-U	
	JANOlen ottimo	JANOlen nuovo	JANOlen bianco	JANOdur triplo	
Secteur des bâtiments	X	XXX	X	XX	Prix des raccords, écologie
Secteur routier	XXX	XX	XX	X	Capacité de charge
Conduites d'assainissement	XX	XX	XXX	X	Flexibilité
Canalisations de drainage	XX	XXX	XXX	XX	Raccords
Eaux de drainage fortement calcaires	XXX	XXX	XXX	X	Entretien
Sol acide, tourbe	XXX	XX	XX	X	Résistance, statique
Nappe phréatique	XXX	XX	XX	XX	Pression d'eau
Pente inférieure à 2%	XXX	XX	XX	XX	Position longitudinale, exactitude
Pente supérieure à 30%	XX	XX	XXX	X	Flexibilité, poids
Zone de protection des eaux	X	X	XXX	X	Aptitude au soudage, système à tuyaux doubles
Conduites isolées	X	X	XXX	X	Capacités d'adaptation
Conduites à l'air libre	X	X	XXX		Résistance aux UV, aptitude au soudage

1.5 Repérage

Sur les tubes, les indications suivantes sont reportées, à intervalle régulier:

1 JANOlén ottimo 2 Kanalrohr 3 PP 4 SN 8 6 dn 200 7 * 8 prEN 13476 9 UD 10 VSA 15003 11 Q 12 13 02 03 13 1521

1 JANOlén nuovo 2 Kanalrohr 3 PP 4 SN 4 5 S 16 6 dn 200 7 * 8 EN 1852 9 UD 10 VSA 15004 11 Q 12 13 02 03 13 1521

1 JANOlén bianco 2 Kanalrohr 3 PE 4 SN 2 5 S 16 6 dn 315 8 prEN 12666 9 U 10 VSA 11016 11 Q 12 13 02 03 13 1521

1 JANOdur triplo 2 Kanalrohr 3 PVC-U 4 SN 2 6 dn 200 8 prEN 13476 9 U 12 13 02 03 13 1521

- 1 = Désignation de produit
- 2 = Domaine d'application (égout ou pression)
- 3 = Désignation du matériau
- 4 = Résistance annulaire kN/m²
- 5 = Série de tuyau
- 6 = Dimension (diamètre externe)
- 7 = Cristal de glace (test de résistance au froid)
- 8 = Norme
- 9 = Domaine d'application (voir 2.6)
- 10 = Autorisation recommandation VSA
- 11 = Label de qualité ARGE pour l'évacuation de bâtiments suissetec/VSA: «Q-plus Swiss Quality»
- 12 = Date de production
- 13 = Code de matériaux et traçabilité

1.6 Normes

Les contraintes des normes européennes sont intégrées aux normes suisses. L'ensemble des normes européennes est en cours et donc les normes sont en traitement à divers niveaux d'évolution.

SN EN	norme européenne déjà intégrée dans la structure de normalisation suisse.
prEN	norme européenne provisoire à un stade de traitement avancé et qui n'est pas encore intégrée dans la structure de normalisation suisse, mais dont on tient compte dans les planifications à longue échéance

1.6.1 Normes pour la planification et l'exécution

Les normes applicables pour la pose de tuyaux d'évacuation en matériau plastique sont les suivantes:

Norme SIA 190	égouts
SN EN 1610 (SIA 190.203)	pose et contrôle des canalisations d'évacuation et d'égout
SN 592'000	tuyaux d'évacuation de bâtiments

1.6.2 Norme de produits

Elle comporte entre autre la géométrie des tuyaux et des raccords ainsi que les caractéristiques de produit.

La difficulté avec les normes de produit consiste en ce qu'au-delà des matériaux (par exemple des matériaux composites métalliques ou au ciment) il n'existe pas de niveau de qualité comparable. La SN 592'012 (base de l'autorisation de recommandation) cherche à atteindre un nivelingement des exigences de qualité indépendamment des matériaux.

Les normes de produits pour tuyaux en matière plastique sont désignées par des organes neutres (instituts de contrôle) comme disposant d'un haut niveau de qualité.

SN EN 1852	Systèmes de tuyaux d'évacuation en matière plastique pour conduites et canalisations d'égout souterraines en polypropylènes (PP)
------------	--

SN EN 1401	Systèmes de tuyaux d'évacuation en matière plastique pour conduites et canalisations d'égout souterraines à écoulement libre, sans plastifiant en chlorure de polyvinyle (PVC-U)
------------	--

prEN 12666	Systèmes de tuyaux d'évacuation en matière plastique pour conduites et canalisations d'égout souterraines en polyéthylènes (PE)
------------	---

prEN 13476 Systèmes de tuyaux d'évacuation en matière plastique thermoplastique pour conduites et canalisations d'égout souterraines à écoulement libre, à parois structurées en chlorure de polyvinyle (PVC-U) sans plastifiant, polypropylènes (PP) et polyéthylènes (PE)

SN 592'012 Systèmes de tuyaux pour eaux usées et eaux pluviales, norme de construction, de fonctionnement et de contrôle.

1.7 Directives

SN ENV 1046

Systèmes de tuyaux de canalisation et systèmes de protection des tuyaux - systèmes en matériaux plastiques hors bâtiments – recommandations pour la pose souterraine et aérienne.

VKR RL 03-02 Mise en œuvre de systèmes de tuyaux en matière plastique - canalisations souterraines, à écoulement libre en polyéthylène (PE) et chlorure de polyvinyle (PVC-U) – méthodes et directives de pose de l'Association pour les tuyaux et raccords en matière plastique (VKR).

Les collectivités locales peuvent décréter des directives et exigences spéciales pour les tuyaux d'évacuation. Par exemple la Sté. d'enlèvement et de recyclage des déchets de la ville de Zurich: exige des systèmes de tuyaux en polyéthylène dur dans les terrains publics, sur le territoire de la commune de Zurich.

En dehors des directives spécifiques appliquées aux canalisations, sont en vigueur également les exigences habituelles spécifiques de construction pour la sécurité et la prévention des accidents de la SUVA et de la protection de l'environnement (protection des eaux).

1.8 Autorisations

Pour les systèmes d'évacuation des eaux il n'existe pas d'autorisation généralement en vigueur, comme par exemple pour l'alimentation en eau potable, réglementée par le SVGW.

La responsabilité est scindée en deux secteurs, celui des canalisations publiques (responsabilité SIA) celui des évacuations d'immeubles privés (responsabilité de suissetec/VSA). Pour le secteur des évacuations d'eaux du secteur terrains et bâtiments privés, l'ARGE évacuation des eaux de terrains privés (suissetec/VSA), délivre une recommandation d'autorisation indicative.



Pour la reconnaissance optique de produits agréés, l'ARGE évacuation des eaux de terrains privés suissetec/VSA, a introduit le label de qualité «Q-plus Swiss Quality»

1.9 Durée de vie

Les systèmes de tuyaux en matière plastique ont déjà fait leur preuves depuis plus de 50 ans. Sur la base de l'expérience acquise et des calculs scientifiques il est possible de garantir une durée d'utilisation d'au moins 100 ans.

De part les examens effectués sur des conduites en fonction depuis de nombreuses années, et sur des échantillons qui ont été testés scientifiquement depuis plus de 50 années, il est possible de constater que les caractéristiques (concernant le type et la durée d'utilisation) sont restées inchangées et se sont maintenues comme cela avait été calculé. Le plastique devient ainsi un matériau planifiable.

1.10 Rentabilité

Les conduites de tuyaux en plastiques sont économiquement intéressantes. Leur faible poids diminuent les coûts de transport et facilitent la pose de façon déterminante (voir chapitre 4 «Techniques de pose»). Grâce à la mise en œuvre du **JANOlen ottimo** il est possible, sous des conditions normales de construction, de renoncer à l'adjonction d'un habillage de béton.

Dans l'examen de la rentabilité il faut, en plus des tuyaux, considérer les raccords et accessoires nécessaires. Suivant la quantité, le matériau et les plages de diamètres, les pièces de raccordement sont également décisives pour le calcul des frais de construction.

1.11 Résistance

1.11.1 Résistance aux intempéries

JANOlen ottimo et JANOlen nuovo en PP

sont très peu sensibles aux influences des intempéries. Un léger blanchiment de la couleur est possible, en fonction de la saison et de l'exposition. Les éventuelles décolorations sont dues à des effets photomécaniques sous le rayonnement solaire. Après une durée de stockage au soleil pendant une durée d'environ 2 années les tuyaux blanchissent progressivement. Mais on n'observe aucune dégradation de la qualité. Il est préférable de prévoir un stockage protégé, également contre la saleté.

JANOlen bianco en PE

sont stabilisés contre les rayons UV et peu sensibles au influences des intempéries. C'est le tuyau idéal pour les applications externes.

JANOdur triplo en PVC-U

sont sensibles au influences des intempéries. Un léger blanchiment de la couleur est possible, en fonction de la saison et de l'exposition. Les éventuelles décolorations sont dues à des effets photomécaniques sous le rayonnement solaire. Pendant les mois d'été, avec des effets de rayonnements solaires intensifs, la décoloration débute après environ trois mois. Mais on n'observe aucune dégradation de la qualité.

Après une durée de stockage d'environ 1 année on observe un blanchissement progressif qui présente un état de surface mat puis plus tard crayeux. Les tuyaux deviennent progressivement cassant et perdent de leur résistance aux chocs. De tels tuyaux ne doivent, de préférence, plus être mis en œuvre. Il est préférable de prévoir un stockage protégé, également contre la saleté. Il est aussi préférable d'éviter une exposition intensive au soleil de plusieurs mois.

Sous l'influence de basses températures le PVC-U devient moins résistant aux chocs. Il faut en tenir compte en particulier lors de leur manipulation et lors de montages avec des températures inférieures à 5° C.

1.11.2 Résistance thermique

En général la température de mise en œuvre en continu du matériau ne devrait pas dépasser 40° C.

Pour de courtes périodes (jusqu'à 1 heure, sans tension) de plus hautes températures sont supportables:

JANOlen ottimo et JANOlen nuovo en PP: 110° C, uniquement avec l'utilisation de joints en caoutchouc spéciaux, sinon au maximum 95° C.

JANOlen bianco en PE: 90° C

JANOdur triplo en PVC-U: 70° C

1.11.3 Résistance à la corrosion

La corrosion est la destruction du matériau par des effets chimiques ou électromagnétiques.

Les matières plastiques sont neutres aux réactions chimiques. L'insensibilité à la corrosion constitue une des propriétés essentielles des matières plastiques. Sur les tuyaux métalliques, la corrosion est une des sources les plus courantes de détérioration.

1.11.4 Résistance chimique

Par rapport aux agents chimiques et autres agents de différentes sortes et compositions, les plastiques possèdent une parfaite résistance. Les tuyaux de canalisation plastiques possèdent également une résistance à toutes les influences chimiques des sols naturels existant.

La liste complète des capacités de résistance aux agents chimiques et autres agents se trouve sur l'Internet sous www.jansen.com/f/k/techinfo.

Pour les applications spéciales (par exemple les canalisations pétrolières ou d'essence) il faut également contrôler la résistance des joints. Des joints spéciaux sont disponibles.

1.11.5 Résistance mécanique

Les frottements sont le résultat de résistances. Une caractéristique positive des plastiques est de n'opposer aux contraintes mécaniques, comme les particules solides d'un agent ou lors du rinçage, aucune forte résistance. Son comportement flexible à un rôle d'amortissement et possède un effet positif sur le comportement par rapport aux frottements. Les conduites de canalisation en matières plastiques ne produisent pratiquement pas de frottements, même en cas de grandes vitesses de débit.

Les dépôts dans les tuyaux sont créés par des produits transportés en suspension dans l'eau et ils sont totalement dépendants de la vitesse de débit. Les sédiments ont des difficultés à s'accumuler sur les plastiques en raison de l'état de surface lisse de ces derniers. Ainsi en cas de nettoyage mécanique il n'est pas nécessaire d'utiliser une force mécanique ou une pression importante. En principe le rinçage devrait être effectué avec une pression maximum de 100 bar (après la buse). Il est préférable de travailler avec de grandes quantités d'eau à la place de pressions importantes. Dans une opération de nettoyage correcte on ne peut pas observer d'influence mécanique venant des tuyaux en matière plastique.

1.12 Ecologie

Les tuyaux en matière plastique sont écologiques et convainquent par un faible consommation de matière première, un bilan écologique positif et un faible poids. Leur capacités de recyclage participent également à leur bilan écologique positif.

Les tuyaux en matière plastique ne sont pas des produits dangereux, n'ont pas d'effet nocif sur l'environnement et sont chimiquement neutres.

1.13 Comportement au feu

JANOlen ottimo / JANOlen nuovo / JANOlen bianco

PP et PE continuent de brûler hors des flammes. Ces matériaux sont considérés comme semi inflammable et produisent une fumée moyenne à faible, classe d'inflammabilité conformément à SI/VKF: 4.3 à 4.2. L'effet est semblable à celui du bois.

JANOdur triplo

Le PVC enflammé s'éteint quand on l'éloigne de la flamme. Le matériau est difficilement inflammable, produit des fumées moyennes, classe d'inflammabilité conformément à SI/VKF: 5.2.

En cas d'incendie des gaz nocifs sont dégagés.

Ne pas stocker de matériaux inflammables (PE, PP, bois, etc.) avec le PVC, ce dernier brûlant quand il est soumis à un feu annexe, et, se décompose sous l'action de la chaleur.

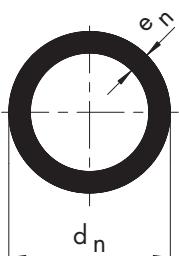
2.1 Répartition suivant la série de tuyaux S

Les tuyaux en plastique pour l'alimentation et l'évacuation ont été jusqu'ici répartis en séries de tuyaux. Habituellement pour l'évacuation on trouve:

PE	Série S 12,5 et 16
PVC-U	Série S 25

La définition de la série de tuyaux «S» est un rapport entre le diamètre extérieur et l'épaisseur de la paroi:

$$S = \frac{d_n - e_n}{2 e_n} \quad d_n = \text{diamètre extérieur du tuyau} \\ e_n = \text{épaisseur de paroi}$$



2.2 Répartition suivant SDR

On utilise souvent la valeur SDR (Rapport de dimension standard). C'est le rapport direct entre le diamètre et l'épaisseur de paroi. Il est utilisé en particulier pour les PVC-U et les raccords.

$$SDR = \frac{d_n}{e_n} \quad \text{correspond environ à } 2S + 1$$

$$\begin{aligned} \text{Série 16} &= SDR 33 \\ \text{Série 25} &= SDR 51 \end{aligned}$$

Ces valeurs de rapport S ou SDR sont, avec les indications de matériau, suffisamment précis afin de déterminer la capacité de charge des tuyaux.

Ceci est également valable pour les tuyaux homogènes à paroi pleine.

2.3 Répartition suivant la résistance annulaire SN

Grâce aux techniques modernes multicouche on peut donner à un tuyau différentes caractéristiques, ainsi qu'une construction de paroi structurée.

Sur de tels produits la valeur de rapport entre le diamètre et l'épaisseur de paroi n'est plus assez précise, pour reconnaître la capacité de charge du tuyau. Afin de pouvoir comparer géométriquement différents produits, on a introduit la résistance annulaire. La résistance annulaire ne peut toutefois fonctionner comme une valeur unique de comparaison.

2.4 Résistances annulaires normalisées

La résistance annulaire est une capacité de charge du col déterminée par l'intermédiaire d'un essai normalisé. A l'aide de la résistance annulaire on ne peut déterminer directement la capacité de charge de tuyaux enrobés.

La répartition se fait en trois catégories:

$$SN 2 \quad SN 4 \quad SN 8 \quad [\text{kN/m}^2]$$

SN signifie indice de rigidité (Stiffness Number). De même qu'on peut utiliser une désignation française.

$$CR 2 \quad CR 4 \quad CR 8 \quad [\text{kN/m}^2]$$

CR signifie Classe de résistance et définit la même chose que SN.

La répartition est effectuée à partir d'essais de laboratoire: 21 jours après la production, le tuyau est déformé de 3% à l'aide d'une charge de surface. La charge de surface nécessaire est mesurée et le tuyau est classifié dans la catégorie suivante inférieure.

SN 2 ou CR 2 signifient donc que pour la déformation du tuyau de 3%, une charge de contrôle d'au moins 2 kN/m² a été nécessaire.

Comme il s'agit d'un essai après 21 jours, on a affaire à une observation à court terme et sans référence à la pratique. Cela signifie que les tuyaux peuvent de différencier complètement dans leur comportement plastique. Dans le calcul statique on n'utilise pas la résistance annulaire. Dans ce calcul en plus de la géométrie et du module E à court terme, c'est le module E à long terme qui devient essentiel (voir chapitre 5 «Statique des tuyaux»).

2 CLASSIFICATION DES TUYAUX D'EVACUATION

2.5 **Rapport résistance annulaire SN et tuyau de série S**

Cette comparaison est intéressante uniquement pour les tuyaux à paroi pleine. Les tuyaux à paroi pleine sont normalisés aussi bien par la série que par la résistance annulaire. On évite ainsi que pour une rigidité suffisante on utilise un tuyau à la paroi trop mince. Pour les tuyaux structurés la série n'a pas de signification essentielle (voir point 2.3).

2.6 **Domaine d'application pour l'évacuation des eaux de terrains privés**

Les domaines d'application au sein de l'évacuation des eaux des terrains privés sont différenciés par les normes de la manière suivante:

- D: Référence pour applications dans un secteur situé sous un bâtiment et au maximum jusqu'à une distance 1 m de ce dernier, et où les tuyaux et raccords sont reliés aux canalisations d'évacuations à l'intérieur du bâtiment
- U: Référence pour applications dans un secteur situé à plus d'1 m d'un bâtiment et relié aux canalisations d'évacuations du bâtiment.

Ce domaine d'application est indiqué par les repères «U» ou «UD». Dans le secteur d'application UD, la rigidité annulaire SN doit s'élever à au moins 4 kN/m² betragen.

Rapport entre les tuyaux de série S et de résistance annulaire SN, agencé par les dimensions disponibles en stock

Matériaux	SN 2	SN 4	SN 8	Normes	Produits Jansen
PP	Série 20	Série 16 d_n 110 - 200	Série 11,2	SN EN 1852	JANOlen nuovo
PP à structure			d_n 160 - 500	prEN 13476	JANOlen ottimo
PE	Série 16 d_n 200 - 400	Série 12,5 d_n 110 - 160	Série 10	prEN 12666	JANOlen bianco
PVC-U	Série 25 d_n 355 - 630	Série 20	Série 16,5	SN EN 1401	JANOdur compact
PVC-U à structure	d_n 160 - 315	d_n 110 - 125		prEN 13476	JANOdur triplo

2 CLASSIFICATION DES TUYAUX D'EVACUATION

2.7 Calcul de devis pour les conduites d'évacuation

Le calcul de devis des conduites d'évacuation est détaillé dans le NPK au chapitre 237 «Evacuations». L'édition 2002 a été remaniée et contient un bon nombre de nouveautés.

2.7.1 Abréviations et définitions

Les abréviations et définitions sont définies dans le NPK 237 D/02 de la manière suivante:

Matériau

PE	Polyéthylènes
PVC-U	Chlorure de polyvinyle sans plastifiant
PP	Polypropylènes

Désignation des tuyaux

Les abréviations des désignations de tuyaux sont placées derrière les spécifications de matériau, par exemple PE-R; PVC-U-S

-R	Tuyau de canalisation
-S	Tuyau de drainage
-VS	Tuyau d'infiltration

Raccordements de tuyaux

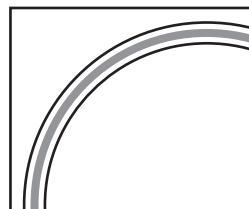
STM	Manchon à emboîter
SE	Bout lisse
DM	Manchon double
HSM	Manchon à souder à filament en spirale, (manchon électrique)
HSS	Soudage bout à bout
SF	Brides vissées

Dimensions

DN/OD	Le diamètre nominal, à calibration externe, correspond à la désignation usuelle dn. Sur les tuyaux à paroi pleine et multicouche, le diamètre nominal se rapporte toujours au diamètre extérieur. Les tuyaux à structure (par exemple tuyau à ailettes) sont définis par le diamètre intérieur (DN/ID)
-------	---

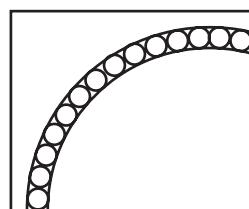
2.7.2 Définition des types de tuyaux à paroi structurée

Les types de tuyaux ne sont pas définis dans le NPK, mais se trouvent dans la norme prEN 13476



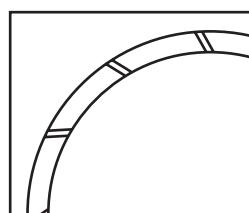
Type de tuyau A 1

Tuyau multicouche ou à paroi creuse avec des alvéoles longitudinales

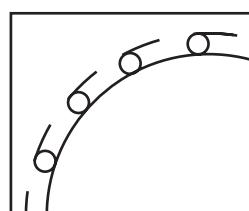


Type de tuyau A 2

Tuyau de profil creux avec des alvéoles possédant un développement en spirale



Les tuyaux avec des surfaces internes et externes lisses, où les parois interne et externe sont reliées par des nervures longitudinales entre les alvéoles, ou par une couche moyenne en matériau thermoplastique expansé ou non, sont classés sous de type de tuyau A 2.



Type de tuyau B

Constructions annelées ou à ailettes

Les tuyaux ou pièces de forme à surface interne lisse et à surface externe à paroi pleine ou creuse spiralée ou à ailettes annulaire ou en spirale ou possédant une surface annelée, s'ont désignés par le type de tuyau B.

2 CLASSIFICATION DES TUYAUX D'EVACUATION

2.7.3 Classification

La classification au sein des tuyaux en matière plastique dans NPK 237 est définie suivant le matériau, la structure de paroi et la rigidité annulaire.

Pour les tuyaux à paroi pleine, conformément aux normes de matériaux, chaque rigidité annulaire est attribuée à un rapport d'épaisseur de paroi. Pour cette raison les tuyaux à paroi pleine sont prédéterminés également suivant la série ou le SDR.

L'ensemble de la plage a été adaptée aux normes européennes et elle a été déterminée de manière à pouvoir intégrer également des développements futurs. Cela a toutefois pour conséquence d'offrir la possibilité de nombreuses variantes et qu'aujourd'hui seule une partie des possibilités est proposée sur le marché.

2.7.4 Prestations de service

Pour nos tuyaux d'évacuation en polypropylène JANolen ottimo et JANolen nuovo nous proposons des registres de prestations modèles pour la NPK 237 D/02. Envoi sur papier ou sous forme numérique sur disquette ou par courrier électronique, pour une importation directe dans le calcul de devis par l'intermédiaire de l'interface 451 de SIA.

	SN 2	SN 4	SN 8	Produits Jansen
Tuyaux à paroi pleine				
PVC-U	✓ Partiel	X	X	JANOdur compact
PEHD	✓ Partiel	✓ Partiel	X	JANolen bianco
PP	X	✓	X	JANolen nuovo
Tuyaux à structure				
PVC-U	✓ Partiel	✓ Partiel	X	JANOdur triplo
PEHD	X	X	X	
PP	X	X	✓	JANolen ottimo

✓ = disponible

X = non disponible

2 CLASSIFICATION DES TUYAUX D'EVACUATION

2.7.5 Extrait de NPK 237 D/02

Dans notre «Tableau de dimensions et liste de prix» (registre 2) vous trouverez pour chaque produit le numéro de position correspondant dans NPK 237 D/02.

Construction NPK
237 D/02 canalisations et évacuations
Section système de tuyaux d'évacuation

- 450 Tuyaux et pièces de forme en polyéthylène
-
- 451 Pose de tuyaux en polyéthylène PE-R.
- .100 PE-R avec joints élastiques STM.
01 Marque, type **JANolen bianco**
- .110 NRésistance annulaire nominale SN 2,
série de tuyau s 16.
- .111 DN/OD 160.
- .112 DN/OD 200.
-
- ..
- .120 Résistance annulaire nominale SN 4,
série de tuyau s 12,5.
- .121 DN/OD 110.
- .122 DN/OD 125.
-
- ..
- .131 01 DN/OD.....
02 Résistance annulaire nominale SN
03 Série de tuyau S
- .132 jusqu'à 189 comme pour .131
- .200 PE-R extrémité lisse avec HSM
01 Marque, type.....
- .300 PE-R extrémité lisse avec HSS
01 Marque, type.....

S 12,5 /16 nouveau sectionnement
S 16 disponible à partir du
dn 200 mm

S 12,5 dn 110 - 160 mm
disponible

Nouveau, on différencie par
procédé de soudage, avec
manchon ou réflecteur

2 CLASSIFICATION DES TUYAUX D'EVACUATION

Construction NPK
237 D/02 canalisations et évacuations
Section système de tuyaux d'évacuation

460	Tuyaux et pièces de forme en chlorure de polyvinyle sans plastifiant	
461	Pose de tuyaux en chlorure de polyvinyle sans plastifiant PVC-U-R.	
.100	PVC-U-R avec joints élastiques STM 01 Marque, type..JANOdur triplo	
.110	Résistance annulaire nominale SN, série de tuyau SDR 51 .	Il s'agit de la Série 25 connue
.111	DN/OD 110	
....		
..		
.120	Résistance annulaire nominale SN 4, série de tuyau SDR 41.	
.131	01 DN/OD..... 02 Résistance annulaire nominale SN..... 03 Série de tuyau SDR.....	
....		
....		
465	Pose de tuyaux et pièces de forme en PVC-U à parois structurées	
.100	Tuyaux.	
.110	Tuyaux de type A1. 01 Marque, type JANOdur triplo	
.111	01 Série OD. 02 Série ID 03 DN..... 04 Résistance annulaire nominale SN 05 Résistance annulaire réelle SD.... 06 Série de tuyau SDR..... 07 Raccordement de tuyau 08 Type de joint	OD signifie calibration externe, les tuyaux à paroi pleine et multicouches possèdent en général une calibration externe
.112	Normale SN 2
		La résistance annulaire réelle SD est SD connue seulement du fabricant, elle n'est pas intéressante. SDR n'a pas de signification pour les tuyaux structurés

2 CLASSIFICATION DES TUYAUX D'EVACUATION

Construction NPK
237 D/02 canalisations et évacuations
Section système de tuyaux d'évacuation

470 Tuyaux et pièces de forme en polypropylène

471 Pose de tuyaux polypropylène PP-R.

.100 PP-R avec joints élastiques STM
01 Marque, type... **JANOLEN NUOVO...**

.110 Résistance annulaire nominale SN 4,
série de tuyau S 16.

.111 DN/OD 160.

.112 DN/OD 200.

....

.117 01 DN/OD ...110....

.118 01 DN/OD ...125....

**Existe à partir du dn 110
dn 110 et dn 125 doivent être
mis dans les Pos. de devis
libres.**

.200 PP-R, raccordement avec HSS

01 Marque, type

**Uniquement en tant que
système à emboîter. Données
de soudure inconnues.**

476 Pose de tuyaux et pièces de forme en PP à paroi structurée.

.100 Tuyaux

.110 Type de tuyau A 1

01 Marque, type... **JANOLEN OTTIMO...**

.111 01 Série OD

02 Série ID

03 DN ...

04 Résistance annulaire nominale SN8..

05 Résistance annulaire réelle....

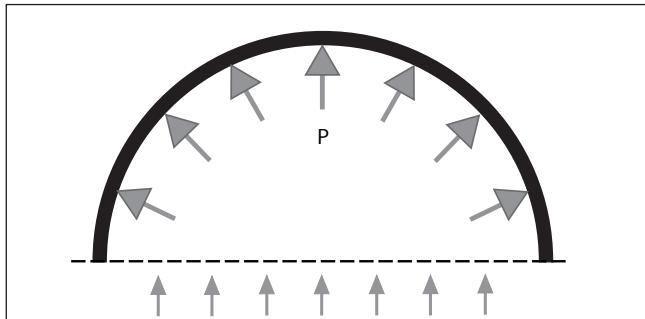
06 Type de raccordement.....

07 Type de joint.....

**Les tuyaux multicouche sont OD
avec une résistance annulaire
SN 8 ainsi tout est défini.**

.120 Type de tuyau A 2.

2.8 Charge de pression autorisée pour les tuyaux d'évacuation



2.8.1 Surpression interne

Les systèmes d'évacuation des eaux sont conçus fondamentalement comme des canalisations à écoulement libre. Les pressions internes doivent toutefois être garanties jusqu'à une pression maximale de 0,5 bars. Voir également les exigences de contrôle d'étanchéité (voir point 4.11).

Les pressions plus hautes dans les raccordements à emboîter sont limitées par les joints. C'est pourquoi nous recommandons, pour des pressions supérieures à 0,5 bars, d'utiliser absolument des systèmes de tuyaux à pression.

2.8.2 Dépression interne; surpression externe

En se rapportant au tuyau la dépression interne et la surpression externe sont identiques. Le plus important étant la résistance au voilement de la conduite. On distingue entre une charge instantanée (inférieure à 1 heure) et une charge à long terme.

Une dépression interne

peut se produire quand à cause du comportement d'écoulement dynamique ou d'un coup de bâlier dans la conduite, il se produit un effet d'aspiration. Ces contraintes sont en général de courte durée.

Une surpression externe

se produit par exemple en tant que contrainte permanente, en cas de conduites enterrées, par la nappe phréatique. Ce phénomène est pris en compte au sein de la statique de tuyau (voir chapitre 5).

Calcul de la contrainte de voilement

La pression de voilement autorisée est calculée de la manière suivante:

$$p_{k,adm} = \frac{p_{cr}}{S} \quad [N/mm^2]$$

S = coefficient de sécurité ≥ 2

p_{cr} = contrainte de voilement critique en N/mm^2

$$p_{cr} = \frac{2 \cdot E_R}{1 - \mu^2} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3 \cdot \left(\frac{1 - \frac{x}{d}}{\left(1 + \frac{x}{d} \right)^2} \right)^3$$

1 bar = 0,1 N/mm^2

e_n = épaisseur de paroi du tuyau [mm]

d = diamètre moyen du tuyau $d_n - e_n$ [mm]

x = déformation du diamètre de tuyau vertical [mm]

E_R = module de déformation du tuyau $[N/mm^2]$

μ = indice de dilatation radiale du matériau de tuyau [-]

Système d'évacuation	$E_{R,court}$	$E_{R,long}$	μ
JANOLEN PP ottimo	2800	700	0.35
JANOLEN PP nuovo	1250	300	0.40
JANOLEN PE bianco	1000	150	0.40
JANOdur PVC-U triplo	3000	1500	0.38

Pour une conduite sans déformation préalable on utilise les contraintes de voilement admissibles calculées suivantes:

Système d'évacuation	contrainte de voilement admissible $p_{k,adm}$ [N/mm^2]	
	Valeur courte <1h	Valeur longue
JANOLEN ottimo	0.139	0.035
JANOLEN nuovo	0.049	0.012
JANOLEN bianco S 12.5	0.076	0.011
JANOLEN bianco S 16	0.039	0.006

De légères dérives sont possibles en raison des tolérances de dimension. Un $p_{k,adm}$ de 0,035 N/mm^2 signifie que pour le tuyau rond non soutenu, on admet un niveau de nappe phréatique admissible de maximum 3,5 m.

2 CLASSIFICATION DES TUYAUX D'EVACUATION

2.8.3 Pression de béton

Quand les tuyaux en matière plastique sont bétonné, la pression de béton (pv_2) ne devrait pas dépasser la valeur de la contrainte de voilement admissible à long terme.

$$pv_2 < p_{k, \text{adm}}$$

L'opération de bétonnage et la pression hydrostatique correspondante sont limités à quelques heures, il est donc ainsi possible d'augmenter les valeurs admissibles ou le coefficient de sécurité.

Il faut noter que les déformations préalables quelconques par pliage, etc., influencent fortement la résistance au voilement. Ce dont on ne tient également pas compte, c'est la réduction de la résistance au voilement en raison de l'augmentation de température par la prise du béton.

La pression de bétonnage maximale correspond en principe à la pression hydrostatique:

$$ph = \gamma \times h$$

$$ph = \text{pression hydrostatique} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\gamma = \text{densité en volume du béton} = 24 \cdot 10^{-6} \quad [\text{N/mm}^3]$$

$$h = \text{hauteur de bétonnage} \quad [\text{mm}]$$

Exemple: hauteur de bétonnage $h = 0,5 \text{ m}$
 $ph = 24 \cdot 10^{-6} \times 500 = > 0,012 \text{ N/mm}^2$

L'influence de la vitesse de montée, consistance et température peut être prise en compte de la manière suivante. Calcul selon Ertinghausen et Specht:

Influence de la vitesse de bétonnage (pv_1):

$$pv_1 = \frac{0,75 \cdot v + 2,1}{100} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$v = \text{débit de montée en mètre par heure} \quad [\text{m/h}]$$

Facteur K [] en fonction de la consistance et de la température du béton

Consistance du béton	Température du béton lors de la mise en place				
	10°	15°	20°	25°	30°
béton liquide	2,10	1,60	1,15	0,90	0,65
béton élastique mou	1,80	1,35	1,00	0,75	0,55
béton élastique	1,45	1,10	0,80	0,60	0,45
béton élastique ferme	1,30	1,00	0,70	0,55	0,40
béton ferme	1,10	0,80	0,60	0,45	0,35

Influence de la consistance du béton et de la température:

Réduction ou supplément de pv_1 conformément au tableau suivant

$$pv_2 = K \cdot pv_1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

Exemple:

Un mur de soutien $H = 2,5 \text{ m}$ en béton normal à 15°C , bétonné en 3 h. Quelle est la pression de béton sur un tuyau au pied du mur?

Réponse:

$$v = 2,50/3 = 0,83 \text{ m/h}$$

$$pv_1 = (0,75 \cdot 0,83 + 2,1)/100 = 0,027 \text{ N/mm}^2$$

$$pv_2 = 1,35 \cdot 0,027 = 0,037 \text{ N/mm}^2$$

pv_1 Pression de béton en fonction de la vitesse de bétonnage

pv_2 Pression de béton en tenant compte de la consistance et de la température du béton

Remarque de construction

Il n'est pas difficile de reconnaître que les contraintes de voilement admissibles n'autorisent pas de grandes hauteurs de bétonnage. Une possibilité d'augmenter la pression admissible consiste à remplir le tuyau d'eau, ou dans des applications courtes en raidissant le tuyau.

Les tuyaux doivent être assurés contre la poussée.

2 CLASSIFICATION DES TUYAUX D'EVACUATION

3.1 Manchon à emboîter

Le manchon à emboîter est le type de raccordement habituel des systèmes de tuyaux d'égout.

Le manchon à emboîter Jansen est réalisé par formage de l'extrémité du tuyau. Le joint de manchon en caoutchouc à longue durée de vie, garantit une étanchéité fiable et une introduction facile des tuyaux entre eux.

Ainsi on peut réaliser une pose simple et rapide sans besoin d'un outillage spécial.

L'ensemble des systèmes de tuyaux d'égout est disponible avec manchon à emboîter.

3.1.1 Montage des liaisons par manchons emboîtables

Quand le tuyau d'égout à monté doit être raccourci, il faut réaliser cette opération à l'aide d'un outillage adapté comme par exemple une scie à denture fine ou un coupe-tubes. Pour les coupe-tubes il faut faire attention à l'avance du couteau (épaisseur de paroi du tuyau). Le biseautage à 15° des tuyaux coupés à longueur peut être effectué à l'aide d'une machine spéciale à biseauter ou d'une lime grossière.

Si le tuyau à poser est maintenant coupé à bonne dimension et biseauté, on peut commencer à réaliser la véritable préparation pour le raccordement. Nettoyer les extrémités biseautées à l'extérieur et le manchon à l'intérieur à l'aide d'un chiffon; poser le joint d'étanchéité; passer les lèvres de joint et les extrémités biseautées du tuyau au lubrifiant Jansen. Ne pas utiliser de produits pétrochimiques ou organiques comme par exemple une graisse à l'acide lactique.

Ensuite les tuyaux ou sections de conduites doivent être emboîtés les uns dans les autres, de telle sorte que les repères de limite d'introduction gravés en usine soient encore visibles dans toute leur largeur.



3.2 Assemblage par soudage

Fondamentalement, toutes les matières plastiques thermoplastiques peuvent être soudées. Dans la pratique de construction on soude actuellement uniquement le PE.

Deux procédés de soudage sont possibles:

- Le soudage bout à bout à élément chauffant (soudage avec réflecteurs)
- Le soudage par spirale chauffante (soudage par manchon électrique)

Les assemblage par soudage doivent être pratiqués uniquement par du personnel qualifié. La VKR (Association pour les tuyaux et éléments de canalisations en matières plastiques) propose des formations pour ce type de travail.

3.2.1 Mise en œuvre

L'assemblage homogène obtenu par soudage est de même qualité que le tuyau, car la résistance longitudinale est continue. Les canalisations soudées sont adaptées pour la mise en place dans des sols mouvants ou des canalisations posées librement.

Le soudage bout à bout sera utilisé principalement pour les longues sections de canalisations ou pour le chemisage interne de canalisations existantes.

3.2.2 Soudage bout à bout par élément chauffant

A l'aide d'un élément chauffant, les extrémités de deux tuyaux sont chauffées puis soudées bout à bout. Les capacités de soudage de différents tuyaux ou canalisations sont définies par ladite valeur MFR. Nous ne développons pas plus ici la technique de soudage bout à bout par élément chauffant.



3.2.3 Soudage par spirale chauffante

Description du procédé de chauffage

Les extrémités lisses de tuyaux et de pièces de forme sont soudées à l'aide de manchons électriques. Le chauffage est réalisé à l'aide de fils de résistance qui sont disposés sur la face interne d'un manchon. L'alimentation électrique est réalisée à l'aide d'un appareil de soudage électrique ou d'un interrupteur de mise en marche. Grâce au réchauffage des contraintes de retrait exactement mesurées sont mesurées qui permettent de s'assurer que la pression de chauffage indispensable au soudage est obtenue.



Exigences générales

Fondamentalement seuls les matériaux de même nature peuvent être soudés ensemble. Le JANOLEN bianco est compatible avec tous les manchons de soudage disponibles sur le marché pour les applications de canalisation. Les capacités de soudage du tuyau de canalisation JANOLEN bianco par le manchon électrique Geberit sont contrôlées et garanties.

Appareil de soudage électrique Geberit ESG 160

Pour le soudage de tuyaux en PE et manchons E de Geberit d_n 110 – 160 mm.

Données appareil:

- Tension d'alimentation 220 V/50 Hz

Interrupteur de mise en marche Geberit

Pour soudages électriques d_n 200, 250, 315 mm

Un interrupteur de démarrage compact et donc de manipulation simple, exécute les fonctions suivantes:

- Démarrage de l'opération de soudage
- Affichage du déroulement réel de processus et de la fin de cycle
- Le double soudage n'est pas possible

3 TECHNIQUES DE RACCORDEMENT

3.2.3.1 Montage du manchon de soudage électrique

Le travail avec les manchons E Geberit peut être exécuté uniquement avec l'appareil original. Les directives du fabricant doivent être respectées. Les manchons E à code à barre de saisie des données peuvent être soudés avec tous les appareils de soudage polyvalents.

Préparation au soudage

Les extrémités à souder doivent être coupées perpendiculairement par rapport à l'axe du tuyau. La surface de tuyau dans la zone du manchon électrique doit être grattée (Fig. 1). Les copeaux doivent être éliminés. Il faut marquer la profondeur d'introduction.

Sur les extrémités de tuyau non circulaires il faut, pendant l'opération de soudage et le délai de refroidissement, compenser la déformation à l'aide de mâchoires de pression (Figure 2) ou de colliers à tuyaux.

Nettoyer la surface du tuyau. Déballer le manchon juste avant le soudage. La surface de soudage doit être propre, sèche et libre de graisse. Enficher le manchon (Figure 3). Les axes des extrémités à souder doivent être parfaitement alignés. Pendant le soudage la canalisation (Figure 4) doit être libérée de toute tension. Les éventuelles isolations thermiques doivent être laissées en place jusqu'au refroidissement.

L'arrêt du courant de soudage dépendant de la température du manchon se fait automatiquement, on tient compte également de la température ambiante. Les éventuelles variations de la tension de réseau seront également compensées grâce à cette commande du point de température terminale.

Pour les soudages à l'aide d'un générateur électrique il faut que la plage de tension, lors du raccordement du manchon, se situe entre 220 et 240 Volts.

Pour les travaux en zone humide (par exemple tranchée) il faut faire intervenir un transformateur de séparation (disjoncteur).



Figure 1



Figure 2



Figure 3

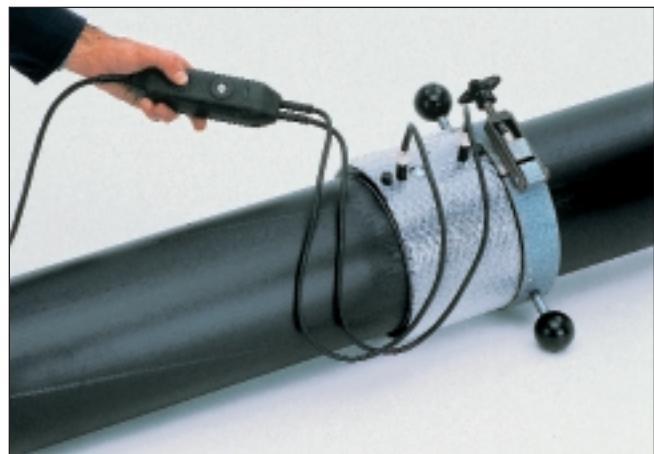


Figure 4

3 TECHNIQUES DE RACCORDEMENT

3.3 Liaison par brides

Si l'on met en œuvre des liaisons par brides pour les canalisations, on utilise en règle générale des liaisons par brides légères conformément aux normes usine. Elles sont disponibles uniquement en PE pour les JANolen bianco.

3.3.1 Mise en œuvre

Les liaisons par brides légères trouvent leur application pour les canalisation soumises à des contraintes longitudinales ou pour les conduites provisoires. Elles sont toujours démontables et donc spécialement adaptées pour des sections de canalisation qui doivent être démontées pour des raisons de maintenance. L'avantage des tuyaux à brides légères par rapport aux tuyaux soudés concerne le montage qui est indépendant des intempéries et de machines. Les sections de tuyaux peuvent être montées sans l'intervention de spécialistes. Selon le type d'application on peut remplacer les brides légères de prix modique contre des brides ISO habituelles du commerce.

3.3.2 Montage

Pour la réalisation de liaisons par brides légères, on prépare sur les tuyaux à bout lisse des collets battus présoudés en bout.

A l'aide de 2 brides en acier ou en aluminium le joint en caoutchouc est pressé contre les collets battus présoudés. A l'aide de 8 ou 12 vis, suivant l'écartement nominal, la force de pression nécessaire à l'étanchéité du joint en caoutchouc est réalisée par serrage des vis à l'aide d'une clé dynamométrique.



3.4 Couplages de tuyau

Sous le terme de couplage de tuyau on connaît en particulier les couplages de tuyau en acier inoxydable. Ceux-ci permettent un raccordement simple de deux tuyaux de canalisation sans outillage spécial.

3.4.1 Mise en œuvre

L'accouplement de tuyaux trouve son application principale dans les grands diamètres de tuyaux (d_n 400 mm et plus) ou pour des transitions sur des matériaux différents. Les petites différences de diamètres peuvent être compensées à l'aide de la manchette en caoutchouc intégrée ou par l'introduction d'adaptateurs supplémentaires.

3.4.2 Montage

Pour le montage il faut respecter les prescription du constructeur. Il faut en particulier noter que lors de la mise en place d'accouplements de tuyaux sur les JANolen bianco et JANolen nuovo il faut utiliser des douilles d'appui.



3.5 Raccordements aux tuyaux d'autres matériaux

Le plus grand choix d'adaptateurs de réduction est disponible en PVC-U. Comme les tuyaux en matériaux synthétiques, indépendamment du matériau, possèdent les mêmes diamètres externes, on peut utiliser des éléments de liaison adaptés qui sont conçus en fonction du diamètre externe des tuyaux en matières synthétiques, fondamentalement pour tous les matériaux plastiques PP, PE, PVC-U.

Des raccordements ultérieurs sur tuyaux en matériaux plastiques sont indiqués dans le chapitre des techniques de pose sous le point 4.8.

3.5.1 Raccords matière plastique sur tuyaux en béton ou en ciment

Les adaptateurs de tuyaux en ciment sont réalisés par retrait ou ajout d'un manchon en matière plastique. Il est connu que l'adhérence des matériaux cimentés sur des matières plastiques est limitée. En conséquence l'étanchéité est réalisable que de façon limitée.

Pour les tuyaux à écoulement libre cette méthode est fondamentalement suffisante, mais pour des pressions de contrôle de 0,5 bars ou en cas de pression d'eau extérieure il se peut que cela ne soit plus suffisant. Dans de tels cas il est recommandé de déposer dans le manchon correspondant une bande d'étanchéité résistante aux eaux de source.

Sens d'écoulement: matière plastique vers béton

Pièce de raccordement avec extrémités coupées en PE (PEZE) ou PVC-U (KGKZ) d_n 110 - 200 mm (Figure 1) ou avec manchon à retrait en PVC-U (Figure 2). Le modèle est disponible à bouts lisses (KGUM) ou avec manchon (KGUMS).

A partir du diamètre d_n 250 mm on utilise une variante en PVC-U (Figure 3) à poser au mortier. Cette variante peut également sur demande être livrée en PE.

Sens d'écoulement: Béton vers matériau plastique

Jusqu'au diamètre d_n 200 mm on utilise un manchon rétractable en PVC-U (semblable à celui de la Figure 2) ou à monter au mortier en PVC-U (KGEZ) ou en PE (ZEPE, Figure 4)

A partir du diamètre d_n 250 mm on utilise la variante à poser au mortier en PVC-U (Figure 3).

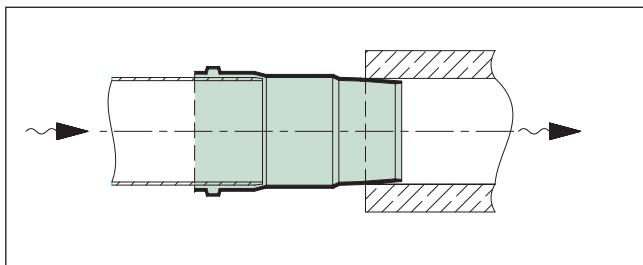


Figure 1: plastique $d_n < 250$ mm → SBR/NBR (KGKZ ou PEZE)

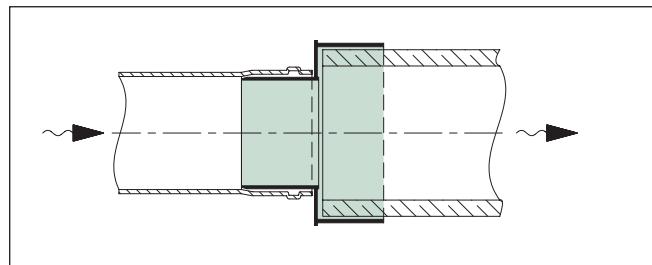


Figure 3: plastique $d_n \geq 250$ mm → SBR/NBR (KGEZ)

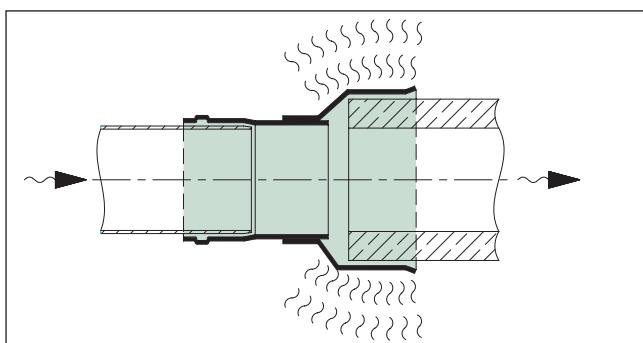


Figure 2: plastique $d_n < 250$ mm → SBR/NBR manchon rétractable (KGUM ou à bouts lisses: KGUMS)

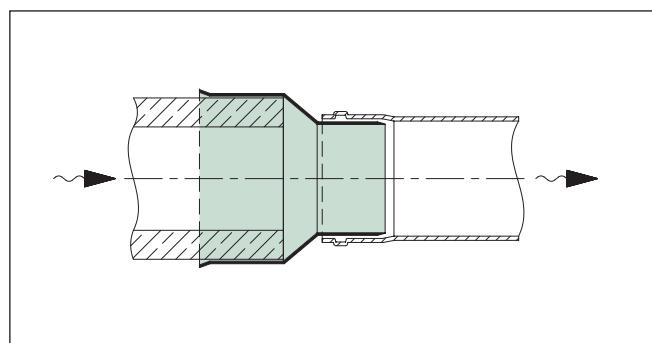


Figure 4: SBR/NBR → plastique $d_n < 250$ mm (KGEZ oder ZEPE)

3 TECHNIQUES DE RACCORDEMENT

3.5.2 Raccords sur tuyaux en céramiques

Sens d'écoulement: plastique vers céramique à manchon, pour STZ de la nouvelle génération.

La liaison pour les d_n 110 – 160 mm est réalisée à l'aide d'un anneau d'adaptation spécial (anneau U) (Figure 5). Pour un montage professionnel le manchon du tuyau de céramique et l'anneau U sur le tuyau en matière plastique doivent être garnis d'un lubrifiant.

Les dimensions 110 - 315 mm peuvent être insérées aussi (Figure 6) directement dans le manchon à l'aide d'un adaptateur en PE. L'anneau de transition et l'adaptateur en PE sont disponibles dans les magasins spécialisés.

Sens d'écoulement: plastique vers céramique à bout lisse ou céramique vers plastique

A l'aide de l'adaptateur en PE et d'une bride spéciale céramique. Disponibles dans les commerces de matériaux de construction (Figure 7).

Variante:

Pièce de transition en PVC-U jusqu'à un diamètre d_n 200 mm (KGUSM, Figure 8)

3.5.3 Raccords sur tuyaux métalliques

Les assemblages sur tuyaux métalliques ou autres matériaux de diamètre approximativement semblable, sont réalisés à l'aide d'accouplements de tuyaux. Les petites différences de diamètres entre les deux matériaux seront ajustées à l'aide de manchettes en caoutchouc.



Le montage est réalisé par le vissage des vis sur toute l'enveloppe. Afin d'obtenir la contre pression nécessaire, il faut éventuellement introduire des adaptateurs d'appui dans les tuyaux en matière plastique (JANOlen bianco et JANOlen nuovo). Les prescriptions correspondantes du fabricant doivent être respectées. Le commerce des bride de transition et des tubes d'adaptation est effectué dans les entreprises de distribution de matériaux de construction.

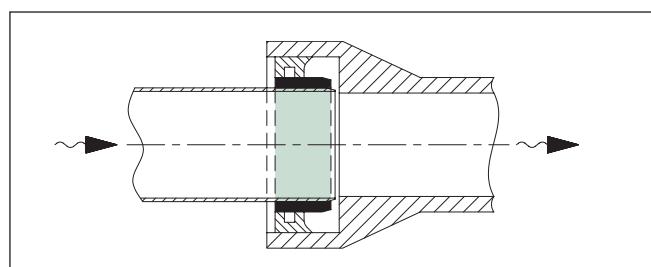


Figure 5: Plastique d_n 110 – 160 mm → STZ manchon

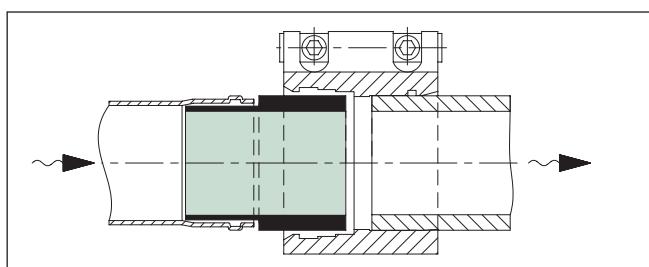


Figure 7: Plastique d_n 110 – 315 mm → STZ à bout lisse
STZ à bout lisse → Plastique d_n 110 – 315 mm

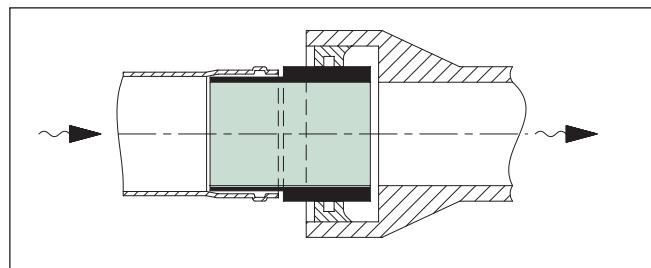


Figure 6: Plastique d_n 110 – 315 mm → STZ manchon

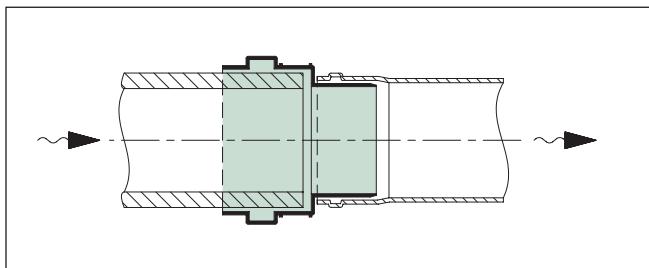


Figure 8: STZ à bout lisse → Plastique d_n < 250 mm
(KGUSM)

4 TECHNIQUES DE POSE

4.1 Normes / directives

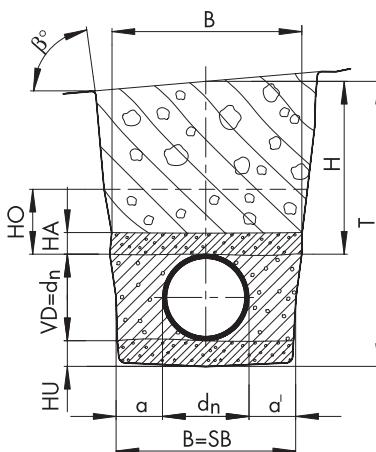
Lors du plan de projet et de pose de tuyaux de canalisation et de pièces de forme Jansen, les normes correspondantes suivantes sont en vigueur

SIA 190 Canalisations (édition 2000)
SN EN 1610 Pose et contrôle des conduites d'évacuation des eaux et des égouts (édition de 1997)
SN 592'000 Evacuation des eaux de terrains privés (édition 2002)

ainsi que les prescriptions des institutions de réglementation d'évacuation des eaux d'habitations et de terrains privés.

4.2 Termes

Tranchées en U ou en V

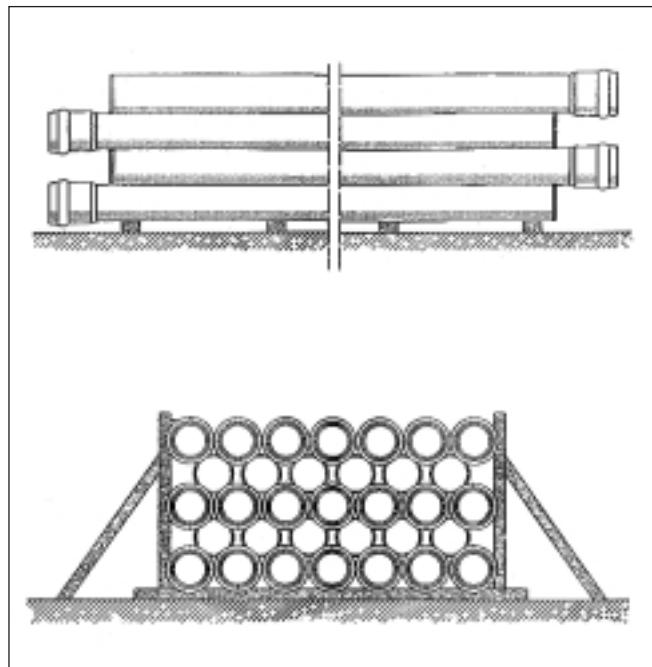


Légende:

- a, a' Distances d'isolation
- d_n Diamètre externe tuyau
- SB Largeur de la semelle
- B Largeur de la tranchée
- HU Hauteur de la couche de lit de pose
- VD Hauteur de la couche d'isolation
- HA Hauteur de recouvrement
- HO Hauteur de la couche de protection
- H Hauteur de remblai au-dessus du sommet du tuyau
- T Profondeur de la tranchée
- β Angle d'inclinaison des parois

4.3 Transport et stockage

Les tuyaux de canalisation doivent être chargés et déchargés avec précaution. Les tuyaux doivent être étayés de manière à ce qu'ils ne puissent être pliés ou déformés. Il ne doit pas se produire de déformation permanente ou de détérioration des tuyaux en raison du stockage. Pour cette raison les piles de tuyaux ne doivent pas avoir une hauteur supérieure à 1m. Il faut éviter de frotter les tuyaux sur le sol. Les éraflures et griffures peuvent occasionner un affaiblissement des parois de tuyaux de même qu'un défaut d'étanchéité dans les manchons de raccordement. Grâce à une disposition en tête-bêche des manchons on obtient des couches presque complètement planes. Dans l'empilement avec des intercalaires, les supports de base ou planchettes intermédiaires doivent avoir une largeur d'au moins 7,5 cm et doivent être disposés avec un écart de 1 m à max. 2 m. Les étayages extérieurs ou étais intermédiaires doivent être disposés de 0,5 à 1 mètre par rapport à l'extrémité de l'empilement.



4 TECHNIQUES DE POSE

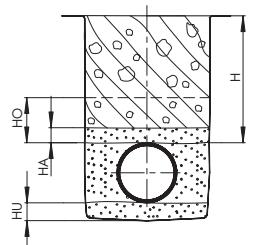
4.4 Profils de pose

En raison du comportement statique des tuyaux en matière plastique seuls les profils U1/V1 et U4/V4 peuvent être mis en œuvre.

Profils de standards

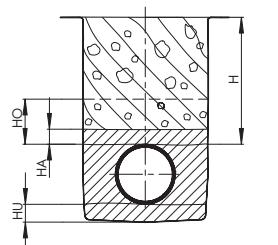
U1 ou V1

Enrobage du tuyau:
conformément aux exigences
de statique par exemple gra-
vier avec une granulométrie
max. $\leq \frac{1}{3} \cdot HU$ ou
50 mm ou un matériau de
remblai mieux adapté



U4 ou V4

Enrobage du tuyau:
Béton non armé B 20/15
Béton armé B 30/20



4.4.1 Hauteur de recouvrement H

La tranchée de tuyau doit être creusée de telle manière que toutes les pièces de la conduite de tuyaux soient posées à une profondeur à l'abri du gel.

Pour cela, sans aucune mesure particulière, il faut respecter une hauteur de recouvrement minimale:

- dans un périmètre routier avec un trafic normal ou intense 0,80 m
- dans un périmètre ferroviaire jusqu'au bord supérieur de seuil 2,00 m

4.4.2 Largeur de tranchée SB

La largeur de tranchée minimum est calculée à l'aide du diamètre externe du tuyau et de la distance entre les deux levées de protection, conformément au tableau plus bas.

$$SB = a + d_n + a'$$

Les exigences de sécurité du travail doivent être respectées conformément aux directives SUVA.

Distances entre les deux levées de protection par rapport à la dimension nominale du tuyau conformément à SIA 190

Dimension nominale du tuyau	Distance entre les deux levées de protection			
	Pour les profils U1/V1 il faut des deux côtés du tuyau un espace de travail.		Pour les profils U4/V4 on a besoin en général d'un espace de travail d'un seul côté du tuyau.	
	a [m]	a' [m]	a [m]	a' [m]
≤ 350	0.25	0.25	0.25	0.25
$> 350 \text{ à } \leq 700$	0.35	0.35	0.35	0.25
$> 700 \text{ à } \leq 1200$	0.425	0.425	0.425	0.25

4.4.3 Exigences pour l'enrobage de tuyau

L'enrobage de tuyau possède une grande influence sur le comportement de déformation du tuyau en matière plastique. La qualité de l'enrobage dépend du matériau employé et de son taux de compactage. Il faut noter que sur toute zone de canalisation (lit, isolation, recouvrement) il est nécessaire de conserver approximativement les mêmes conditions d'appui. C'est pourquoi on utilise pour les tuyaux en matière plastique uniquement les profils U1/V1 et U4/V4.

Le choix du profil et du matériau d'enrobage est réalisé sur la base du calcul statique (voir chapitre 5).

Les matériaux de construction utilisés ne doivent pas détériorer le tuyau, le matériau du tuyau et la nappe phréatique. Les matériaux gelés ne doivent pas être utilisés.

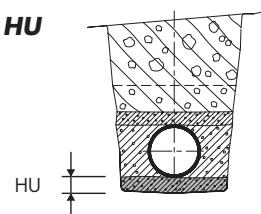
Pour le profil U1/V1 on utilise un matériau de construction à grains, non lié comme par exemple le gravier sableux. Dans l'enrobage on ne doit pas trouver d'éléments plus grands que

22 mm avec $d_n \leq 200$ mm
40 mm avec $d_n > 200$ mm

Pour le profil U4/V4 on utilise des matériaux à liant hydraulique comme par exemple le béton B 25/15.

Pour l'évacuation des eaux de terrains privés on utilise conformément à SN 592 000 le profil U4.

4.4.4 Couche de lit de pose HU



Couche d'appui de la conduite qui lui procure une surface d'appui sûre et une pente correcte.

La hauteur de la couche de lit de pose HU est au minimum de

- 100 mm pour des conditions de sol normal
- 150 mm en cas de sol rocheux ou de sol très compact

En principe la couche de lit de pose ne devrait pas être plus faible que trois fois la grosseur de grain maximum du matériaux de lit. Dans la zone de manchon il faut prévoir une cuvette correspondante afin que le tuyau puisse reposer correctement sur toute sa longueur.

Dans les sols à grains fins réguliers (sable) le tuyau peut reposer directement sur le fond préparé de la tranchée. La zone de manchon doit être excavée.

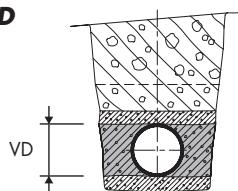
Si le fond de la tranchée présente une capacité de charge trop faible, on peut prévoir les mesures suivantes:

- Remplacement de sol additionnel
- Stabilisation du sol
- Textile pour sol

Les supports de tuyaux comme par exemple les briques de sable calcaire doivent être éliminés après mise en place de l'enrobage. Les supports en bois ne doivent pas rester sous le tuyau, car le bois gonfle sous l'absorption d'eau et peuvent provoquer une pression sur les tuyaux.

4 TECHNIQUES DE POSE

4.4.5 Levées de protection VD

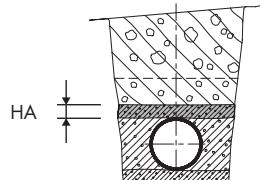


Remblayage compacté, placé de chaque côté entre la conduite et les parois de la tranchée. Sa hauteur doit correspondre à la hauteur correcte du sommet du tuyau. Le compactage doit être effectué sans l'intervention de machine. L'éventuel étayage de la tranchée doit être enlevé simultanément au remplissage de l'enrobage.

Pour les tuyaux en matière plastique la qualité de l'enrobage latéral est importante, car le comportement de support élastique transfère les contraintes verticales sur l'enrobage latéral. La déformation du tuyau est fortement dépendante du compactage latéral correct contre les parois de l'enrobage par rapport au tuyau. C'est pourquoi il est fortement recommandé d'opérer le remplissage par couches successives. En fonction des conditions d'espace restant, le compactage doit être pratiqué au pied ou à l'aide d'un compacteur à main. En conséquence, l'action de profondeur du compactage est limitée à environ 10-15 cm. Dans l'usage d'appareils de compactage il faut s'assurer que la conduite posée ne sorte pas de sa position de pose.

L'enrobage devrait être pratiqué de manière à éviter une pénétration du matériau d'enrobage de la zone de conduite, dans le sol original voisin. On peut éventuellement utiliser des textiles pour le sol afin d'empêcher cette pénétration.

4.4.6 Recouvrement HA

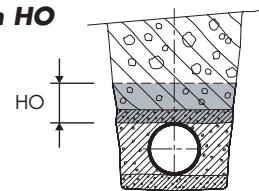


Cette couche de matériau au-dessus du tuyau doit être de même matériau et de même qualité que le matériau d'enrobage.

La valeur minimal de recouvrement pour les profils U1/V1 est de 150 mm au-dessus du tuyau, et au moins de 100 mm au-dessus des manchons.

Pour le profil U4/V4 l'épaisseur de béton minimale doit être de 100 mm au-dessus du tuyau.

4.4.7 Couche de protection HO

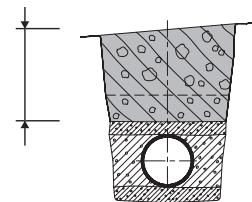


La couche de protection protège la conduite d'importantes déteriorations par de grandes charges dynamiques, pendant le remblayage et le compactage de la tranchée.

La hauteur de la couche de protection HO est fonction des machines de compactage utilisées. La hauteur minimale est en général de 30 cm.

En cas de tuyau entièrement bétonné on peut réduire la couche de protection.

4.4.8 Remblayage



Les tranchées doivent remblayées uniquement quand les conduites et regards ont été contrôlés par la direction du chantier. Si les conduites sont bétonnées il faut que le béton soit suffisamment dur avant le remblayage de la tranchée. La hauteur de remblayage au-dessus du sommet du tuyau, où seuls des machines de compactage légères sont admises, est fonction de la couche de protection (conformément au point 4.4.7).

Le matériau de remblayage ainsi que les engins de compactage doivent être choisis de manière à ce qu'il ne se produise pas de dommages ou d'affaissement ultérieur, ni sur la conduite de tuyau ni sur les parties de travaux voisines. Les remblayage et compactage dans un périmètre routier doivent être réalisés par couches régulières.

Valeurs de compactage conformément aux normes SNV 640'585 et SNV 640'588.

Pour les remblayages dans des zones cultivées, il faut remplacer la terre de culture dans son épaisseur originale et, dans la mesure où aucun compactage n'est prescrit, il faut augmenter le remblayage de manière à prévenir un affaissement ultérieur correspondant.

4.5 Changements de direction

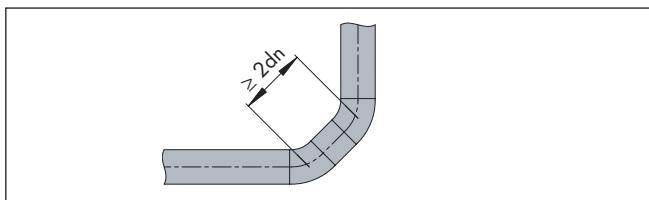
4.5.1 Regards

Sur la canalisation les modifications de direction sont pratiquées habituellement à l'aide de regards de contrôle.

4.5.2. Pièces de raccordements

Quand on utilise des pièces de raccordement il faut que la distance entre deux points d'axe possède une longueur minimale de $2 \times d_n$.

Les modifications de direction à 90° seront, en raison des nécessités de nettoyage et de passage de caméra, réalisées en deux fois à 45°.



Dans le secteur des terrains privés il faut en cas de changements de direction à l'aide de pièces formées, que la somme des angles jusqu'au prochain regard ne dépasse pas 180°, sinon il faut monter un regard intermédiaire.

4.5.3. Rayons de courbure

Les tuyaux de canalisation JANOLEN nuovo en PP et JANOLEN bianco en PE peuvent être coudés dans un cadre restreint. Les coudes étroits doivent être évités, en raison du danger d'une ovalisation ou d'un pliage.

Système	Température de pose		
	0°	10°	20°
JANOLEN nuovo en PP	$100 d_n$	$70 d_n$	$40 d_n$
JANOLEN bianco en PE	$100 d_n$	$70 d_n$	$40 d_n$

Rayons de courbure [mm]

Les systèmes de tuyaux de canalisation JANOLEN ottimo en PP renforcé et JANODUR triplio en PVC-U sont considérés en général comme impossibles à couder.

Exemple:

Données: tuyau de canalisation JANOLEN bianco
 d_n 315 mm (~ 20°)

Objectif: Plus petit rayon admissible

Solution: d_n 315 mm x facteur 40 = 12'600 mm =
 rayon de 12,6 m

Angulation:

Sur tous les systèmes de canalisation avec manchon à emboîter on peut pratiquer un angle au sein du manchon de maximum 4°, sans que l'étanchéité doive souffrir. L'angulation dans le manchon doit être pratiquée uniquement si le tuyau ne se dilate pas dans le manchon.

4.6 Pentes

4.6.1 Exigences de norme

Dans la SN 592 000 on impose les pentes minimales et maximales suivantes pour l'évacuation des eaux de terrains privés:

Type de conduite	Pente en % min.	Pente en % ideale	Pente en % max.
Conduites d'eaux usées jusqu'à DN 200 (Conduites de raccordement du terrain)	2	3	5
Conduites d'eaux usées au-delà de DN 200 (Conduites de raccordement du terrain)	1.5	3	5
Conduites d'eaux de pluie	1	3	5
Conduites de drainage	0.5	0.5	1

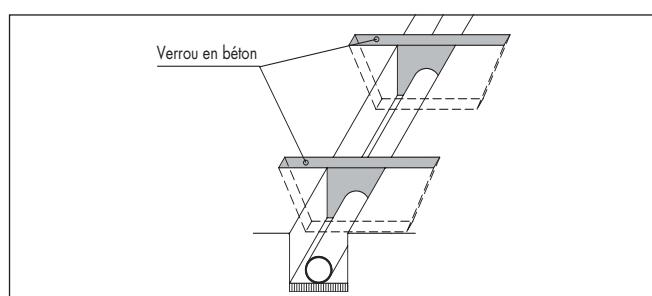
Dans la norme SIA 190 on ne donne pas de pente minimum, par contre on définit une vitesse minimale d'écoulement: Afin d'éviter les dépôts, les vitesses d'écoulement minimales sont indispensables.

$$\begin{array}{ll} d_i < 400 \text{ mm} & v_{\min} = 0.6 \text{ m/s} \\ d_i 400 - 1000 \text{ mm} & v_{\min} = 0.8 \text{ m/s} \\ d_i > 1000 \text{ mm} & v_{\min} = 1.0 \text{ m/s} \end{array}$$

4.6.2 Conduites à forte pente

Sur les conduites à forte pente il faut empêcher le transport des matériaux fins d'enrobage du tuyau par le montage de barrages de béton. De plus il faut que les forces longitudinales créées soient transférées au sol original. En raison du peu d'adhérence du béton sur le plastique les barrages en béton seront construits directement sur les extensions de manchons. Il faut s'assurer qu'au-dessus du barrage, par l'écoulement de la nappe phréatique, aucune pression d'eau ne puisse se former. Il faut éventuellement prévoir des possibilités d'écoulement dans la zone de lit.

Les influences des conduites à forte pente sur l'hydraulique sont détaillées au chapitre 6 «Hydraulique», (point 6.2.5).



4.7 Raccordements de regards

4.7.1 Sur regards NBR

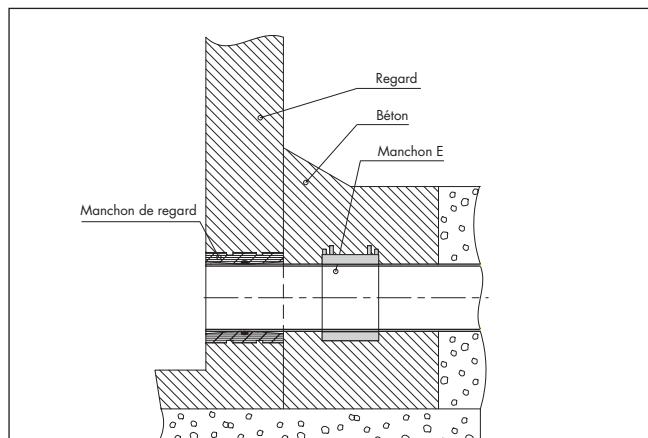
Comme les tuyaux en matière plastique ne peuvent établir de liaison étanche avec le mortier ou le béton, on utilise des manchons de regards en fibrociment. Le manchon de regard possède en interne une chambre pour joint d'étanchéité où l'on insère un joint d'étanchéité. Le montage est effectué de la manière suivante:

1. Nettoyage du joint annulaire et du logement
2. Introduction du joint dans son logement
3. Passer le joint et l'extrémité du tuyau au lubrifiant (par exemple Jansen spécial)
4. Glisser le manchon de regard sur l'extrémité du tuyau, jusqu'à ce le manchon de regard et l'extrémité du tuyau aient leurs bords confondus

Par la mise en place du manchon de regard on obtient un raccordement parfait avec le regard. L'étanchéité entre le tuyau en matière plastique et le manchon de regard est réalisée par le joint mis en place. Par le montage d'un manchon de regard on obtient une certaine mobilité du tuyau d'égout dans le regard, sans que les eaux usées ne puissent fuir entre le tuyau et le regard.

Les raccordements au regard ne sont pas résistants aux contraintes longitudinales. Pour empêcher un éventuel déplacement longitudinal du tuyau introduit, il faut prévoir un point d'arrêt avant le regard, pouvant résister aux éventuelles contraintes de poussée. En raison de la dilatation longitudinale on utilise cette méthode principalement sur les PE.

Habituellement on utilise un manchon à soudage électrique sur le tuyau qui sera soudé et bétonné.



Raccordement à point fixe

4.7.2 Sur les regards de système Romold

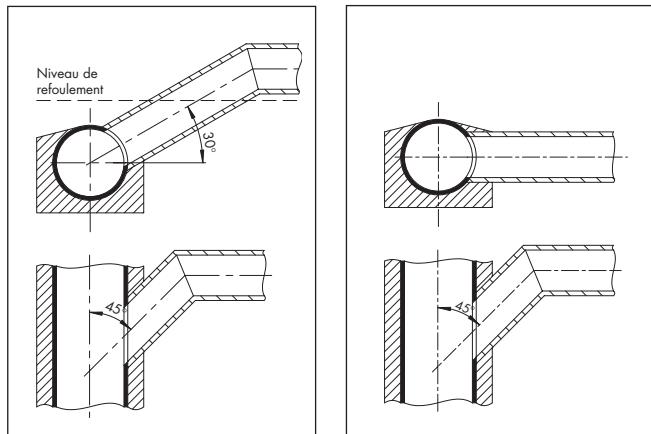
Les tuyaux en matière plastique à manchons à emboîter seront raccordés étanches en permanence avec le regard par des joints de guidage de tuyau. Il faut percer les arrivées indispensables à l'aide de cloches à percer ou à l'aide d'une scie à guichet, puis monter les joints de guidage du tuyau à introduire. Il faut passer au lubrifiant le joint et l'extrémité du tuyau puis introduire le tuyau.

Pour le raccordement de tuyaux de conduites en PE soudés résistants aux contraintes longitudinales on soude en usine des manchons de raccordement sur le regard. Le raccordement du regard et de la conduite est réalisé à l'aide d'un manchon à soudure électrique.

Pour plus de détails sur les systèmes de regard Romold, se reporter au registre de catalogue 4 «Produits spéciaux».

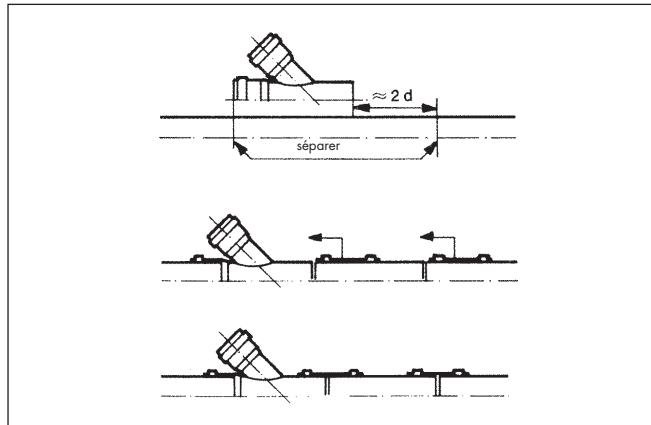
4.8 Raccordements sur des conduites existantes

Le raccordement aux égouts doit en règle général être pratiqué à 90° par rapport à l'axe de l'égout. Si le rapport de diamètre entre la canalisation et la conduite du terrain privé est inférieur à 2:1, nous recommandons un raccordement d'égout à 45° par rapport à l'axe des égouts. En cas de pente suffisante il faut conduire la canalisation de raccordement du terrain privé avec une pente de 30° jusqu'au-dessus du sommet de l'égout ou du niveau de refoulement. Le raccordement aux égouts doit être réalisée en principe au-dessus de l'axe central de la canalisation, mais en tous cas au-dessus du niveau d'écoulement par temps sec.



4.8.1 Montage de dérivations

- Pour le montage d'une dérivation, il faut couper une section de tuyau suffisante (longueur de la pièce de raccord + 2 d_n), les extrémités de tuyau doivent être chanfreinées puis la dérivation doit être posée. Avec la deuxième moitié du tuyau ainsi qu'e sur la pièce d'adaptation à monter on vient monter un manchon coulissant sur le diamètre externe, de manière à pouvoir refermer le tuyau.



Montage d'une selle à visser



Figure 1

4.8.2 Montage d'une selle à vis

Selle de raccordement pour tous les tuyaux en matière plastique, avec raccordement mécanique sur une conduite en matière plastique. La pièce de raccordement devrait être disposée sur la partie moyenne supérieure de l'enveloppe du tuyau, de préférence selon un angle de +/- 45° par rapport à la verticale.

De préférence la selle doit être utilisée sur une conduite principale à grand diamètre avec une dérivation de faible diamètre.

La selle de raccordement à vis est disponible actuellement pour des conduites principales de d_n 250 à 500 mm. Le diamètre de dérivation est de d_n 200 mm.

Instructions de montage:

- A l'aide d'une perceuse et d'un foret à cloche de 200 mm, percer un trou (Figure 1) puis ébarber.
- Placer la partie inférieure de la selle (Figure 2), disposer l'anneau d'entretoise. faire attention au guidage.
- Passer du lubrifiant sur la couronne à vis (grise), la visser (Figure 3) et ensuite la serrer à l'aide de la clé spéciale pour couronne à vis.
- Passer du lubrifiant sur la partie supérieure de la selle et la visser (Figure 4), puis la serrer à l'aide de la clé pour couronne à vis.

Une fiche d'instructions détaillées est livrée avec le produit.

Figure 2



Figure 3



Figure 4

4.8.3 Montage d'une selle à souder

Selle de dérivation pour JANOlén bianco en PE. La selle à souder en PE sera soudée sur la conduite principale à l'aide d'un appareil de soudure électrique. Ensuite, on soude la conduite de dérivation sur la selle de raccordement. La selle à souder devrait être disposée sur la partie moyenne supérieure de l'enveloppe du tuyau, de préférence selon un angle de +/- 45° par rapport à la verticale.

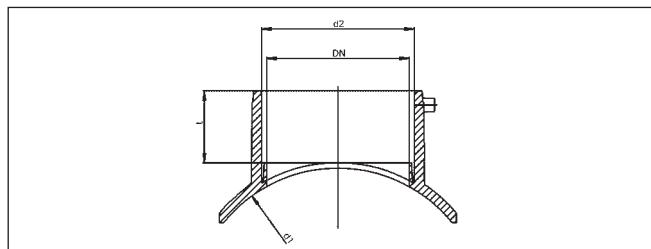
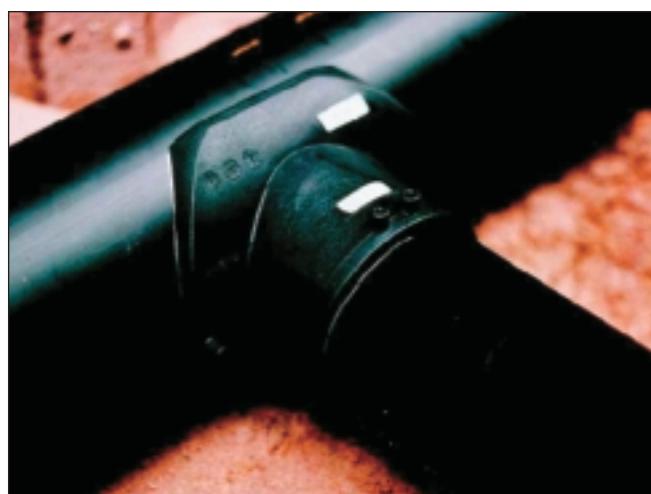
La selle à souder est disponible actuellement pour des conduites principales de d_n 200 à 500 mm. Le diamètre de dérivation est de d_n 160 mm.

Instructions de montage:

- Traitement de la surface (gratter)
- Nettoyage de la surface (les emplacements de soudage doivent être propres, secs et libres de toute graisse).
- Disposer et fixer la selle d'évacuation des eaux suivant les indications du constructeur
- Le soudage sera réalisé à l'aide d'un appareil de soudage polyvalent
- Retirer la fixation uniquement après le refroidissement complet de la selle.

Respecter les instructions du fabricant.

Le soudage devrait être réalisé uniquement par des personnels professionnels ayant reçu la formation correspondante. La vente est effectuée par les revendeurs de matériaux de construction.



4.8.4 Montage d'un collier collé en PVC-U

Les liaisons collées peuvent être réalisées uniquement entre des pièces de forme et des tuyaux en PVC-U.

Pour le montage des colliers à coller il faut respecter l'exécution des opérations suivantes:

- Marquage du segment de tuyau en disposant le collier sur le tuyau.
Marquage de la découpe du tuyau à l'aide du tube de raccordement ou à l'aide d'un gabarit.
- Découpage de la découpe du tuyau à l'aide d'une perceuse et d'une scie sauteuse. Eliminer les bavures à l'aide d'un grattoir ou d'un couteau.
- Nettoyage de l'extérieur du tuyau et du collier à coller à l'aide du nettoyant spécial Tangit.
- Étaler au pinceau de la colle spéciale Tangit sur les surfaces à coller.
- Disposer le collier à coller sur le tuyau.
- Presser l'emplacement collé à l'aide de bandes à serrage réglable en continu ou de brides pour tuyaux qui pourront être retirées après la prise de la colle (environ 1 heure par temps sec et chaud; plus longtemps en cas de temps froid et humide).



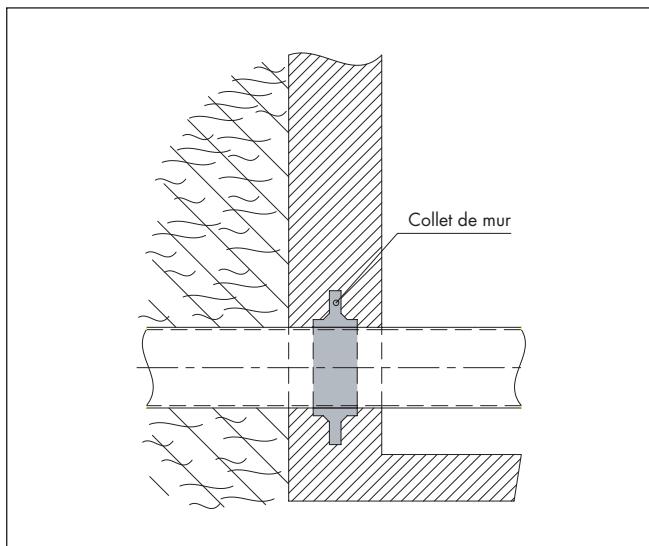
4.9 Etanchéité pour les passages de murs

On sait que les tuyaux en matière plastiques adhèrent mal sur les produits dérivés du ciment. En cas de passage de mur avec éventuellement une pression d'eau il est quelquefois insuffisant de combler uniquement au mortier l'espace annulaire du passage. Pour empêcher un écoulement ultérieur le long du tuyau on monte dans ce cas une manchette en caoutchouc sur le tuyau.

Le dit collet de mur en EPDM est muni d'une ou deux nervures (suivant le diamètre), possédant le même effet qu'une bande d'étanchéité, réalise une étanchéité de jusqu'à 3 bars par rapport à la nappe phréatique et à la pression d'eau.

Le collet de mur est monté sur le mur nettoyé à l'aide de bandes de serrage.

Il sert uniquement à l'étanchéité et ne peut servir de point d'arrêt.



4.10 Conduites posées à l'air libre

Grâce à sa bonne protection UV et à ses bonnes capacités de soudage, le polyéthylène est adapté pour l'utilisation dans les conduites posées à l'air libre.

Pour différentes raisons, nous recommandons le JANOLEN bianco en PE pour la pose de conduites à l'air libre.

4.10.1 Influence de la température

Sur les conduites à l'air libre il faut tenir compte des influences de la température.

A l'opposé des matériaux métalliques la tension et la dilatation des matières plastiques thermoplastiques dépend fortement de la température ainsi que de la vitesse des variations de température. Ainsi le coefficient de dilatation longitudinale et le module E sont variables sur une plage de -20° C à +60° C.

Les matériaux de construction viscoélastiques possèdent la capacité d'éliminer dans le temps les tensions qui se produisent (relaxation).

Ce qui est décisif c'est la vitesse du changement de température. Cela conduit à ce que les tensions n'augmentent pas forcément quand la température monte progressivement. Ce comportement est encore renforcé par le fait que le module E se réduit quand la température augmente.

Le comportement à la chaleur est aussi influencé par la température interne du tuyau. En cas de température relativement constante de l'eau d'écoulement, l'influence de la température extérieure est amortie.

On peut comprendre qu'un calcul exact de la déformation longitudinale et des forces résultantes est relativement complexe. Pour le secteur d'application des canalisations d'évacuation des eaux, les calculs suivants sont suffisamment exacts, mais les valeurs calculées sont en principe dans la pratique plus faibles.

Il faut tenir compte du fait que les déformations longitudinales et les contraintes de traction et de pression se rapportent toujours à une température particulière.

La modification de longueur est calculée selon la formule suivante:

$$\Delta L_{\text{tot}} = L \cdot \Delta T \cdot \alpha$$

Avec:

ΔL_{tot}	= Différence de longueur	[mm]
L	= Longueur de la conduite de tuyau	[m]
ΔT	= Température différentielle en partant de la température de pose	[K oder °C]
α	= Coefficient de dilatation linéaire	[mm/m·K]

Si la température de fonctionnement est supérieure à la température de pose on obtient un allongement de la conduite. Si par contre elle est inférieure le tuyau diminue de longueur.

En conséquence: Il faut tenir compte de la température de pose ainsi que des température minimale et maximale.

Coefficient de dilatation linéaire α en fonction du matériau du tuyau
JANOlen ottimo PP-QD = 0,04 mm/m · K
JANOlen nuovo PP = 0,14 mm/m · K
JANOlen bianco PE = 0,18 mm/m · K
JANOdur triplo PVC-U = 0,08 mm/m · K

4.10.2 Montage avec section de compensation

Le faible module d'élasticité offre une possibilité avantageuse d'absorber les modifications de longueur par des sections de tuyaux prévues à cet effet et possédant une dilatation élastique.

La longueur de la section de compensation est déterminée essentiellement en fonction du diamètre du tuyau et de la longueur de la dilatation à absorber.

Des sections de compensation se produisent naturellement toujours aux endroits de changement de direction ainsi qu'aux endroits de dérivation.

Sur les tuyaux à emboîter on peut introduire une section de compensation uniquement si la conduite est dans l'impossibilité de se déboîter d'un manchon.

Détermination de la longueur de la section de compensation

$$L_B = C_L \sqrt{d_n \cdot \Delta L}$$

L_B = Longueur de la section de compensation

C_L = Constante en fonction du matériau []

d_n = Diamètre externe du tuyau en mm

ΔL = Dilatation linéaire maximale en mm (+ ou -)

Valeur de matériau C_L

JANOlen ottimo PP-QD	25
JANOlen nuovo PP	15
JANOlen bianco PE	10
JANOdur triplo PVC-U	30

Si ces valeurs sont connues on peut déterminer d'une manière simplifiée la longueur de la section de compensation à l'aide du diagramme (voir page suivante).

Exemple de solution:

- Longueur du tuyau depuis le point fixe jusqu'à une dérivation où la modification de longueur doit être absorbée: $L = 8 \text{ m}$
- Diamètre externe du tuyau: $d_n = 110 \text{ mm}$
- Température de pose: $T_v = 15^\circ\text{C}$
- Température de fonctionnement max. $T_1 = 50^\circ\text{C}$
- Température de fonctionnement min. $T_2 = 5^\circ\text{C}$

Prolongement resp. réduction d'une conduite:

$$\Delta L_1 = L \cdot (T_1 - T_v) \cdot \alpha = 8 \cdot (50-15) \cdot 0,18 = +50 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = L \cdot (T_2 - T_v) \cdot \alpha = 8 \cdot (5-15) \cdot 0,18 = -14 \text{ mm}$$

1. Prolongement d'un tuyau de façon positive marquée d'un « + » et réduction marquée d'un « - ».

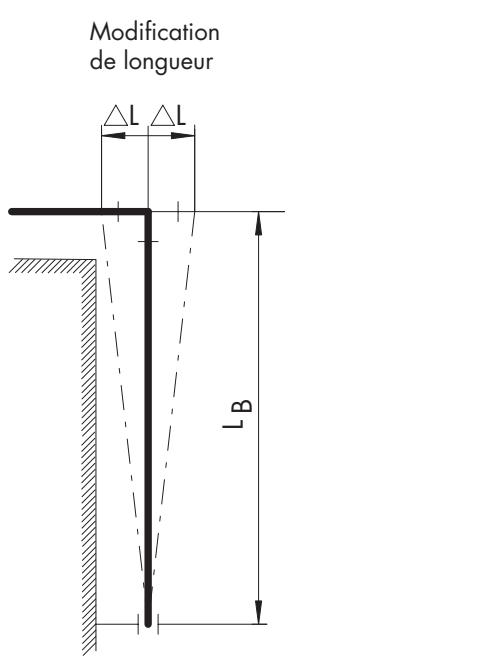
2. Pour la détermination de la longueur de la section de compensation la valeur essentielle est la plus grande déformation différentielle ΔL .

Sur le diagramme de la page suivante on peut maintenant lire la longueur de la section de compensation à l'aide de la valeur calculée de l'allongement max. ainsi qu'à l'aide du diamètre externe du tuyau fixé:

Allongement max. $\Delta L = 50 \text{ mm}$

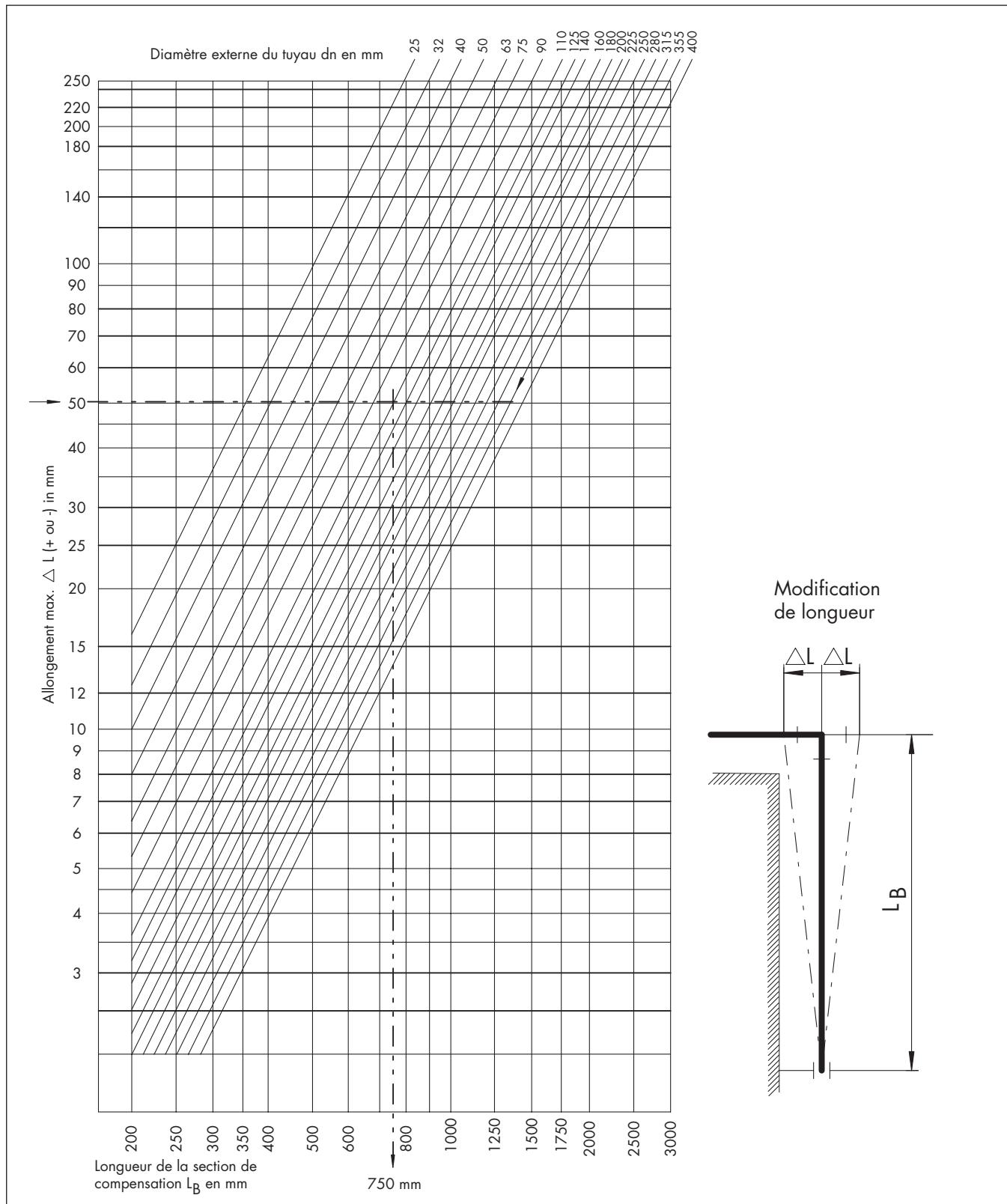
Diamètre externe du tuyau $d_n = 110 \text{ mm}$

Longueur de la section de compensation $L_B = 750 \text{ mm}$



4 TECHNIQUES DE POSE

Diagramme de détermination de la longueur de la section de compensation L_B en fonction de l'allongement ΔL pour tuyaux en PE



4.10.3 Distance entre les colliers de fixation

L'essentiel pour la distance entre les colliers de fixation est la flexion admissible et la pente résiduelle de la conduite qui en résulte.

Il faut tenir compte du degré de remplissage de la conduite et des éventuelles contraintes (par exemple la neige).

Le calcul de la distance entre les colliers repose sur la formule pour la flexion permanente d'une poutre.

$$f = \frac{q \times L_{RS}^4}{384 E_{long} I} \quad L_{RS}^4 = \sqrt{f \frac{384 \times E_{long} \times I}{q}}$$

f = Flexion permanente [mm]

L_{RS} = Distance entre les colliers [mm]

I = Moment d'inertie de l'anneau circulaire [mm⁴]

$$I = \frac{\pi \cdot (d_n^4 - d_i^4)}{64}$$

d_n = Diamètre externe du tuyau [mm]

d_i = Diamètre intérieur du tuyau [mm]

$E_{R,long}$ = Module E en tant que valeur à long terme, valeur calculée recommandée pour PE

- avec une moyenne de 20° : $E_{R,long} = 300 \text{ N/mm}^2$
- avec exposition directe au soleil : $E_{R,long} = 150 \text{ N/mm}^2$

q = Contrainte régulière de poids propre et de charge utile

$$q = g + p \quad [\text{N/mm}']$$

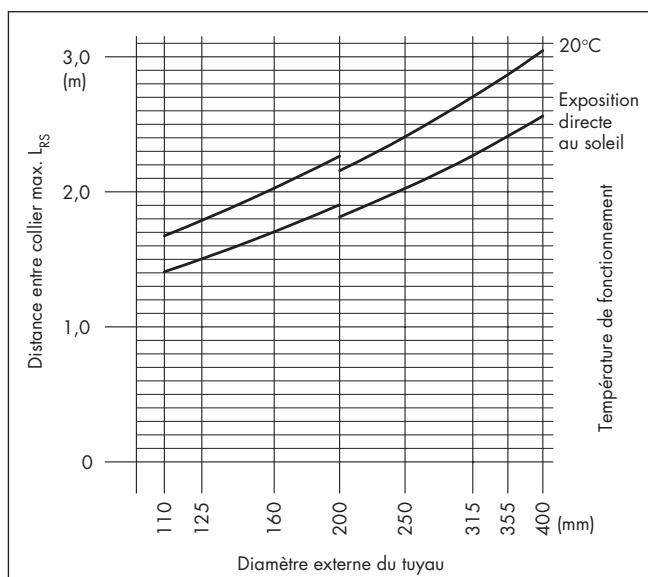
$$(kg/m:100 = \text{N/mm}')$$

g = Poids propre du tuyau voir liste des prix

p = Poids de remplissage du tuyau selon le liquide transporté et le degré de remplissage plus les contraintes éventuelles appliquées sur la conduite se rapportant à une longueur de 1 mm

$$p = \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4 \cdot 10^5} \cdot 1 \text{ mm} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Le diagramme suivant concerne le JANOlén bianco en PE avec un remplissage complet pour une flexion maximale tolérée de 10 mm à 20 °C.

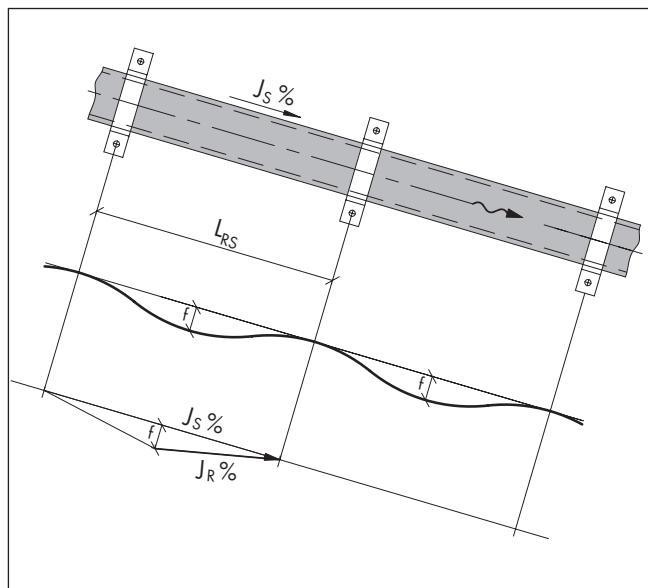


Calcul approximatif de la pente résiduelle

$$J_R \sim J_S - \frac{2f}{L_{RS}} \quad J = [\text{absolu } 1\% = 0,01]$$

J_S = Pente du sol

J_R = Pente résiduelle



4.10.4 Coques de support

En remplacement de petites distances entre des colliers de fixation on peut éventuellement monter un support continu. Pour les petits diamètres l'utilisation de coques de support peut se révéler intéressante.

4.10.5 Montage rigide

En raison de la faible valeur du module E des matériaux plastiques, une conduite peut être bloquée. C'est-à-dire que les variations de longueur du tuyau sont réprimées et que les contraintes ainsi créées sont absorbées par des points fixes. La faible valeur du module E apporte en comparaison des matériaux métalliques la création de contraintes plus faibles. De plus s'appliquent les mêmes directives que celles exprimées au point 4.10.1, de sorte que dans la pratique les valeurs calculées se produisent très rarement.

Les contraintes longitudinales sont calculées à l'aide de la température différentielle et des données de tuyaux et sont indépendantes de l'écart entre les points fixes.

$$F = \sigma \cdot A$$

σ = Contrainte longitudinale, traction ou compression

σ = Tension dans la paroi du tuyau à cause de l'interdiction de dilatation

A = Superficie de la section du tuyau

Le fondement de la méthode de calcul de tension repose sur la loi de Hook

$$\sigma = E_R \cdot \varepsilon$$

σ = Tension dans la paroi du tuyau [N/mm²]

E_R = Module E
pour pouvoir tenir compte d'une variation rapide de température, il est recommandé de prendre pour le PE une valeur moyenne de $E_{R,moy} = 500$ N/mm² [N/mm²]

ε = Allongement = Modification de longueur par unité de longueur $\Delta l/l$

ε = $\alpha \cdot \Delta T$ [-]

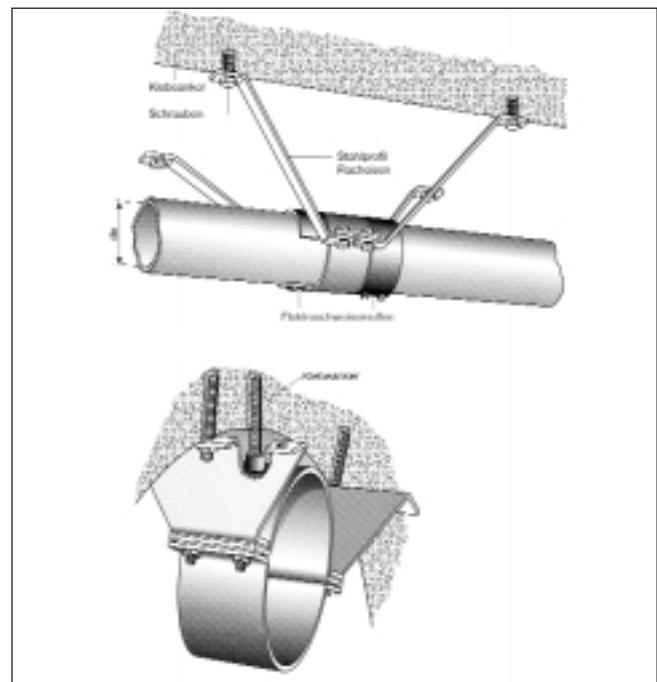
α = Coefficient de dilatation linéaire voir point 4.10.1

ΔT = Différence de température, en partant de la température de pose, en fonction de la traction ou de la compression

4.10.6 Points fixes

Les contraintes longitudinales dans le tuyau doivent être transférées sur des colliers à point fixe. Comme les tuyaux en matière plastique possèdent une surface lisse le transfert ne peut se produire par l'intermédiaire du frottement des colliers sur le tuyau. Pour cette raison les colliers de tuyaux peuvent être assimilés à des paliers de guidage. Il est recommandé pour les points fixes de souder des manchons à soudure électrique sur le tuyau en PE, qui peuvent servir de butée pour les colliers de tuyau. En fonction du type de construction du point fixe un manchon E sera fixé entre deux colliers latéraux ou inversement. Les fournisseurs de colliers de tuyaux donnent des renseignements sur les supports indispensables sur la base des contraintes longitudinales calculées.

Exemple de possibilité de construction de points fixes



Exemple: Tuyau en PE:
JANOLEN bianco, Série 16, d_n 250 mm, e_n 7,7 mm

Température max. T_1 = 40°C

Température min. T_2 = -25°C

Température de pose T_v = 18°C

ΔT max. $|T_2 - T_v|$ = 43°C

α = 0,18 mm/m·K (selon 4.10.1)

Variation de longueur ε = $\alpha \cdot \Delta T = 7,7$ mm/m = 7,7‰
Tension $\sigma = E \cdot \varepsilon = 500$ N/mm² · 7,7‰ = 3,85 N/mm²

Surface de section du tuyau A = 5861,3 mm²

Force longitudinale F = $\sigma \cdot A = 22'566$ N
= 22,6 kN force de traction max.

De même il est possible de calculer la force maximale de compression. (force max. de compression 11,6 kN)

4.11 Contrôle d'étanchéité

Méthode de contrôle

La méthode de contrôle se réfère aux normes EN 1610 et SIA 190.

Le contrôle d'étanchéité doit être pratiqué avec de l'eau (procédé «W») ou avec de l'air (procédé «L»).

Contrôle avec de l'eau (procédé «W»)

Pression de contrôle	50 kPa (0,5 bars) toujours mesurée au point le plus bas de la section à contrôler, mais au moins 10 kPa (0,1 bars) mesuré au sommet du tuyau
Temps de préparation	non prescrit, habituellement 1 h
Durée du contrôle	30 min
Addition d'eau	0.10 l/m ² en 30 Min. pour conduites de tuyaux 0.20 l/m ² en 30 Min. pour regard 0.05 l/m ² en 60 Min. pour conduites de tuyaux et regards en zone de protection de la nappe phréatique
Si l'on ne peut utiliser une pression de 50 kPa, il faut corriger les valeurs d'addition d'eau admissibles à l'aide du facteur k. La hauteur minimum d'accumulation au-dessus du sommet du tuyau doit avoir une valeur de 0,5 m.	$k = \sqrt{\frac{P}{50}}$ k Valeur de correction pour l'addition d'eau [-] P Pression de contrôle sélectionnée [kPa]

Contrôle avec de l'air (procédé «L»)

Le contrôle à l'air correspond au contrôle de procédé «W» avec les exigences de contrôle de 0.10 l/m² et 30 minutes, et ne doit pas être mis en œuvre dans une zone de protection de la nappe phréatique.

Les contrôles doivent être pratiqués uniquement avec des appareils de contrôle calibrés.

Pour le calibrage des appareils de contrôle, seules les institutions agréées sont autorisées.

Le délai de relaxation du contrôle de pression à l'air est de:

$$tb = 10 \cdot di$$

tb Délai de relaxation en minutes
di Diamètre interne en m

La pression de contrôle P, la chute de pression tolérée ΔP et la durée de contrôle t sont déterminés par le tableau suivant

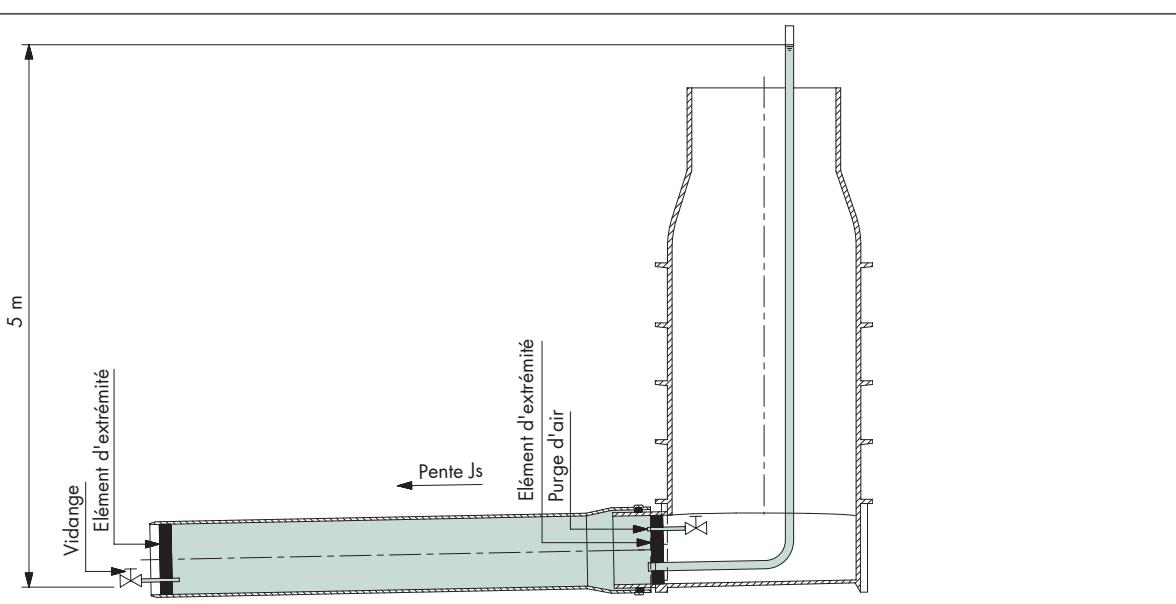
Durée de contrôle t [min]

P kPa/mbar	ΔP kPa/mbar	DN 250	DN 300	DN 400	DN 500
20/200	1,5/15	5	5,5	7	9

Exactitude de mesure $\pm 0.1 \text{ kPa} / \pm 1 \text{ mbar}$

En cas de contrôle à l'air insatisfaisant unique ou répété, le changement du procédé de contrôle avec de l'eau est autorisé. Le résultat du contrôle avec de l'eau est alors le seul décisif.

Les résultats de contrôle doivent être enregistrés dans un protocole de contrôle.



5.1 Généralités

5.1.1 Introduction

Pour remplir sa mission en tant que conduite d'évacuation il faut qu'une conduite réponde également aux exigences de statique.

La statique possède une influence sur le fonctionnement de la conduite à l'occasion d'une rupture ou d'une forte déformation, les exigences hydrauliques ne pouvant donc plus être réunies. Pour corriger ces défauts, les coûts de réparation sont importants en comparaison des coûts supplémentaires qui auraient été nécessaires pour une pose correcte. Le calcul statique et le mode de pose qui en découle devraient être significatifs pour l'exploitant de réseau dans l'objectif de pérennité de son ouvrage.

5.1.2 Comportement statique

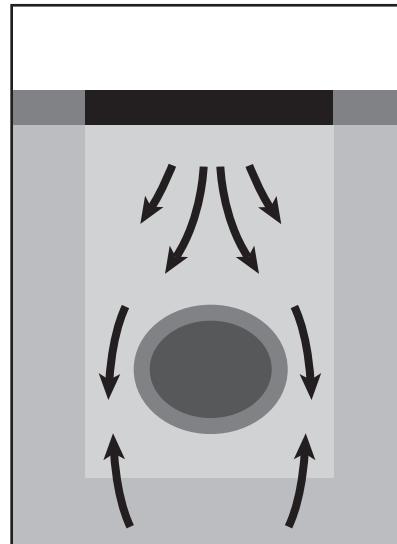
Pour les tuyaux enterrés on distingue deux comportements statiques: le comportement élastique et le comportement rigide.

Les tuyaux en matière plastique enterrés ont un comportement élastique. L'élasticité signifie que le tuyau se comporte de manière plus élastique que le matériau environnant. Il se déforme sous une charge, en développant ainsi des forces de réaction, également latéralement, et transfère les charges sur l'enveloppe. Pour cette raison la compression latérale possède une signification importante. Afin que les conditions d'appui soient identiques sur les côtés comme sur le fond, la norme SIA 190 propose uniquement deux profils pour les tuyaux souples: U1/V1 ou U4/V4 (voir point 5.2.2).

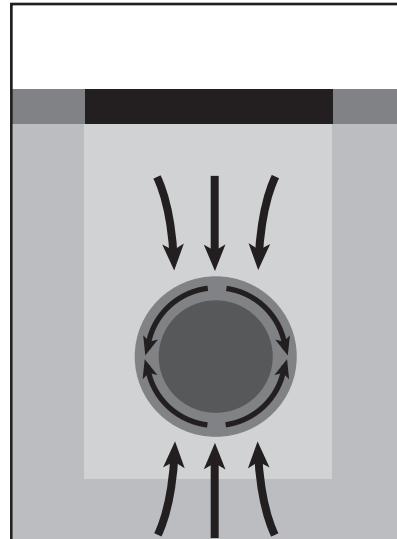
Si l'on considère la nature comme un modèle, on s'aperçoit qu'elle utilise très souvent le comportement d'élasticité (arbre dans le vent, roseaux, etc.).

Le comportement rigide signifie que le tuyau se comporte de manière plus rigide que le matériau environnant, le tuyau concentrant les contraintes en interne et les retransmettre au sous-sol par le fond du tuyau. Les tuyaux en béton et les tuyaux céramiques, etc., se comportent avec rigidité.

Quand on bétonne un tuyau en matière plastique, le tuyau et l'enrobage ont un comportement rigide. Ainsi le justificatif défini l'enrobage de béton en tant que comportement rigide. Le tuyau en matière plastique n'étant pas pris en compte.



Comportement élastique



Comportement rigide

5.2 Fondements

Les calculs sont effectués suivant la norme SIA 190, édition 2000

5.2.1 Valeurs caractéristiques du tuyau

Au contraire des métaux, on observe sur les matières plastiques, déjà sous une charge relativement faible, des états de tension et d'extension non linéaires qui sont dépendants du temps, de la température et de la vitesse de déplacement. On tient compte de l'influence du temps dans la mesure où l'on fait la distinction entre un module E à court terme et à long terme. La valeur à court terme (ou instantanée) sert à déterminer la contrainte. La valeur à long terme (module de fluage) est utilisée pour le justificatif de déformation et celui de voilement. L'influence du diamètre est très faible quand l'enrobage supérieur est suffisant, le rapport entre l'épaisseur de paroi et le diamètre restant constant.

5.2.1.1 Influence de la résistance annulaire

Aujourd'hui les tuyaux sont classés entre autres par leur résistance annulaire (par exemple le JANOLEN ottimo qui possède une résistance annulaire de SN 8 kN/m²). Cette valeur ne possède pas d'influence directe sur le calcul de statique. La rigidité annulaire est une charge de surface qui lors d'un essai par plaques provoque une déformation de 3%. Comme cet essai est pratiqué 21 jours après la fabrication des tuyaux, cette valeur ne possède pas beaucoup d'influence sur le comportement de déformation à long terme. La référence étant le module E à long terme. C'est pour cette raison qu'on utilise en partie des polypropylènes renforcés qui se comportent de manière plus rigide que les PP purs et ainsi réduisent les déformations permanentes.

5.2.1.2 Valeurs de calcul

Le tableau suivant présente l'ensemble des valeurs caractéristiques des matériaux de tuyaux, indispensables au calcul suivant la SIA 190. Pour les PE les valeurs correspondent aux paramètres de calcul de la norme SIA 190.

Pour la classification des tuyaux, voir chapitre 2.

Matériau	$E_{R, court}$ N/mm ²	$E_{R, long}$ N/mm ²	μ –	$\sigma_{Rb adm}$ N/mm ²
PP-QD JANOLEN ottimo	2800	700	0,35	8,0
PP JANOLEN nuovo	1250	300	0,40	8,0
PEHD JANOLEN bianco	1000	150	0,40	8,0
PVC-U JANOdur triplo	3000	1500	0,38	25

= Valeurs produit

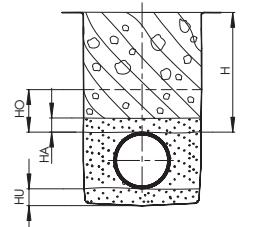
= Références SIA 190

5.2.2 Profil de pose

Imposée par le comportement élastique, la compression latérale est de grande importance. Afin que les conditions d'appui soient identiques latéralement comme sur le fond, la norme SIA 190 ne propose que deux profils pour les tuyaux à comportement élastique.

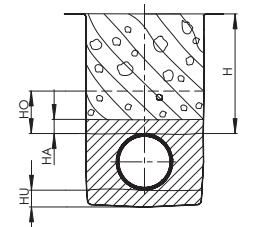
Tuyau souple enterré, profil U1/V1

Enrobage du tuyau:
conformément aux exigences de statique par exemple graviers avec une granulométrie $\leq \frac{1}{3} \cdot H_U$



Tuyau rigide, bétonné, profil U4/V4

Enrobage de tuyau:
Béton non armé B25/15



5.2.2.1 Influence de la forme de la tranchée

– Comportement élastique

Le transfert de la charge dans le matériau d'enrobage est provoqué par la déformation du tuyau. Cela conduit à un tassement dans le matériau de remplissage de la tranchée. Ainsi une partie du poids de l'enrobage peut être transférée par frottement par les parois de la tranchée (effet de silo). Ce phénomène se produit uniquement quand ce matériau de remplissage ne se laisse plus comprimer sur lui-même. Sinon le matériau « glisse », et l'effet de voûte est plus faible. D'autre part l'effet de décharge de l'effet de voûte serait annulé si plus tard on effectue des travaux de tranchée parallèles. Pour cette raison, en cas de comportement élastique, on tient toujours compte de la charge de sol présente. Ainsi la forme de la tranchée (profils U/V, ou tranchée étagée) n'a aucune influence sur le calcul de la statique des tuyaux souples.

– Comportement rigide

Dans une tranchée en U, en raison de l'enrobage rigide, il ne se produit pas de tassement ultérieur. Dans ce cas on tient compte également de la contrainte de sol existante (conditions de tranchée). En cas d'empierrement et de larges tranchées, le matériau à côté du tuyau bétonné peut encore subir un tassement ou un affaissement ultérieur. On provoque ainsi un effet inverse à celui provoqué par l'effet de silo. Le matériau au-dessus du tuyau rigide enrobé de béton ne peut plus s'affaisser, et il se produit un frottement entre le matériau directement au-dessus du tuyau et celui situé latéralement. Ceci produisant une plus grande contrainte sur le corps en béton, on obtient alors la condition de remblai. Pour les tuyaux à comportement rigide ce sont donc les conditions de remblai, conformément à la norme SIA 190, qui sont la référence.

5.2.3 Valeurs caractéristiques des sols

Ils représentent souvent la grande inconnue. La référence de calcul statique n'est pas la valeur caractéristique du sol de départ, mais celle utilisée pour l'enrobage du tuyau.

On exprime la valeur caractéristique de sol par le module de déformation horizontal E_B .

Il dépend du matériau de sol et de sa force de compactage. Malheureusement il n'existe pas de possibilité connue pour déterminer sur le chantier cette valeur E_B .

5.2.3.1 Classification des sols (méthode de champ)

Les abréviations correspondent aux classes de sol selon le USCS (Système unifié de classification des sols).

A) Evaluation des taux de graviers et de sable (granulométrie $> 0.06 \text{ mm}$)

Un grain de diamètre $0,06 \text{ mm}$ est tout juste visible à l'œil nu. Si le poids proportionnel de la fraction des $> 0,06 \text{ mm}$ est supérieure à 50%, le sol est alors qualifié de gravier ou de sable; si la proportion est plus faible le sol est qualifié d'argile ou de marne.

Poids de la fraction des $> 0,06 \text{ mm}$	Désignation (selon USCS)
$> 50\%$	Gravier (G) Sable (S)
$< 50\%$	Argile (C) Marne (M)

B) Distinction entre sable et gravier

Si plus de la moitié de la fraction de graviers ou de sable possède un grain supérieur à 2 mm il s'agit de gravier et dans le cas inverse de sable.

Proportion de gravier ou de sable	Désignation (selon USCS)
$50\% > 2 \text{ mm}$	Gravier (G)
$50\% < 2 \text{ mm}$	Sable (S)

- Pas de portion fine (granulométrie $< 0,06 \text{ mm}$) → Sable propre (SW) ou gravier propre (GW)
- Portion fine non cohérente → Sable silteux (SM) ou gravier silteux (GM)
- Portion fine cohérente → Sable argileux (SC) ou gravier argileux (GC)

C) Distinction entre argile et marne

L'essai d'agitation d'un échantillon aide à cette distinction. L'échantillon de sol doit être agité dans la main ouverte. Ainsi plus ou moins d'eau peut se répartir plus ou moins rapidement sur la surface de la main. La brillance apparaît lors de cette opération quand on écrase légèrement l'échantillon entre les doigts.

- | | |
|--|-----------------|
| – L'échantillon <i>rapidement</i> brillant | → Sable fin (S) |
| – L'échantillon <i>lentement</i> brillant | → Marne (M) |
| – L'échantillon ne brille <i>jamais</i> | → Argile (C) |

Pour la tourbe (PT) les matériaux organiques sont dominants. On la reconnaît à l'odeur, à sa couleur foncée et à son faible poids volumique.

D) Abréviations USCS

Composants:

G	Gravier	Gravier en plus grande proportion
S	Sable	Sable en plus grande proportion
M	Marne	Marne en proportion principale ou secondaire
C	Argile	Argile en proportion principale ou second.
O	Organique	Inclusions organiques
PT	Tourbe	Tourbe

Description de la granulométrie:

W	well graded	Toutes granulométries pas de proportion prédominante
P	poorly graded	Fraction à grains grossiers, une granulométrie ou un groupe de granulométrie prédominant

Description des caractéristiques plastiques:

H	high liquid limit	Limite d'écoulement élevée
L	low liquid limit	Limite d'écoulement faible

5.2.3.2 Masse volumique des matériaux de remblayage

Si la masse volumique γ_E n'est pas connue, on utilise en général une valeur $\gamma_E = 20 \text{ kN/m}^3$.

5.2.3.3 Module de déformation horizontale E_B

La valeur caractéristique de sol pour le calcul statique est le module de déformation horizontale E_B .

La valeur E_B peut être déterminée à l'aide du tableau 1, en fonction du matériau et du degré de compactage. Dans la norme SIA 190 on trouve uniquement les valeurs indiquées sur fond vert. Le tableau a été complété par des données de la fiche technique ATV A 127 (directive pour le calcul statique d'égouts et de canalisations d'évacuation).

Sol	Angle d'inclinaison de la tranchée ϕ'	Module de déformation E_B en N/mm ² en fonction du degré de compactage D_{pr} en %					
		85	90	92	95	97	100
Sols non cohérents (GW, SW, GP, SP)	35	2	6	9	16	23	40
Sols peu cohérents (GM, SM)	30/32,5	1,2	3	4	8	11	20
Sols mixtes cohérents (SC, GC)	25	0,8	2	3	5	8	13
Sols cohérents (MC, CC, OL, MH, CH, OH, PT)	20	0,6	1,5	2	4	6	10

Tableau 1: Module de déformation E_B

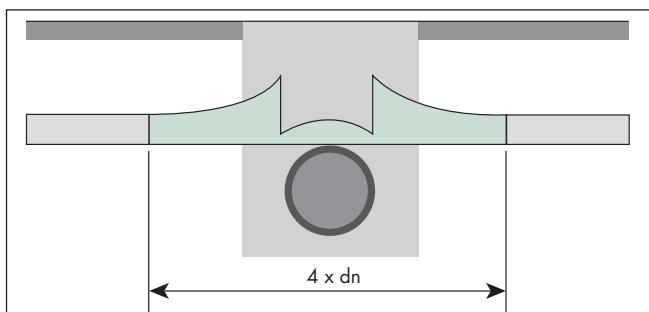
= selon SIA 190 tabl. 4

= extension selon ATV 127

5.2.3.4 Influence du sol d'origine

Les valeurs caractéristiques de sol se rapportent au matériau directement à proximité du tuyau. Avec un écart croissant par rapport au tuyau les contraintes sur le matériau diminuent rapidement. Le transfert de charge se limite à une largeur totale correspondant à quatre fois le diamètre extérieur du tuyau ($4 \times d_n$).

Une largeur qui dans le cas de petits diamètres se situe au sein de la tranchée. Ainsi l'influence du sol original devient insignifiante et seule la qualité de l'enrobage du tuyau devient prépondérante. Pour un tuyau de diamètre 50 mm la largeur d'influence est de 2,0 m et s'étend donc dans le sol original. En général dans les sols mixtes, grâce au compactage naturel du sol original, les conditions sont réalisées permettant de recevoir ces contraintes supplémentaires.



Dans les sols plus malléables il faut faire attention que les remblais latéraux ne soient pas pressés dans le sol original. Il se produirait sinon un assouplissement du matériau d'enrobage qui entraînerait une réduction correspondante de la valeur E_B et donc une déformation. Dans de telles situations il est préférable de séparer le matériau d'enrobage du sol d'origine par un textile spécialement prévu.

5.2.3.5 Retrait des écarteurs

Le retrait ultérieur des écarteurs conduit également à un assouplissement des remblais latéraux et à une augmentation de la contrainte au sommet du tuyau, ce qui influence fortement le comportement statique. C'est pourquoi la norme (EN 1610) prescrit un remblayage continu de la tranchée pendant le retrait des écarteurs.

5.2.4 Contraintes

Le calcul des contraintes est déterminé selon les indications de base de la norme SIA 160, et elles seront prises en compte selon leurs actions et effets secondaires.

La résultante devient une contrainte de surface appliquée sur le sommet du tuyau. D'une manière fondamentale la résultante verticale de charge au sommet est composée des contraintes suivantes:

- Sollicitations dues au terrain
- Sollicitations dues au trafic routier
- Sollicitations additionnelles verticales
- Pression hydrostatique externe
- Poids propre (tuyaux rigides)
- Sollicitations particulières

5.2.4.1 Sollicitations dues au terrain

Lors du calcul des sollicitations dues au terrain on fait une distinction entre les tuyaux à comportement élastique et ceux à comportement rigide. Pour les explications, voir 5.2.2.1.

- Tuyaux à comportement élastique

Pour les tuyaux à comportement élastique on tient compte du remblayage de tranchée total. Ainsi pour la contrainte de tuyau verticale au sommet du tuyau:

$$q_{S1} = \gamma_E \cdot H$$

- Tuyaux à comportement rigide bétonnés

Pour les tuyaux à comportement rigide, conformément à la norme SIA 190, le schéma de danger des conditions de remblai est la référence.

Contrainte du sol à la condition de remblai:

$$q_{S1} = A_2 \cdot g_E \cdot H \quad [\text{kN/m}^2]$$

Où:

q_{S1} = Contrainte sur le tuyau à hauteur du sommet du tuyau due à la contrainte de sol $[\text{kN/m}^2]$

A_2 = Indice de tension pour la condition de remblai (diagramme 2) $[-]$

γ_E = Masse volumique du matériau de remblai $[\text{kN/m}^3]$

H = Hauteur de recouvrement $[m]$

Sur la base d'essais on a défini les valeurs suivantes de paramètre de tassement et de résistance à la flexion C_2 :

Lit	C_2
Tuyau sur roche ou sol rigide	1,0
Tuyau sur sol normal	0,5 ... 0,8
Tuyau sur fond plus malléable que le sol environnant	0,0 ... 0,5

Paramètre de tassement et de résistance à la flexion C_2 SIA 190/Tab. 13

Valeurs du paramètre C_3 :

Profil normal de pose	C_3
1	1,00
3	0,25
4	0,25

Paramètre de portée C_3 SIA 190/Tab. 14

A l'aide des deux valeurs C_2 et C_3 on peut calculer le coefficient C_1 :

$$C_1 = C_2 \cdot C_3$$

5.2.4.2 Sollicitations dues au trafic routier

– Sollicitations dues au trafic routier q_s

Pour les sollicitations du trafic routier dans le périmètre routier on applique les schémas de charges 1 + 2 + 3 de la norme SIA 160, et hors du périmètre routier, en général le schéma de charges 1.

Indépendamment du matériau des conduites de tuyaux il faut, dans le cas de contraintes de trafic routier, faire intervenir un coefficient de charge dynamique $\phi = 1,3$.

Les contraintes de trafic routier sont calculées en tenant compte de 5 kN/m^2 auxquels on ajoute $4 \times 75 \text{ kN}$ de contrainte des roues (schémas de charge 1+2+3).

Hors périmètre routier on ajoute également $4 \times 75 \text{ kN}$ de contrainte des roues (schéma de charge 1), en cas de terrain difficile d'accès vous pouvez nous demander s'il est nécessaire d'introduire ces contraintes.

Sur les diagrammes 3 et 4 des pages suivantes on peut lire les valeurs de contraintes de trafic routier.

Sur ces abaques on peut se rendre compte de l'accroissement rapide des contraintes en cas de faible recouvrement. Ainsi les conditions de construction avec une hauteur de recouvrement réduite servent de référence dans les cas de trafic routier.

– Sollicitations dues au trafic ferroviaire

Les effets des sollicitations ferroviaires sont expliqués dans la norme SIA 190. Pour les tramways ou le trafic en agglomération (voie étroite schéma de charge 3) on peut réduire q_s de 50%. Indépendamment du matériau des conduites de tuyaux il faut, dans le cas de sollicitations ferroviaires, faire intervenir un coefficient de charge dynamique $\phi = 1,3$. Dans les zones ferroviaires, la hauteur minimum de recouvrement jusqu'au sommet du tuyau s'élève selon SIA 190 à: 2,00 m.

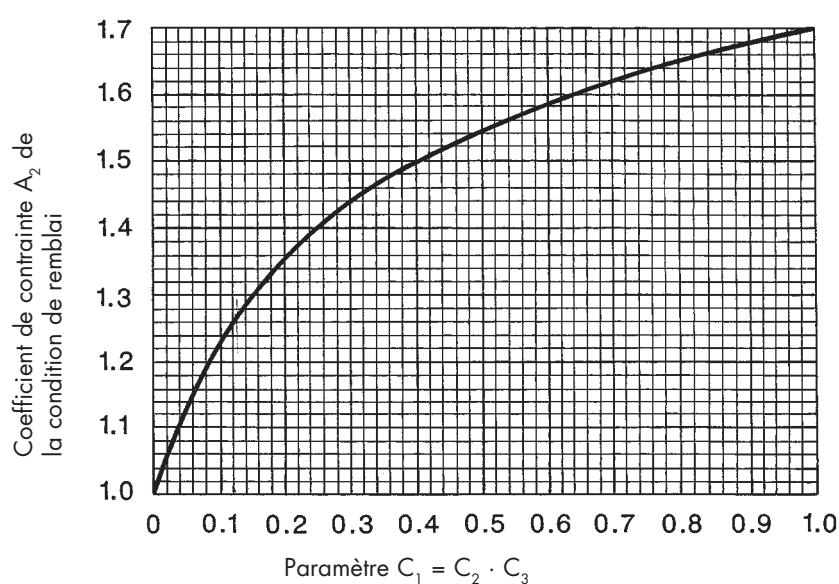


Diagramme 2 : Coefficient de contrainte A_2

SIA 190/Fig. 19

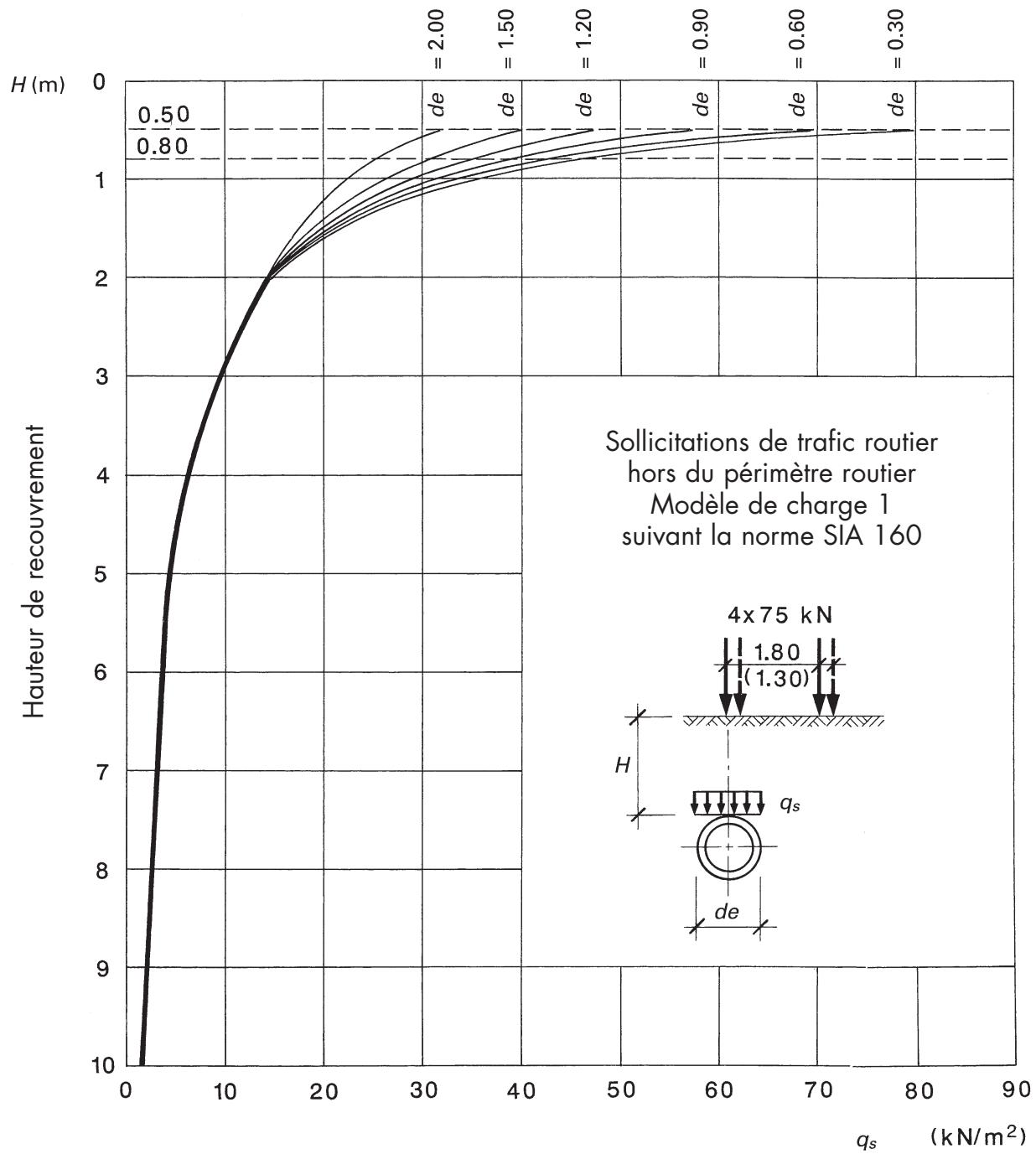
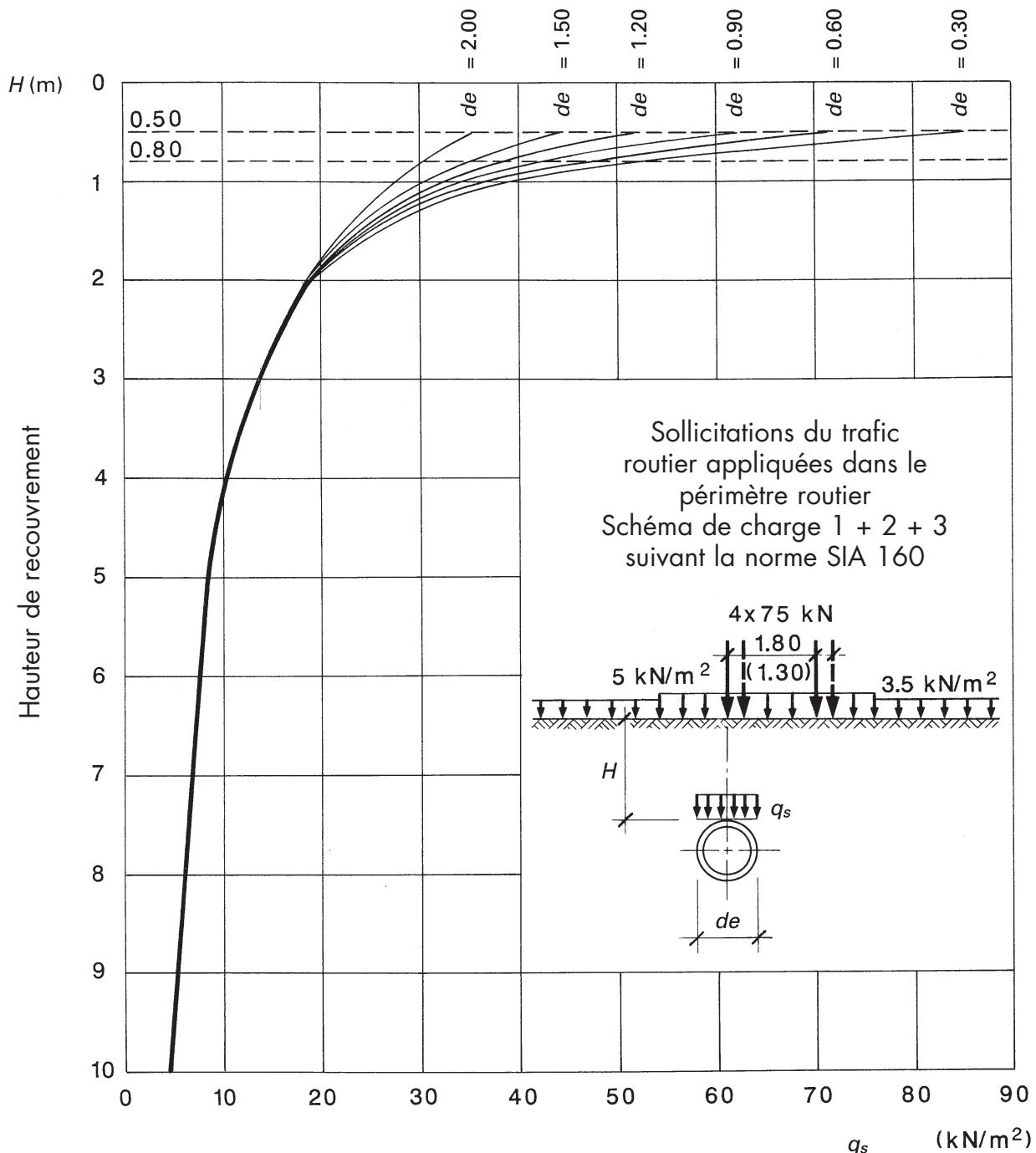


Diagramme 3:

SIA 190/Fig 14

Effet des sollicitations dues au trafic routier agissant hors du périmètre routier sur le sommet du tuyau, sans tenir compte du coefficient de charge dynamique (schéma de charge 1).



5.2.4.3 Charges à effet vertical

L'effet des charges superficielles appliquées verticalement sur une conduite peut être déterminé à l'aide du tableau 5. Les charges superficielles importantes ne doivent pas être réduites. Si des sollicitations de trafic routier doivent être prises en compte il est nécessaire de tenir compte de leur simultanéité éventuelle avec ces sollicitations supplémentaires.

$\frac{B}{2H}$	$\frac{L}{2H}$													
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	2.0	5.0
0.1	0.019	0.037	0.053	0.067	0.079	0.089	0.097	0.103	0.108	0.112	0.117	0.121	0.124	0.128
0.2	0.037	0.072	0.103	0.131	0.155	0.174	0.189	0.202	0.211	0.219	0.229	0.238	0.244	0.248
0.3	0.053	0.103	0.149	0.190	0.224	0.252	0.274	0.292	0.306	0.318	0.333	0.345	0.355	0.360
0.4	0.067	0.131	0.190	0.241	0.284	0.320	0.349	0.373	0.391	0.405	0.425	0.440	0.454	0.460
0.5	0.079	0.155	0.224	0.284	0.336	0.379	0.414	0.441	0.463	0.481	0.505	0.525	0.540	0.548
0.6	0.089	0.174	0.252	0.320	0.379	0.428	0.467	0.499	0.524	0.544	0.572	0.596	0.613	0.624
0.7	0.097	0.189	0.274	0.349	0.414	0.467	0.511	0.546	0.574	0.597	0.628	0.650	0.674	0.688
0.8	0.103	0.202	0.292	0.373	0.441	0.499	0.546	0.584	0.615	0.639	0.674	0.703	0.725	0.740
0.9	0.108	0.211	0.306	0.391	0.463	0.524	0.574	0.615	0.647	0.673	0.711	0.742	0.766	0.784
1.0	0.112	0.219	0.318	0.405	0.481	0.544	0.597	0.639	0.673	0.701	0.740	0.774	0.800	0.816
1.2	0.117	0.229	0.333	0.425	0.505	0.572	0.628	0.674	0.711	0.740	0.783	0.820	0.849	0.868
1.5	0.121	0.238	0.345	0.440	0.525	0.596	0.650	0.703	0.742	0.774	0.820	0.861	0.894	0.916
2.0	0.124	0.244	0.355	0.454	0.540	0.613	0.674	0.725	0.766	0.800	0.849	0.894	0.930	0.956

Tableau 5: Coefficient A_1 en fonction des dimensions de la charge superficielle.
Pour les repères B , L et H voir la fig. 6

SIA 190/Tab 12

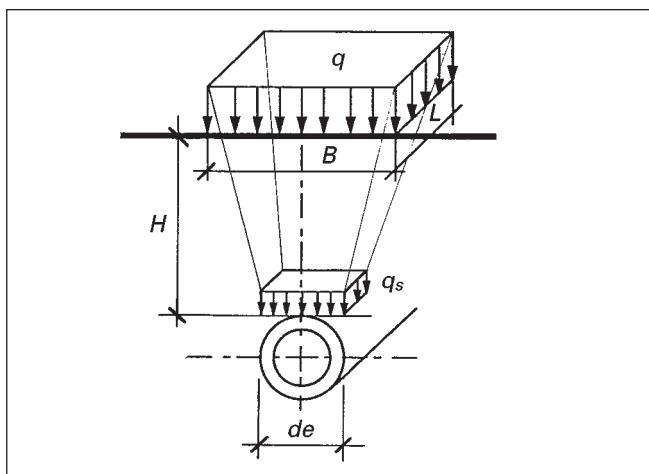


Figure 6

SIA 190/Fig 17

$$q_s = A_1 \cdot q$$

qs: Sollicitation par unité de surface appliquée sur le sommet du tuyau [kN/m²]

A_1 : Coefficient suivant le tableau 5

q: Sollicitation par unité de surface appliquée sur la surface $B \cdot L$ [kN/m²]

5.2.4.4 Contrainte hydrostatique externe

L'influence de la nappe phréatique sur la statique multiple. Sur la contrainte appliquée au sommet du tuyau, la pression d'eau horizontale possède un effet de soulagement. C'est pourquoi on ne tient pas compte, dans les sollicitations, de la contrainte hydraulique externe. Le niveau de la nappe phréatique devient essentiel pour le comportement au voilement (voir point 5.4.1.2).

5.2.4. Autres sollicitations

Les autres sollicitations telles que le poids propre de la conduite, le remplissage ainsi que les différences de température, les contraintes pendant les différentes phases de construction, le remblayage, les effets de tremblements de terre, les sources de contraintes du terrain en construction, les pression ou dépression internes (aspiration), etc., doivent être prises en compte uniquement si elles apportent une contribution importante à la sollicitation d'ensemble sur le système en construction, sur la sécurité d'appui de l'ensemble ou sur l'efficacité de fonctionnement, et sont donc essentielles. Dans les cas spéciaux il faut également se demander si ce calcul de statique simplifié selon SIA 190, ne devrait pas être remplacé par un calcul plus exact.

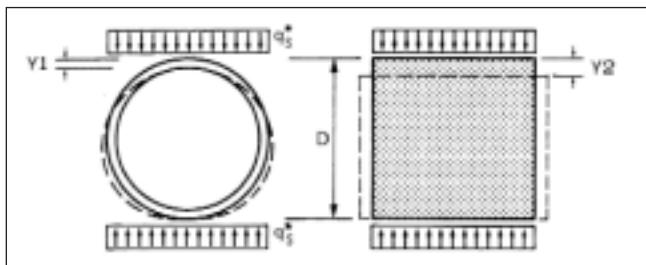
5.3 Calcul statique

Le calcul est effectué conformément à la norme SIA 190 édition 2000

5.3.1 Résistance du système

La résistance du système à la déformation SF_{court} permet de reconnaître si le tuyau possède un comportement élastique ou un comportement rigide.

On compare la déformation d'un tuyau par rapport à un corps au sol subissant la même contrainte.



Résistance du système à la déformation SF : tuyau à droite et sol à droite

Résistance du système à la déformation SF_{court} est fonction:

- du module de déformation du tuyau $E_{R,court}$ en mesure courte
- du module de déformation du sol E_B dans la zone de la conduite

$$SF_{court} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{R,court}}{E_B} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3 \quad [-]$$

$$e_n = \text{Epaisseur de paroi} \quad [\text{mm}]$$

$$d = \text{Diamètre moyen du tuyau} (d_n - e_n) \quad [\text{mm}]$$

$SF_{court} < 0,1 \rightarrow$ tuyau à comportement élastique
 $SF_{court} \geq 0,1 \rightarrow$ tuyau à comportement rigide

Les tuyaux de canalisation en matière plastique enterrés, qui sont enrobés de terre d'excavation ou d'un mélange gravier et sable, sont en principe des tuyaux à comportement élastique.

Pour la mesure d'un tuyau à comportement élastique il faut en supplément tenir compte de la résistance à la déformation du système à long terme SF_{long} .

SF_{long} ist definiert als:

$$SF_{long} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{R,long}}{E_B} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3 \quad [-]$$

La résistance du système à la déformation SF_{long} est fonction:

- de la mesure du module déformation du tuyau sur une longue durée $E_{R,long}$
- du module déformation du sol dans la zone du tuyau E_B

5.3.2 Modules de déformation

Pour le calcul de la résistance du système à la déformation on peut utiliser les modules de déformation suivant.

Matériau	$E_{R,court}$ [N/mm ²]	$E_{R,long}$ [N/mm ²]
PP-QD SN 8 JANOLEN ottimo	2800	700
PP JANOLEN nuovo	1250	300
PE JANOLEN bianco	1000	150
PVC-U JANOdur triplo	3000	1500

Les valeurs pour les polyéthylènes correspondent aux indications de la norme SIA 190. Les valeurs pour PP et PVC-U se rapportent à nos produits.

5.3.3 Justificatifs

Il est fondamentalement nécessaire de présenter deux justificatifs:

- Justificatif de la sécurité de résistance à la charge
- Justificatif d'efficacité de fonctionnement

5.3.4 Capacité de charge de sécurité

La capacité de charge de sécurité d'un système de canalisation se justifie fondamentalement à l'aide de la norme SIA 160.

$$S_d \leq \frac{R}{\gamma_r}$$

Avec:

S_d = Valeur calculée de la sollicitation
 R = Charge admissible de la canalisation
 γ_r = Coefficient de résistance

Valeur calculée de la sollicitation

La valeur calculée de sollicitation est déterminée par:

- des sollicitations essentielles, ou contraintes principales appliquées
- des sollicitations secondaires appliquées simultanément, ou contraintes impliquées

La valeur de la sollicitation correspond à la formule:

$$S_d = S (\gamma_G \cdot G_m; \gamma_Q \cdot Q_r; \Sigma \psi \cdot Q_r)$$

G_m = Poids propres
 Q_r = Sollicitation

$\gamma_G; \gamma_Q; \psi$ = facteurs de charge selon le tableau présenté plus bas

En faisant varier toutes les possibilités on obtient la valeur calculée de la sollicitation.

Pour justifier la stabilité d'ensemble suite à l'application d'une contrainte verticale, on tient compte des paramètres de charge suivants:

- | | |
|---|------------------|
| – Forces verticales Q_r : | $\gamma_Q = 1,1$ |
| – Poids propres G_m : | $\gamma_G = 1,0$ |
| – Terrain Q_{r1} : | $\psi = 0,8$ |
| – Charges verticales, trafic, remplissage du tuyau: | $\psi = 0$ |

Avec la formule:

$$\gamma_Q \cdot Q_r \leq \gamma_G \cdot G_m + \psi \cdot Q_{r1}$$

5.3.5 Efficacité de fonctionnement

L'efficacité de fonctionnement d'un système de canalisation est fondamentalement justifiée par la norme SIA 160. Le comportement d'un système de canalisation doit rester dans des limites déterminées ou des limites de normes; celles-ci concernent plus particulièrement:

- les risques de fissuration pour les tuyaux rigides
- les risques de déformation pour les tuyaux élastiques

Contrainte

Pour les paramètres de charge γ et ψ il faut que:

$$\gamma = \psi = 1,0$$

Sollicitations principales	poids propres	Sollicitations secondaires				
		Terrain	Trafic	Charges verticales	Remplissage du tuyau	Pression hydr.externe
Terrain $\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_G = 1,3$	–	$\psi = 0,8$	$\psi = 1,3$	$\psi = 1,0$	$\psi = 1,0$
Trafic $\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_G = 1,3$	$\psi = 1,3$	–	$\psi = 1,3$	$\psi = 1,0$	$\psi = 1,0$
Charges verticales $\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_G = 1,3$	$\psi = 1,3$	$\psi = 0,8$	–	$\psi = 1,0$	$\psi = 1,0$
Pression hydrostatique externe $\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_G = 1,3$	$\psi = 1,3$	$\psi = 0,8$	$\psi = 1,3$	$\psi = 0$	–

Paramètres de charge

5.4 Tuyaux à comportement élastique

5.4.1 Justificatif de capacité de charge

5.4.1.1 Justificatif de voilement sans effet de la nappe phréatique

Le voilement (pliage) de tuyaux ronds librement posés peut être défini de la manière suivante. Si l'anneau de couronne possède un appui latéral la contrainte possible augmente fortement. La formule a été définie sur la base d'une analyse de travaux de recherche qui correspondent à une approximation. De ce fait découlent les conditions de sécurité relativement importantes devant être respectées.

Pour justifier la capacité de charge de tuyaux à comportement élastique ($SF_{court} < 0,1$) sans effet de la nappe phréatique on doit utiliser:

$$q_{ds} \leq \frac{q_{BI}}{2,0}$$

q_{ds} = Valeur calculée de la résultante de toutes les contraintes verticales en tant que surface de charge appliquée sur le sommet du tuyau

q_{BI} = Résistance au voilement avec la rigidité du système SF_{long} de la manière suivante:

$$q_{BI} = [0,26 - 0,54 \cdot \log (SF_{long})] \cdot E_B \cdot \sqrt{SF_{long}}$$

5.4.1.2 Justificatif de voilement en tenant compte de l'effet de la nappe phréatique

A cause de la présence d'eau l'effet d'appui du matériau latéral est réduit. Par la déformation sur les tuyaux soutenus par la terre il se produit un transfert des contraintes de charge et donc les contraintes sont plus faibles. Quand le niveau de l'eau s'élève la pression reste constante, mais la résistance statique se réduit à cause de la déformation du tuyau, par le ramollissement de la couronne d'enrobage idéale. Ainsi la contrainte possible de voilement est réduite dans le cas de la nappe phréatique par rapport à celle possible pour le tuyau soutenu sans effet de l'eau. On ne connaît pas très bien dans la pratique le résultat de ces effets conjugués. En cas de haut niveau de la nappe phréatique il est préférable d'effectuer un calcul plus exact.

Pour le justificatif de capacité de charge pour les tuyaux à comportement élastique avec effets de la nappe phréatique, on aura:

$$q_{ds} \leq \frac{q_{BI}}{2,0} \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{p_{w,d}}{k \cdot p_{cr}}\right)$$

q_{ds} = Valeur calculée de la contrainte [N/mm²]

q_{BI} = Résistance au voilement [N/mm²]

$p_{w,d}$ = Valeur calculée de la pression hydrostatique au niveau le plus élevé de la nappe phréatique, par rapport à l'axe du tuyau [N/mm²]

k = Facteur d'appui en fonction de la série du tuyau et du taux de compactage du sol, ce facteur doit au moins posséder la valeur 1,0. [-]

Facteur d'appui k

A l'aide du facteur d'appui k on peut tenir compte de l'effet de réaction d'appui du sol en fonction du diamètre, de l'épaisseur de paroi et du taux de compactage du sol. L'expérience en la matière faisant défaut ou lors de mauvaises expériences en relation avec de hautes pressions d'eau, il est recommandé de ne pas augmenter cette valeur k au-delà de 1,0.

Pour plus d'information, se reporter à la fiche technique ATV A-127 de l'Association allemande pour les techniques d'évacuation des eaux, où l'indice de rupture αD utilisé ne correspond pas tout à fait au facteur k , mais doit être interprété.

p_{cr} = pression de voilement critique

$$p_{cr} = \frac{2 \cdot E_{R,long}}{1 - \mu^2} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3 \cdot \left(\frac{1 - \frac{x}{d}}{\left(1 + \frac{x}{d}\right)^2} \right)^3 \quad [\text{N/mm}^2]$$

1 bar = 0,1 N/mm²

E_R = Module de déformation du tuyau [N/mm²]

μ = Constante de Poisson du matériau du tuyau [-]

e_n = Epaisseur de paroi du tuyau [mm]

d = Diamètre moyen du tuyau $d_n - e_n$ [mm]

x = Déformation verticale du diamètre du tuyau [mm]

Matériau	$E_{R,court}$ N/mm ²	$E_{R,long}$ N/mm ²	μ -	$\sigma_{Rb\ adm}$ N/mm ²
PP-QD JANOlen ottimo	2800	700	0,35	8,0
PP JANOlen nuovo	1250	300	0,40	8,0
PEHD JANOlen bianco	1000	150	0,40	8,0
PVC-U JANOdur triplo	3000	1500	0,38	25

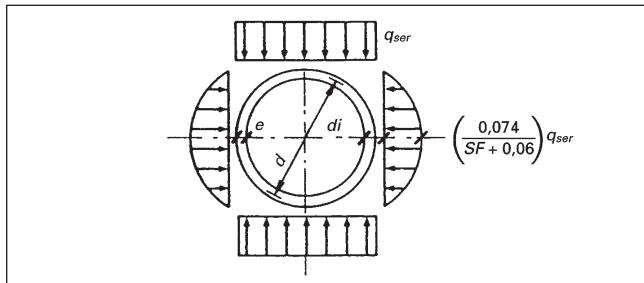
= Valeurs pour le produit

= Valeurs prescrites SIA 190

5.4.2 Efficacité de fonctionnement

5.4.2.1 Justificatif de tension

La réaction d'appui du sol peut être considérée comme un ressort à lame, en tenant compte du fait que cette réaction n'est pas linéaire quand la compression du matériau augmente. En simplifiant on suppose que la contrainte sur le sommet du tuyau ainsi que sur le fond est régulière, et que les réactions latérales ont un effet parabolique.



Modèle de calcul

Pour l'ordre de grandeur des réactions latérales on a déterminé une formule approximative basée sur des essais et calculs plus précis.

En tenant compte de ces résultats et du modèle simplifié les moments et les forces peuvent être calculés, et on peut alors déterminer les tensions maximales dans le tuyau.

$$\sigma_{Rb} = \frac{q_{ser} \cdot d}{2 \cdot F_R} \pm \frac{\left(0,25 - \frac{0,0145}{SF + 0,06}\right) \cdot q_{ser} \cdot d^2 \cdot l}{4 \cdot W} \leq \sigma_{Rb, \text{adm}}$$

σ_{Rb} = Tension annulaire de flexion [N/mm²]

$\sigma_{Rb, \text{adm}}$ = Tension annulaire de flexion admissible [N/mm²] (conformément au point 5.2.1.2)

q_{ser} = Résultante superficielle régulière de toutes les contraintes verticales Q_{ser} appliquées sur le sommet du tuyau [N/mm²]

d = Diamètre moyen du tuyau $d_n - e_n$ [mm]

F_R = Surface de la paroi du tuyau en coupe longitudinale $F_R = l \cdot e_n$ [mm²]

SF = Rigidité du système [-]
– à long terme pour la contrainte due au sol de construction
– à court terme pour la contrainte due au trafic routier

W = Moment résistant de la paroi du tuyau dans le sens longitudinal [mm³]

$$W = \frac{e_n^2 \cdot l}{6}$$

l = Longueur de la section de tuyau considérée (1 mm) [mm]

5.4.2.2 Justificatif de déformation

La déformation admissible est limitée à 5%. La formule de détermination du facteur de déformation a été définie sur la base de différents résultats de recherche.

Les déformations à court terme dues à des contraintes de trafic routier et les déformations à long terme dues aux contraintes du sol, etc., doivent être additionnées.

L'efficacité de fonctionnement des tuyaux à comportement élastique ($SF_{court} < 0,1$) par rapport aux déformations, est justifiée quand la condition suivante est vraie:

$$\frac{x}{d} = \frac{0,125}{SF + 0,06} \cdot \frac{q_{ser}}{E_B} \leq 0,05 \quad [-]$$

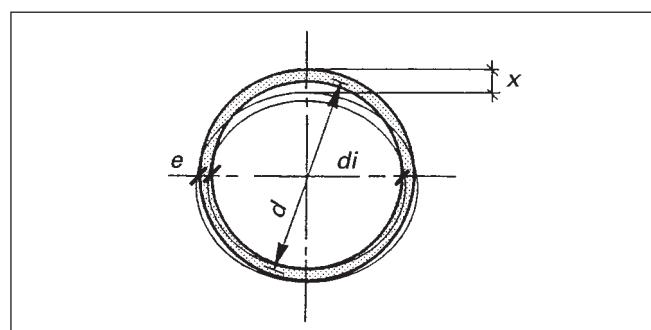
x = Déformation verticale du diamètre du tuyau [mm]

d = Diamètre moyen du tuyau [mm]

q_{ser} = Résultante superficielle régulière de toutes les contraintes verticales Q_{ser} appliquées sur le sommet du tuyau [N/mm²]

SF = Rigidité du système à long et à court terme en fonction du type de contrainte [-]

E_B = Module de déformation du sol conformément au tableau du point 5.2.3.3 [N/mm²]



Déformation du tuyau

5.5 Tuyaux à comportement rigide

Si la rigidité du système SF_{court} est $\geq 0,1$, il faut faire le calcul statique selon la théorie consacrée au tuyaux à comportement rigide

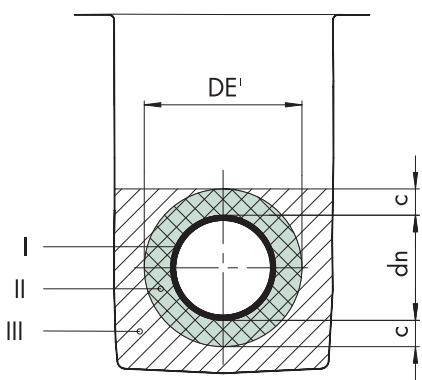
On ne peut pas établir de justificatif selon SIA 190, si un tuyau en matière plastique non bétonné devient rigide, car on ne peut alors indiquer de valeur de charge de rupture appliquée au sommet du tuyau.

Les tuyaux en matière plastique bétonnés (conformément au profil U4/V4) sont rigides et doivent donc être calculés de la sorte. Le calcul est effectué en prenant un élément porteur en béton de 100 mm d'épaisseur autour du tuyau en matière plastique. Le tuyau en matière plastique n'est pas pris en considération dans le calcul.

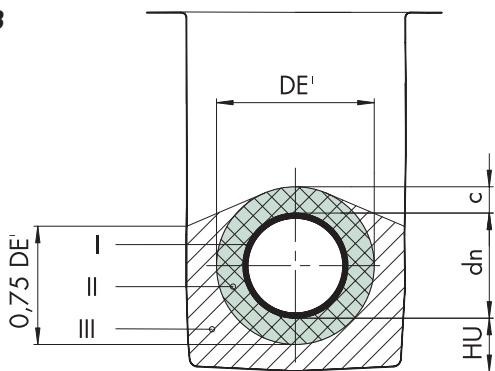
Habituellement le calcul des tuyaux rigides tient compte de tous les profils de pose. Pour les tuyaux en plastiques bétonnés on utilise généralement U4/V4, un calcul avec le profil U3/V3 restant toutefois possible.

Profil de pose

U4/V4



U3/V3



I Tuyau en matière plastique

II Elément porteur avec une épaisseur de paroi c , servant au calcul des justificatifs statiques

III Béton d'enrobage

5.5.1 Capacité de charge

Pour le justificatif de capacité de charge des tuyaux à comportement rigide ($SF_{court} \geq 0,1$) on aura:

$$q_{ds}^* \leq \frac{ZE \cdot q_{Br}}{1,2}$$

q_{ds}^* = Valeur calculée de la résultante de toutes les contraintes verticales appliquées sur le sommet du tuyau = $S_d/1\text{m}'$ (S_d voir le point 5.3.4) [kN/m]

q_{Br} = Valeur minimale de la force de rupture au sommet du tuyau [kN/m]

ZE = Coefficient de pose suivant SIA 190
pour U4/V4 = 7,0
pour U3/V3 = 6,0

La force de rupture au sommet du tuyau de l'élément porteur peut être déterminée à l'aide de la formule suivante.

$$q_{Br} = \frac{\sigma_{Rbz, adm} \cdot c^2 \cdot \pi}{3 (d_n + c)} \quad [\text{N/mm}]$$

d_n = Diamètre externe du tuyau [mm]

c = Epaisseur de paroi de l'élément porteur, habituellement $c = 100 \text{ mm}$ [mm]

DE' = Diamètre externe de l'élément porteur [mm]

$\sigma_{Rbz, adm}$ = Résistance à la traction par flexion de l'élément porteur
1,5 N/mm² (voir point 5.5.3) [N/mm²]

5.5.2 Efficacité de fonctionnement

L'efficacité de fonctionnement des tuyaux à comportement rigide est prouvée quand les conditions suivantes, attentivement sélectionnées, sont réunies:

$$\sigma_{Rbz} = \frac{f \cdot q_{ser} \cdot d^2 \cdot l}{4 \cdot W} \leq \sigma_{Rbz,adm.}$$

σ_{Rbz}	= Résistance annulaire à la traction par flexion de l'élément porteur	[N/mm ²]
	1,5 N/mm ² (voir point 5.5.3)	
$\sigma_{Rbz,adm.}$	= Résistance annulaire à la traction par flexion admissible	[N/mm ²]
f	= Facteur dépendant du profil de pose sans tenir compte des contraintes horizontales du poids propre du tuyau et de son remplissage conformément à SIA 190	
	pour le profil U4/V4 $f = 0,112$	
	pour le profil U3/V3 $f = 0,16$	
q_{ser}	= Résultante superficielle régulière de toutes les contraintes verticales appliquées sur le sommet du tuyau	[N/mm ²]
d	= Diamètre moyen de l'élément porteur $d_n + c$	[mm]
W	= Moment résistant de la paroi de l'élément porteur dans le sens longitudinal	[mm ³]
	$W = \frac{c^2 \cdot l}{6}$	
l	= Longueur de la section de tuyau considérée (1 mm)	[mm]

Un justificatif de déformation pour les tuyaux à comportement rigide n'est habituellement pas indispensable.

5.5.3 Caractéristiques du béton

Pour le béton non armé la résistance du béton à la traction est essentielle aussi pour la résistance à la traction par flexion que pour résistance annulaire à la traction par flexion.

Selon SIA 162 pour le béton jusqu'à B 35/25 = 2,0 N/mm². Comme le béton d'enrobage est généralement de plus mauvaise qualité, nous recommandons de choisir la valeur de $\sigma_{Rbz,adm.} \leq 1,5 \text{ N/mm}^2$.

5.6 Contrôle du calcul statique

Comme prestation de service à nos clients, nous proposons un calcul statique selon SIA 190 édition 2000 pour les tuyaux à comportement élastique. Utilisez pour cela le formulaire de commande du registre 5 ou sous l'adresse www.jansen.com/d/f/techinfo

Les résultats se rapportent uniquement à nos produits. Ce calcul est considéré comme un contrôle, l'exactitude des indications données doit être vérifiée. Pour diverses raisons nous déclinons toute responsabilité pour les conséquences de notre calcul statique.

5.7 Exemples

5.7.1 Tuyaux à comportement souple

Exemple 1:

Données: Tuyau	= JANOlén ottimo SN8
d_n	= 315 mm
Hauteur de recouvrement H	= 3,00 m
E_B	= 3 N/mm ²
γ_E	= 20 kN/m ³
Profil de pose	= U1
Situation	= périphérie routier (cas de charge 1+2+3) sans nappe phréatique sans contrainte additionnelle

Objectif: Justificatifs

Tuyau

Module de déformation	$E_{R,court}$	= 2800 N/mm ²
	$E_{R,long}$	= 700 N/mm ²
Constante de Poisson	μ	= 0,35
Diamètre externe	d_n	= 315 mm
Epaisseur de paroi	e_n	= 10,7 mm
Diamètre interne	d_i	= 293,6 mm
Diamètre moyen	d	= 304,3 mm

Rigidité du système

$$SF_{court} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{R,court}}{E_B} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3 = \frac{2}{3} \cdot \frac{2800}{3} \cdot \left(\frac{10,7}{304,3} \right)^3 = 0,0271 < 0,1$$

$$SF_{long} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{R,long}}{E_B} \cdot \left(\frac{e_n}{d} \right)^3 = \frac{2}{3} \cdot \frac{700}{3} \cdot \left(\frac{10,7}{304,3} \right)^3 = 0,0068$$

$SF_{court} < 0,1 \rightarrow$ comportement élastique

Sollicitations

Du terrain de construction: $q_{s1} = \gamma_E \cdot H = 60,0 \text{ kN/m}^2$

Du trafic routier:

Cas de charge 1+2+3	$\rightarrow q_s = 14,3 \text{ kN/m}^2$
du diagramme 4 avec $H = 3,0 \text{ m}$	
avec coefficient dynamique $\phi = 1,3$	$q_{s2} = \phi \cdot q_s = 18,6 \text{ kN/m}^2$

Calcul de sollicitations
(indication de la contrainte principale):

La valeur calculée est celle de la combinaison des sollicitations principales et secondaires dans le cas le plus défavorable.

Terrain de construction:

$$q_{ds} = q_{s1} \cdot \gamma_Q + q_{s2} \cdot \psi = 60 \cdot 1,5 + 18,6 \cdot 0,8 = 104,9 \text{ kN/m}^2 = 0,105 \text{ N/mm}^2$$

Trafic routier:

$$q_{ds} = q_{s2} \cdot \gamma_Q + q_{s1} \cdot \psi = 18,6 \cdot 1,5 + 60 \cdot 1,3 = 105,9 \text{ kN/m}^2 = 0,106 \text{ N/mm}^2$$

Déterminant: $q_{ds} = 0,106 \text{ N/mm}^2$

Capacité de charge

Sans influence de la nappe phréatique

$$\begin{aligned} q_{ds} &\leq \frac{q_{Bl}}{2} \\ q_{Bl} &= (0,26 - 0,54 \cdot \log SF_{long}) \cdot E_B \cdot \sqrt{SF_{long}} \\ &= (0,26 - 0,54 \cdot \log 0,0068) \cdot 3 \cdot \sqrt{0,0068} \\ &= 0,353 \text{ N/mm}^2 \\ q_{ds} &= 0,106 \text{ N/mm}^2 < 0,177 \text{ N/mm}^2 = \frac{q_{Bl}}{2} \end{aligned}$$

Justificatif de capacité de charge satisfait

Efficacité de fonctionnement

Facteur de charge = 1

$$\begin{aligned} \text{Terrain} \quad q_{ser} &= 60,0 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0,060 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trafic routier} \quad q_{ser} &= 18,6 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0,019 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Contraintes annulaires de flexion

$$\sigma_{Rb} < \sigma_{Rb,adm}$$

$$\sigma_{Rb} = \frac{q_{ser} \cdot d}{2 \cdot F_R} \pm \frac{\left(0,25 - \frac{0,0145}{SF + 0,06} \right) \cdot q_{ser} \cdot d^2 \cdot l}{4 \cdot W}$$

F_R = Surface de la paroi du tuyau en coupe longitudinale
 $= l \cdot e_n = 1 \cdot 10,7 = 10,7 \text{ mm}^2$

W = Moment résistant de la paroi de tuyau dans le sens longitudinal

$$= \frac{1}{6} \cdot e_n^2 \cdot l = \frac{1}{6} \cdot 10,7^2 \cdot 1 = 19,08 \text{ mm}^3$$

La contrainte du terrain en tant qu'influence à long terme

$$\begin{aligned} SF_{\text{long}} &= 0,0068 \\ \sigma_{\text{Rbd}} &= \frac{0,060 \cdot 304,3}{2 \cdot 10,7} \\ &+ \frac{\left(0,25 - \frac{0,0145}{0,0068 + 0,06}\right) \cdot 0,060 \cdot 304,3^2 \cdot 1}{4 \cdot 19,08} \\ &= 3,25 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Rbz}} &= \frac{0,060 \cdot 304,3}{2 \cdot 10,7} \\ &- \frac{\left(0,25 - \frac{0,0145}{0,0068 + 0,06}\right) \cdot 0,060 \cdot 304,3^2 \cdot 1}{4 \cdot 19,08} \\ &= -1,54 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

La contrainte de trafic en tant qu'influence à court terme

$$\begin{aligned} SF_{\text{court}} &= 0,0271 \\ \sigma_{\text{Rbd}} &= \frac{0,019 \cdot 304,3}{2 \cdot 10,7} \\ &+ \frac{\left(0,25 - \frac{0,0145}{0,0271 + 0,06}\right) \cdot 0,019 \cdot 304,3^2 \cdot 1}{4 \cdot 19,08} \\ &= 2,16 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Rbz}} &= \frac{0,019 \cdot 304,3}{2 \cdot 10,7} \\ &- \frac{\left(0,25 - \frac{0,0145}{0,0271 + 0,06}\right) \cdot 0,019 \cdot 304,3^2 \cdot 1}{4 \cdot 19,08} \\ &= -1,61 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Contraintes de terrain et de trafic

$$\sigma_{\text{Rbd}} = 3,25 + 2,16 = 5,41 \text{ N/mm}^2 < 8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{Rbz}} = -1,54 - 1,61 = -3,15 \text{ N/mm}^2 > -8 \text{ N/mm}^2$$

Conditions satisfaites

Déformations:

$$\frac{x}{d} = \frac{0,125}{SF + 0,06} \cdot \frac{q_{\text{ser}}}{E_B} \leq 0,05$$

La contrainte du terrain en tant qu'influence à long terme
 $SF_{\text{long}} = 0,0068$

$$\frac{x}{d} = \frac{0,125}{0,0068 + 0,06} \cdot \frac{0,060}{3} = 0,037$$

La contrainte de trafic en tant qu'influence à court terme
 $SF_{\text{court}} = 0,0271$

$$\frac{x}{d} = \frac{0,125}{0,0271 + 0,06} \cdot \frac{0,019}{3} = 0,009$$

Contraintes de terrain et de trafic:

$$\frac{x}{d} = 0,037 + 0,009 = 0,046 < 0,05$$

Condition satisfaite

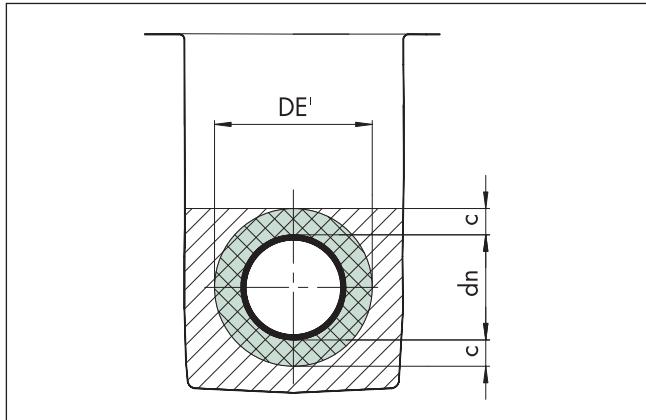
Efficacité de fonctionnement satisfaisante

5.7.2 Tuyaux à comportement rigide (bétonnés)

Exemple 2:

Données: Tuyau = JANOlén bianco S 16
 d_n = 315 mm
 DE' = 515 mm
 c = 100 mm
 Hauteur de recouvrement $H = 3,50 \text{ m}$
 Béton = B25/15
 d' enrobage = $\gamma_B = 24 \text{ kN/m}^3$
 Profil de pose = U4
 Remblai $\gamma_E = 20 \text{ kN/m}^3$
 Situation = périphérie routier (cas de charge 1+2+3)
 sans nappe phréatique
 sans contrainte additionnelle

Objectif: Justificatifs



Sollicitations

Du terrain q_{s1} :

Pour le coefficient de portée voir le point 5.2.4.1

→ Paramètre de tassement et de résistance à la flexion $C_2 = 0,60$
 → Paramètre de portée $C_3 = 0,25$

→ Coefficient de portée $C_1 = C_2 \cdot C_3 = 0,15$

Condition de remblai

$$q_{s1} = A_2 \cdot \gamma_E \cdot H$$

$$A_2 = \text{selon le diagramme 2 (page 55)} = 1,3$$

$$q_{s1} = 1,3 \cdot 20 \cdot 3,5 = 91,0 \text{ kN/m}^2$$

Poids propre q_{SG} :

$$c = 100,0 \text{ mm}$$

$$\text{Poids d'équivalence} = \text{anneau d'enrobage en béton} \quad \pi/4 \cdot (DE^2 - d_n^2) \cdot \gamma_B = 3,1 \text{ kN/m}^2$$

Contrainte de trafic q_{s2} :

Cas de charge 1 + 2 + 3

$$\begin{aligned} &\text{selon le diagramme 4} &= 12,0 \text{ kN/m}^2 \\ &\text{avec } H = 3,5 \text{ m} \rightarrow q_s &= 1,3 \\ &\text{avec le coefficient dynamique } \phi &= 15,6 \text{ kN/m}^2 \\ q_{s2} &= \phi \cdot q_s \end{aligned}$$

Valeur calculée de la résultante (indication de la contrainte principale):

La valeur calculée est obtenue en combinant les contraintes principales et secondaires dans le cas le plus défavorable.

Terrain:

$$\begin{aligned} q_{ds} &= (q_{s1} \cdot \gamma_Q + q_{SG} + \gamma_G + q_{s2} \cdot \psi) \\ &= (91,0 \cdot 1,5 + 3,1 \cdot 1,3 + 15,6 \cdot 0,8) \\ &= 153,0 \text{ kN/m}^2 = 0,153 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Trafic:

$$\begin{aligned} q_{ds} &= (q_{s2} \cdot \gamma_Q + q_{SG} \cdot \gamma_G + q_{s1} \cdot \psi) \\ &= (15,6 \cdot 1,5 + 3,1 \cdot 1,3 + 91,0 \cdot 1,3) \\ &= 145,7 \text{ kN/m}^2 = 0,146 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Déterminant: } q_{ds} = 0,153 \text{ N/mm}^2$$

$$q_{ds}^* = DE' \cdot q_{ds} = 78,8 \text{ N/mm}$$

Capacité de charge

Sans influence de la nappe phréatique

$$q_{ds}^* \leq \frac{ZE \cdot q_{Br}}{1,2}$$

ZE = 7 pour le profil 4

Charge de rupture du sommet du tuyau:

$$q_{Br} = \frac{\sigma_{Rbz, adm} \cdot c^2 \cdot \pi}{3 \cdot (d_n + c)}$$

$$\sigma_{Rbz, adm} = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

$$q_{Br} = \frac{1,5 \cdot 100^2 \cdot \pi}{3 \cdot (315 + 100)} = 37,8 \text{ N/mm}$$

Résistance réduite:

$$q_{R}^* = \frac{ZE \cdot q_{Br}}{1,2} = \frac{7 \cdot 37,8}{1,2} = 220,8 \text{ N/mm}$$

$$q_{ds}^* = 78,8 \text{ N/mm} < 220,8 \text{ N/mm} = q_{R}^*$$

Justificatif de capacité de charge satisfait

Efficacité de fonctionnement

Facteur de charge = 1

$$\begin{aligned} \text{Terrain } q_{s1} &= 91,0 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0,091 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Poids propre } q_{sG} &= 3,1 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0,003 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trafic routier } q_{s2} &= 15,6 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0,016 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Sollicitation à prendre en considération (état d'exploitation):

$$\begin{aligned} q_{ser} &= q_{s1} + q_{s2} + q_{sG} = 0,091 + 0,003 + 0,016 \\ &= 0,110 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Contraintes annulaires de flexion

$$\sigma_{Rbz} < \sigma_{Rbz, adm} = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Rbz} = \frac{f \cdot q_{ser} \cdot d^2 \cdot l}{4 \cdot W}$$

$$f = 0,112 \text{ pour le profil 4}$$

W = Moment résistant de la paroi de tuyau

$$= \frac{1}{6} \cdot c^2 \cdot l = \frac{1}{6} \cdot 100^2 \cdot 1 = 1666 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{Rbz} = \frac{0,112 \cdot 0,110 \cdot (315 + 100)^2 \cdot 1}{4 \cdot 1666} = 0,32 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Rbz} = 0,32 \text{ N/mm}^2 < 1,5 \text{ N/mm}^2 = \sigma_{Rbz, adm}$$

Efficacité de fonctionnement satisfaisante

Le dimensionnement hydraulique a pour objectif de démontrer l'aptitude de la canalisation à évacuer les quantités d'eaux prévisibles et à rester partiellement remplie en présence du débit calculé Q_{Dim} . Le débit calculé Q_{Dim} est une valeur prévisionnelle soigneusement choisie selon le GEP (Plan général de drainage).

Nous vous présentons à la suite des possibilités de dimensionnement d'une section de tuyau. Celles tiennent compte des exigences sur les canalisations selon les normes SIA 190 (édition 2000) et SN 592 000 sur le drainage de propriétés privées (édition 2002).

6.1 Quantités d'eaux usées prévues

6.1.1 Evacuation des eaux usées (Q_{WW}) de propriétés privées

Le calcul des quantités d'eaux usées est identique à celui de la norme SN 592 000 sur l'évacuation des eaux usées de propriétés privées, et repose sur la détermination des appareils branchés sur le circuit et de leur indice de valeur des eaux usées (DU).

L'installation ne sera pas dimensionnée en fonction de la somme de tous les DU. En raison de la non utilisation simultanée de tous les appareils utilisateurs, la charge maximum probable peut être déterminée à l'aide de la formule suivante.

$$Q_{WW} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

Q _{WW} =	Débit d'eaux usées	[l/s]
K =	Indice caractéristique de débit	[-]
$\sum DU$ =	Somme des valeurs d'eaux usées	[l/s]

Indice caractéristique de débit (K)

Les valeurs de débits caractéristiques en fonction des différentes fréquences d'utilisation des appareils évacuateurs d'eaux usées, sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Type de bâtiment	K
Utilisation irrégulière par exemple habitations, pensions, bureaux	0,5
Utilisation régulière, par exemple hôpitaux, écoles, restaurants, hôtels	0,7
Utilisation fréquente, par exemple toilettes et/ou douches publiques	1,0
Utilisation spéciale, par exemple laboratoire	1,2

Recommandation:

Sur la base de l'expérience nous recommandons de donner à K la valeur de 0,5.

Valeurs d'eaux usées (DU)

Appareil évacuateur	DU l/s
Urinoir sans eau	0,1
Urinoir fixe par personne	0,2
Evier, évier mural	0,5
Bidet	
Urinoir à chasse d'eau par pression	
Lavabos muraux d'école	
Bac de toilette avec jusqu'à 3 écoulements	
Séchoir à linge centrifuge jusqu'à 10 kg	
Douche à évacuation permanente	0,6
Siphon de sol DN 50	0,8
Douche à retenue d'eau	0,8
Urinoir à réservoir d'eau	
Baignoire	
Bac de toilette à 4-10 évacuations	
Bassin mural	
Evier de cuisine 1 ou 2 bacs	
Fontaine de toilette à 6-10 évacuations	
Bac de lavage	
Lave-vaisselle foyer normal ¹⁾	
Lave-linge jusqu'à 6 kg	
Siphon de sol DN 56	1,0
Lave-linge 7-12 kg	1,5
Lave-vaisselle commercial	
Siphon de sol DN 70	
Installation de WC réserve d'eau de 6 l	2,0
Installation de WC réserve d'eau de 7,5 l	
Installation de WC réserve d'eau de 9 l	2,5
Evacuation verticale / murale (matières fécales / eaux de nettoyage)	
Lave-linge 13-40 kg	
Appareil à bac enfichable	
Siphon de sol DN 100	2,5
Grande baignoire, bassin de sauna	

¹⁾ On ne tient pas compte du DU d'un lave-vaisselle relié à un piège à odeurs d'un évier simple ou double.

Pour le dimensionnement il faut tenir compte des performances de soupapes de sécurité, des séparateurs de réseaux de conduites, filtres avec levage à contre-courant, etc.

En dessous de 60 DU on ne calcule plus la charge maximale, mais le diamètre minimal (voir point 6.5.1).

6 HYDRAULIQUE

6.1.2 Pluviométrie, évacuation en propriété privée

$$Q_R = r \cdot S_F \cdot A \cdot C$$

Où

Q_R	Débit d'évacuation d'eau de pluie	[l/s]
r	Pluviométrie	[l/s m ²]
S_F	Facteur de sécurité	[·]
A	Surface de pluie effective (projection horizontale)	[m ²]
C	Indice d'évacuation	[·]

Pluviométrie r

Pour l'évacuation des pluies de propriétés privées on se base sur un débit de $r = 0.03 \text{ l/s au m}^2$. Toutefois la quantité peut être de 25 à 50% supérieure suivant les régions.

Facteur de sécurité S_F

Si les eaux de pluies entrant dans un bâtiment (bouchage du système d'évacuation) peuvent entraîner de grands dommages, il faut multiplier le taux de pluie par un facteur de sécurité, (S_F) conformément au tableau suivant.

Le facteur de sécurité doit être déterminé indépendamment de la pluviométrie choisie.

Type de bâtiment	S_F
Bâtiment où une pénétration des eaux de pluie peut entraîner des dommages importants. Exemples: - Halls de fabrication et de stockage - Laboratoires - Centres commerciaux - etc.	1,5
Bâtiments réclamant des mesures de protection exceptionnelles. Exemples: - Hôpitaux / centre médicaux - Théâtres / salles de concert - Musées ou bâtiments où sont conservés des biens culturels particuliers - Centres informatiques et d'ordinateurs ou studios de télévision - Usines / magasins de stockage de l'industrie chimique - Fabriques de munitions - etc.	2,0

Indice d'évacuation C

L'indice d'évacuation C tient compte de la structure des surfaces recevant la pluie et les réductions ou retards des débits d'eaux. Comme les valeurs C sont appliquées exclusivement à des objets individuels, ces valeurs sont supérieures aux valeurs d'indices de débits d'évacuation utilisées dans le plan général de drainage (GEP).

Surface exposée A	C
- Toits inclinés et plats (Indépendamment du matériau et de l'écoulement sur le toit)	1,0
- Places et chemins	
- avec revêtement en gravier	1,0
- avec système écologique (joints en gravier)	0,6
- avec revêtement à capacités de drainage	0,6
- avec pierres permettant le drainage	0,2
- avec dalles alvéolaires	0,2
- Toits plats* avec humus	
Epaisseur de la couche >50 cm	0,1
25 - 50 cm	0,2
10 - 25 cm	0,4
≤10 cm	0,7

* valable uniquement avec des inclinaisons de toit jusqu'à 15° (augmenter C de 0,1, si l'inclinaison est plus importante)

Les jardins, prés et terres cultivées n'influencent pas essentiellement l'évacuation des eaux de pluie. C'est pourquoi il faut en tenir compte uniquement dans les cas justifiés.

6.1.3 Evacuation des eaux usées, évacuation de lotissements

Partout où l'on se trouve confronté à des indications non mesurables, on détermine en général les quantités utiles d'évacuation par temps sec (QTW) en multipliant le nombre d'habitants par la consommation caractéristique $q_{TW} = 0.01 \text{ l/s} \cdot \text{E}$. Ici il faut noter qu'on ne tient pas compte d'eaux usées industrielles.

Les eaux usées ménagères sont formées principalement par l'usage de l'eau d'alimentation. Pour obtenir une approximation on peut donc dire que la quantité d'eaux usées est approximativement la même que la quantité d'eau consommée.

Le nombre d'habitants est comptabilisé en fonction de la population équivalente, des corrections sont faites selon le tableau suivant. Des indications fiables sur les entreprises commerciales et industrielles sont possibles uniquement par des mesures sur place. Là, à par quelques rares exceptions la consommation d'eau est supérieure à la quantité d'eau évacuée. On ne peut faire aucune déclaration sur les variations des quantités d'eaux à évacuer. Qu'elles soient régulières, ponctuelles ou saisonnières.

Les quantités d'eaux supplémentaires provenant d'autres sources doivent être déterminées et on doit en tenir compte.

Equivalence de population

Chiffres comparatifs par rapport aux populations permanentes	
Habitant permanent	1,00
Ecoles (par élève)	0,25
Administrations, bureaux (par personne)	0,30
Hôtellerie	
Hôtel (par lit)	1,00
Restaurant (par siège)	0,30
Très fréquenté	
Auberges de montage, etc. (par siège)	jusqu'à 2,00
Hôpitaux (par lit)	2,00 – 2,50
Entrées	0,25 – 0,35
Sorties	0,65 – 0,75
Camping (par hectare)	80
Maisons et appartements de vacances	0,80

6.1.4 Quantités d'eaux de pluie, évacuation des lotissements

Les bases de mesure hydraulique des quantités de précipitations sont constituées en principe par la valeur prévisionnelle d'évacuation mesurée définie au sein du GEP.

Le calcul des quantités de précipitations est basé sur les données pluviométriques analysées.

Les données pluviométriques sont fonction de la région et de la durée de la pluie.

La détermination des valeurs de mesure est aujourd'hui souvent réalisée par simulation ordinateur.

Une possibilité de détermination grossière des quantités de précipitation est offerte en utilisant le calcul selon Imhoff.

6.1.4.1 Liste de calcul selon Imhoff

A l'aide des relations suivantes, la quantité d'évacuation Q en temps de pluie, sera relevée en un certain point dans la canalisation:

$$Q = r \cdot \psi \cdot F_A \quad [\text{l/s}]$$

$$r = \text{Intensité de la pluie} \quad [\text{l/s ha}]$$

dépendante de: la durée de la pluie
lieu
fréquence

$$\psi = \text{Valeur d'évacuation} (< 1) \quad [-]$$

dépendante de: des constructions
conditions géologiques
déclivité du terrain

$$F_A = \text{Surface de la zone partielle de relevé} \quad [\text{ha}]$$

Pour calculer la quantité de pluviométrie maximale il faut choisir l'intensité de pluie, dont la durée correspond au début de la pluie et à la durée d'écoulement depuis le début de l'égout jusqu'au point de mesure.

Cette règle est toutefois valable uniquement si la zone de prélèvement est à peu près de forme rectangulaire, construite de manière pratiquement homogène et présente des rapports de déclivité à peu près unitaires. Si ces conditions ne sont que partiellement ou pas du tout réunies, il est possible, en fonction des circonstances, que la pluviométrie décrite dans la procédure précédente soit beaucoup plus importante que la pluviométrie réelle si l'on tient compte seulement de la partie inférieure de la surface totale de prélèvement. Dans ce cas le calcul doit être effectué avec l'intensité de pluie dont les délais d'écoulement et de début de durée de pluie correspondent à la limite supérieure de cette partie de surface jusqu'au point de calcul. La somme ainsi réduite de la surface de prélèvement réduite serait, en raison du délai d'écoulement réduit, opposée à une intensité de pluie fortement augmentée, de telle sorte que le produit de ces deux facteurs augmenterait la valeur de quantités pluviométriques. La quantité de pluviométrie maximale de référence est déterminée par la variation des dimensions de la surface de prélèvement définie. Les sections individuelles de canalisation sont calculées pas à pas du haut vers le bas à l'aide de la liste de calcul selon Imhoff.

Si la quantité de pluviométrie calculée de haut en bas n'augmente pas dans une zone quelconque, et même décroît, le dimensionnement de la canalisation doit être réalisé logiquement en fonction de la valeur maximale de pluviométrie calculée pour la section de canalisation supérieure. Après les harmonisations de canalisation on peut en général calculer avec les délais plus longs de début et d'écoulement (en faisant un contrôle éventuel avec les délais courts de pluviométrie, comme le procédé expliqué plus haut). Pour faire une approximation on recommence le calcul après une chute de pluie, mais toutefois la quantité d'eaux, où la décharge se produit, doit être prise en compte en supplément comme une constante.

6.1.4.2 Courbes d'intensité de pluie

Les indications suivantes reposent sur les analyses de bandes de mesure de pluviométrie de l'institut EAWAG de Zurich. On a alors supposé pour simplification que pendant toute la durée des chutes de pluies T_R , la pluie est tombée avec une même intensité r .

L'équation pour l'intensité de pluie est:

$$r = \frac{K_R}{T_R + B_R}$$

$$r = \text{intensité de pluie d'une pluie de durée} \quad [\text{l/s ha}]$$

T_R minutes; en moyenne, r est atteinte ou dépassé toutes les z_R années.

$$K_R = \text{constante locale dépendante} \quad [-]$$

de la fréquence z_R

$$B_R = \text{constante locale} \quad [\text{min}]$$

$$T_R = \text{durée de la précipitation} \quad [\text{min}]$$

$$z_R = \text{nombre d'années où l'intensité } r \text{ est} \quad [-]$$

atteinte une fois ou dépassée

6 HYDRAULIQUE

La fréquence z_R doit être sélectionnée en fonction du type d'occupation des sols (habitations) et en accord avec l'administration de protection des eaux:

- Grandes villes, grande région industrielle,
grande densité d'habitations $z_R = 10 \div 20$
- Villes petites et moyennes $z_R = 10$
- Villages, habitat clairsemé $z_R = 5$

Valeurs $K_R = f(z_R)$							B_R	
Localité	$z_R = \text{nombre d'années}$							en min.
	1	2	5	10	15	20	30	
Altdorf	2480	3520	4620	5560	6150	6600		12
Bâle	2875	3588	4652	5552	6112	6540	7160	8
Berne	4000	4984	6484	7796	8636	9208	10216	12
Davos	1950	2438	3159	3762	4128	4397	4822	10
Lausanne	3159	3810	4760	5560	6068	6394	6978	12
Locarno-Monti	7068	8446	10418	12044	13040	13810	14878	23
Neuchâtel	2650	3289	4131	4770	5144	5409	5782	10
St.Gall	4002	5106	6787	8252	9188	9905	10945	14
Schaffhausen	3000	3840	5130	6240	6940	7530	8340	10
Sion	1050	1382	1821	2160	2347	2347	2679	6
Thun	3886	4873	6361	7616	8413	9004	9886	14
Uster	3400	4280	5590	6705	7408	7935	8710	10
Zurich	3036	3664	4569	5313	5771	6114	6606	8
Como	6342	7636	9525	11079	12056	12766	13813	27

6.1.4.3 Délai d'évacuation

Le délai d'évacuation ou de rétention est le délai nécessaire à l'eau de pluie pour arriver à l'extrémité supérieure de la canalisation d'évacuation à partir des toits, jardins, cours, etc., ou à partir de zones de déclivité environnantes. En règle générale elle est de l'ordre de 5 minutes, dans les zones à grande déclivité de 3 minutes et de 10 minutes en terrain plat..

6.1.4.4 Coefficient d'écoulement

Le coefficient d'écoulement ψ indique la proportion d'eau s'écoulant dans l'égout. Il dépend

- du type d'occupation des sols
- de l'environnement géologique
- de la pente du terrain

Localité	Coefficient d'écoulement ψ
Zones commerciales:	
Zones basses, vieux centres de villes	0,70 – 0,95
Zones avoisinantes	0,50 – 0,70
Zones d'habitation:	
Maisons de campagne	0,25 – 0,40
Maisons individuelles	0,30 – 0,50
Immeubles	0,40 – 0,60
Rangées d'immeubles	0,60 – 0,75
Zones industrielles:	
Construction parsemée	0,50 – 0,80
Construction dense	0,60 – 0,90
Parcs, cimetières	0,10 – 0,25
Zones ferroviaires	0,20 – 0,40
Zones non construites	0,10 – 0,30

6.2 Dimensionnement de la section

6.2.1 Formules d'écoulement

La formule générale d'écoulement est la suivante:

$$Q_{\text{Dim}} = A \cdot v \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Avec:

Q_{Dim}	= écoulement, devant être traité par l'égout	$[\text{m}^3/\text{s}]$
A	= section de tuyau mouillée	$[\text{m}^2]$
v	= vitesse moyenne d'écoulement	$[\text{m/s}]$

Pour déterminer la vitesse d'écoulement dans la canalisation, on dispose fondamentalement de deux formules d'écoulement:

Les formules selon Prandtl-Colebrook ou selon Strickler. Elles sont applicables pour lesdits écoulements normaux (Déclivité des lignes énergétiques = déclivité de sole).

Ces calculs sont des approximations qui comportent des attributs proches de la pratique, et ainsi apportent des solutions proches de la pratique. Ils ne peuvent pourtant jamais livrer de résultats exacts. Il est donc nécessaire de relativiser leurs résultats.

Fondamentalement les formules sont appliquées de la sorte:

Formule de Prandtl-Colebrook pour:

- profils ronds ou similaires à remplissage partiel ou complet (de préférence au moins à moitié pleins)

Formule de Strickler pour:

- pour canalisations à profil rectangulaire et profils rapportés et aussi pour canalisations à très faible remplissage (par exemple pour le contrôle de la vitesse minimale, etc.). Toutefois la formule de Strickler trouve une application dans les canalisations fermées en raison de sa structure simplifiée. La détermination des quantités d'eaux usées comporte souvent de grandes inexactitudes et suppositions. Vu sous cet angle l'application de la formule de Strickler simple est suffisamment exacte.

6.2.1.1 Formule d'écoulement selon Prandtl-Colebrook

$$|v| = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R_h \cdot J_e \cdot \log \left(\frac{k_b}{3,71 \cdot 4 \cdot R_h} + \frac{2,51 \cdot v}{4 \cdot R_h \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R_h \cdot J_e}} \right)}$$

Avec:

v	= vitesse d'écoulement moyenne	$[\text{m/s}]$
g	= gravité terrestre	$[9,81 \text{ m/s}^2]$
R_h	= rayon hydraulique (A/U)	$[\text{m}]$
A	= section d'écoulement mouillée	$[\text{m}^2]$
U	= circonférence mouillée	$[\text{m}]$
J_e	= déclivité des lignes énergétiques	$[-]$
d_i	= diamètre interne des tuyaux	$[\text{m}]$
k_b	= rugosité (selon 6.2.2)	$[1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}]$
ν	= viscosité cinématique	$[1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}]$

6.2.1.2 Formule d'écoulement de Strickler

$$v = K_s \cdot J_s^{1/2} \cdot R_h^{2/3}$$

Avec:

v	= vitesse d'écoulement moyenne	$[\text{m/s}]$
K_s	= coefficient de résistance hydraulique (selon le point 6.2.2)	$[85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}]$
J_s	= déclivité de sol	$[-]$
R_h	= rayon hydraulique (A/U)	$[\text{m}]$

6.2.2 Valeurs caractéristiques du matériau

A côté des valeurs géométriques comme la section et la déclivité, c'est aussi la rugosité de la paroi des tuyaux qui influence les capacités d'écoulement. Sur le thème de la rugosité des parois certaines études ont déjà été réalisées avec différents résultats. On fait la distinction entre la rugosité du matériau, la rugosité des parois et la rugosité de fonctionnement.

Rugosité du matériau

Les matières synthétiques, indépendamment du fait qu'il s'agisse de PP, PE ou de PVC-U, ont une rugosité de 0,007 mm. Cela n'a toutefois rien à voir avec les applications pratiques.

Rugosité des parois

La rugosité des parois agit en commun avec différents facteurs comme par exemple la vitesse du flux et le type turbulence (laminaire, turbulent), ou la température et la viscosité de l'agent (eau). Comme ici encore, des conditions changeantes se produisent dans la pratique, on ne peut pas faire de déclarations valables d'une manière générale. D'autre part la rugosité des parois se rapporte uniquement au tuyau.

Rugosité de fonctionnement

Des recherches ont montré que l'influence de la rugosité de paroi sur le transport hydraulique dans la pratique ne joue souvent dans la pratique qu'un rôle auxiliaire. Le rôle essentiel étant joué par les raccords de tuyaux, voûtes, équipements, sorties et pour une part essentielle les regards à voûte.

Ces influences sont toutefois difficiles dans la pratique à exprimer sous une valeur de calcul.

Ainsi, en fonction de la littérature et des recherches on assiste à une vaste dispersion des valeurs de calcul et recommandations.

Pour Prandtl-Colebrook

d'une manière générale pour tuyaux d'égout en matière plastique avec regards:

$kb = 1,0 \text{ mm}$

autres valeurs:

pour canalisations droites sans regard:
 $kb = 0,5 \text{ mm}$

pour conduites à raccords latéraux et regards:
 $kb = 1,5 \text{ mm}$

Pour Strickler

En général on recommande pour les tuyaux de canalisation une valeur K_s de $85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Bien que les tuyaux en matière plastique possèdent des capacités hydrauliques optimales, on renonce dans la littérature spécialisée à définir une valeur de résistance hydraulique (valeur K_s) pour différents matériaux.

6.2.3 Remplissage partiel

L'influence de la surface de section sur les capacités d'écoulement est déterminée par l'importance de la surface de frottement.

Il en découle que les performances maximales de débit ne sont pas lors du remplissage complet mais avec un remplissage partiel à 85%.

Pour garantir une circulation de l'air dans la canalisation et afin d'empêcher un effet d'aspiration, la canalisation devrait être dimensionnée pour un remplissage partiel. C'est-à-dire que la quantité maximale d'eaux usées peut être éoulée sans que le tuyau ne se remplisse complètement.

Canalisation SIA 190

La norme SIA 190 prévoit de dimensionner la conduite selon un remplissage complet.

Toutefois cela ne représente qu'une valeur de calcul. Sur l'abaque de remplissage partiel (voir page suivante) il devient évident qu'avec un remplissage complet on peut évacuer la même quantité d'eau qu'avec un remplissage partiel d'environ 80%. Avec l'accroissement du niveau d'eau on peut en déduire la quantité d'eau dimensionnée quand on atteint un taux de remplissage de 0,8

Évacuation des eaux usées de sols bâtis SN 592 000

Dans le domaine de l'évacuation des eaux de terrains bâtis on donne pour base de calcul un taux de remplissage partiel de 0,7 (70%).

Abaque de remplissage partiel

A partir de l'abaque de remplissage partiel (voir page suivante) on peut lire la relation de la hauteur de remplissage par rapport au volume ou de la vitesse par rapport au remplissage complet.

Pour un taux de remplissage partiel de 0,7 on obtient un Q% de 85%

6.2.4 Détermination du diamètre nominal

Avec un dimensionnement à remplissage complet, on peut lire directement sur l'abaque d'écoulement des produits, la dimension correspondante à l'aide du volume d'eaux usées connu et de la déclivité connue.

Pour un remplissage partiel ($h\%$) on détermine sur l'abaque de remplissage partiel en premier lieu le facteur de conversion correspondant pour le volume ($Q\%$).

par exemple avec $h = 0,7$ $Q = 0,85$

Le volume à évacuer correspond donc à 85% du remplissage complet (Q_v).

Le calcul de la valeur de dimensionnement Q_v est donc:

$$Q_v = Q / Q\%$$

Avec un taux de remplissage partiel de 0,7:

$$Q_v = Q / 0,85$$

A l'aide de cette valeur Q_v on peut déterminer la dimension de manière semblable à celle du remplissage complet, sur l'abaque d'écoulement correspondant.

6.2.5 Canalisations à forte déclivité

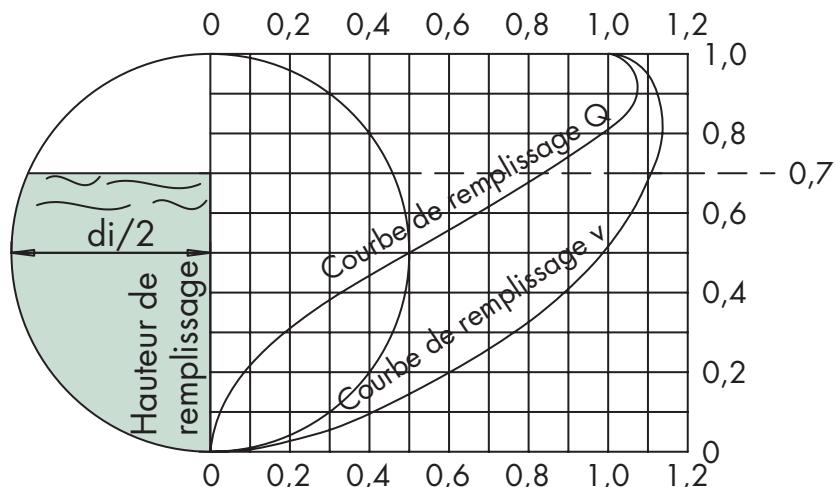
La formation d'un mélange air-eau réclame une section interne des tuyaux élargie.

Pour garantir un remplissage partiel dans des canalisations à forte pente, il faut choisir des diamètres de tuyaux plus importants qui offrent un espace suffisant pour le mélange afin d'éviter les coups de boutoir dans la conduite.

Le diagramme de dimensionnement (page E-80) permet de déterminer directement le diamètre interne. La ligne de séparation A-A indique à partir de quelle pente de tuyau se produit le mélange à air, à condition d'avoir un écoulement maximal toléré. Les pentes latérales maximales admises correspondantes sont situées à environ 7% à 12%, donc dans la plage des déclivités de rues les plus importantes.

Le calcul est effectué avec une rugosité $k_b = 1,0$ mm. L'introduction d'air est fonction de la vitesse d'écoulement et de la profondeur d'écoulement. L'influence de la rugosité de paroi sur ces deux valeurs est décroissante et est compensée dans la zone d'application des canalisations.

Dans le dimensionnement il faut tenir compte éventuellement d'une section d'accélération. Par exemple pour un écoulement hors d'un bassin dans une conduite à forte déclivité la vitesse calculée est obtenu plus tard, c'est à dire que pour le même volume d'écoulement on a besoin nécessairement dans la zone d'accélération d'une dimension plus importante. Pour cette raison il est recommandé d'élargir en fonction la canalisation au début de la conduite à forte pente. Le diagramme de dimensionnement se rapporte au diamètre interne.



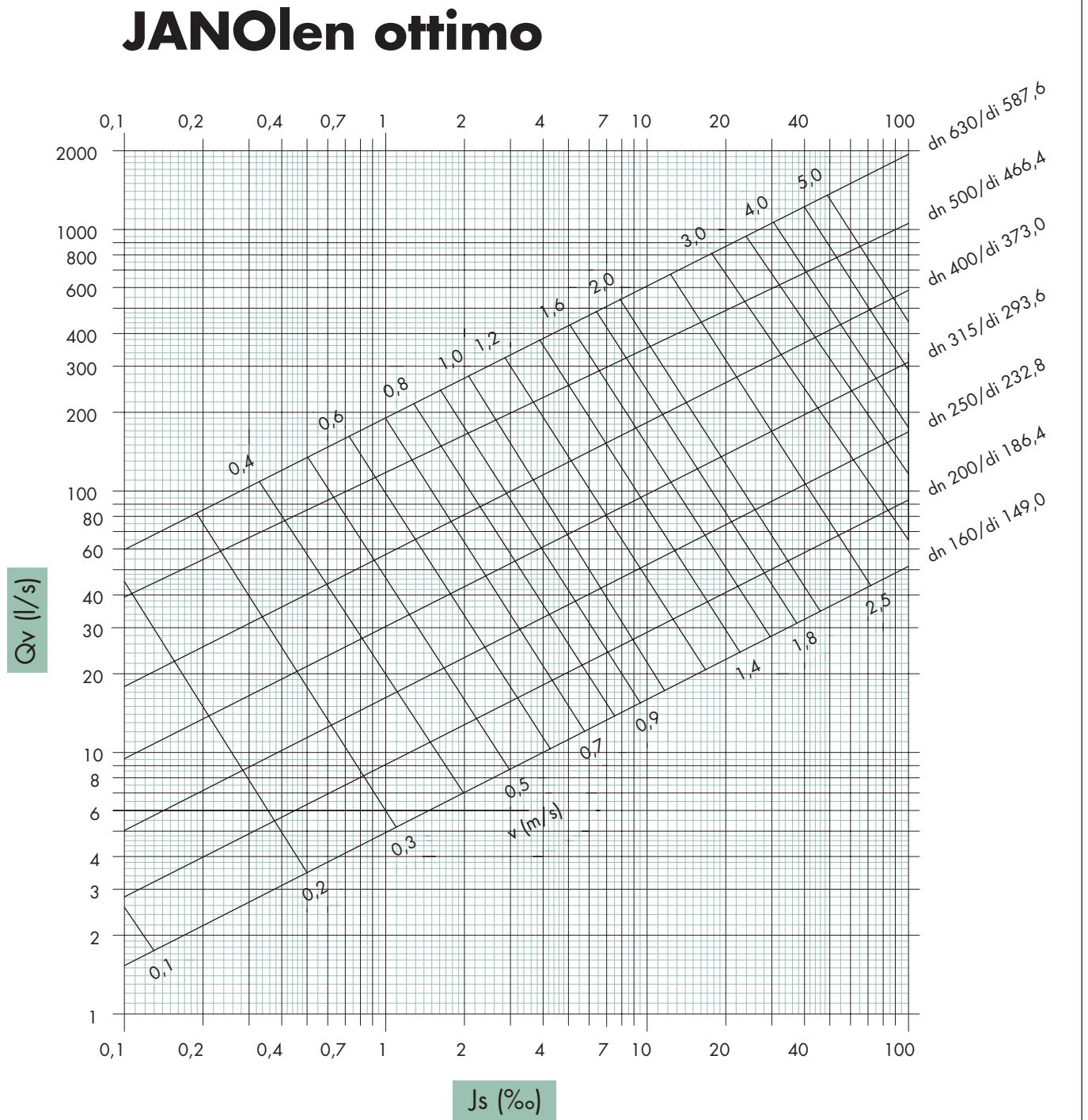
Relation par rapport à Q et v avec un remplissage complet

Abaque de remplissage partiel

6.3 Abaque

6.3.1 Tuyau de canalisation JANOlen ottimo en PP-QD SN 8

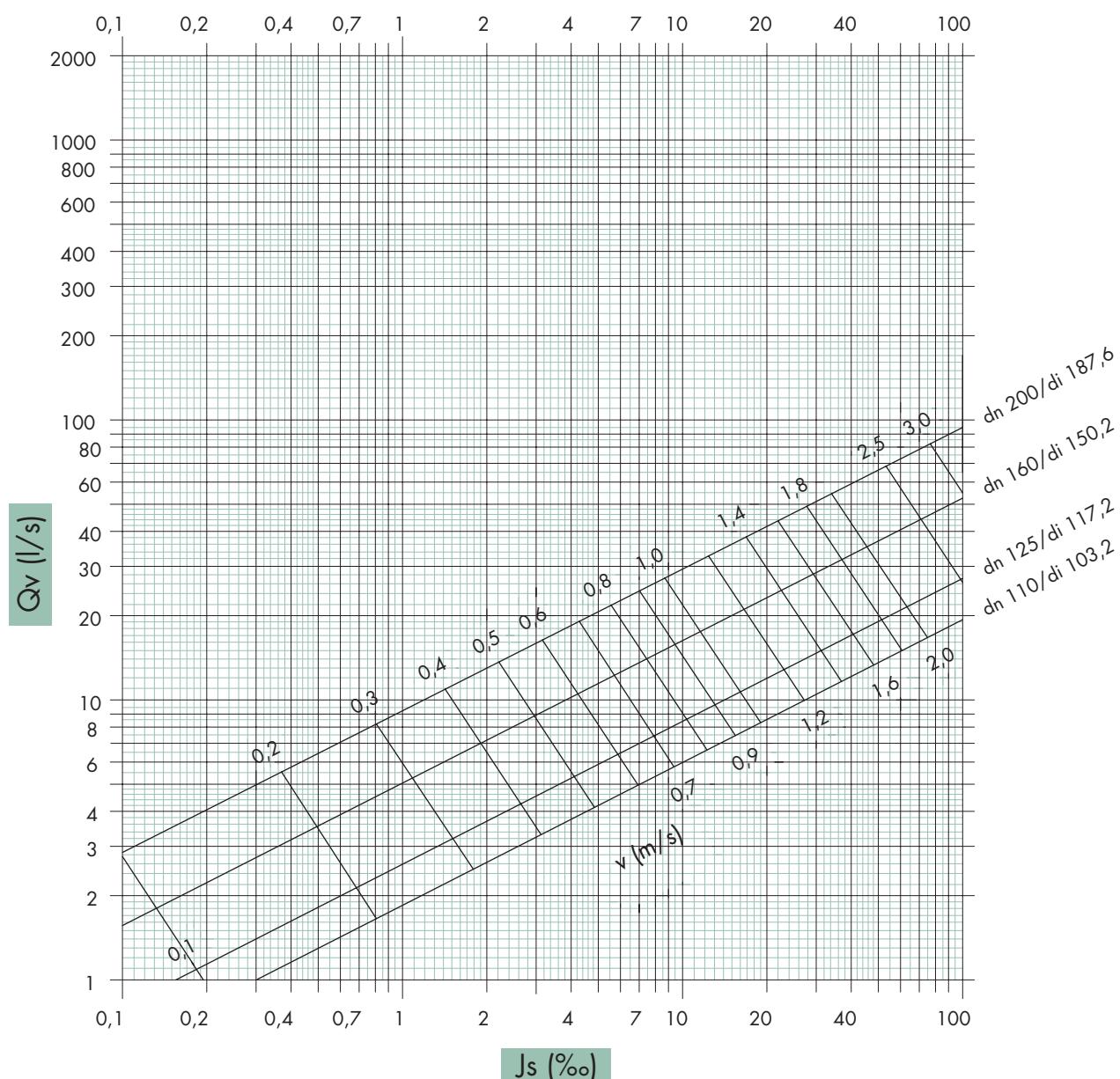
Base: Formule d'écoulement selon Prandtl-Colebrook
Rugosité de paroi fonctionnelle $k_b = 1,0 \text{ mm}$



6.3.2 Tuyau de canalisation JANolen nuovo en PP SN 4

Base: Formule d'écoulement selon Prandtl-Colebrook
 Rugosité de paroi fonctionnelle $k_b = 1,0$ mm

JANolen nuovo



6.3.3 Tuyau de canalisation JANOlén bianco en PE

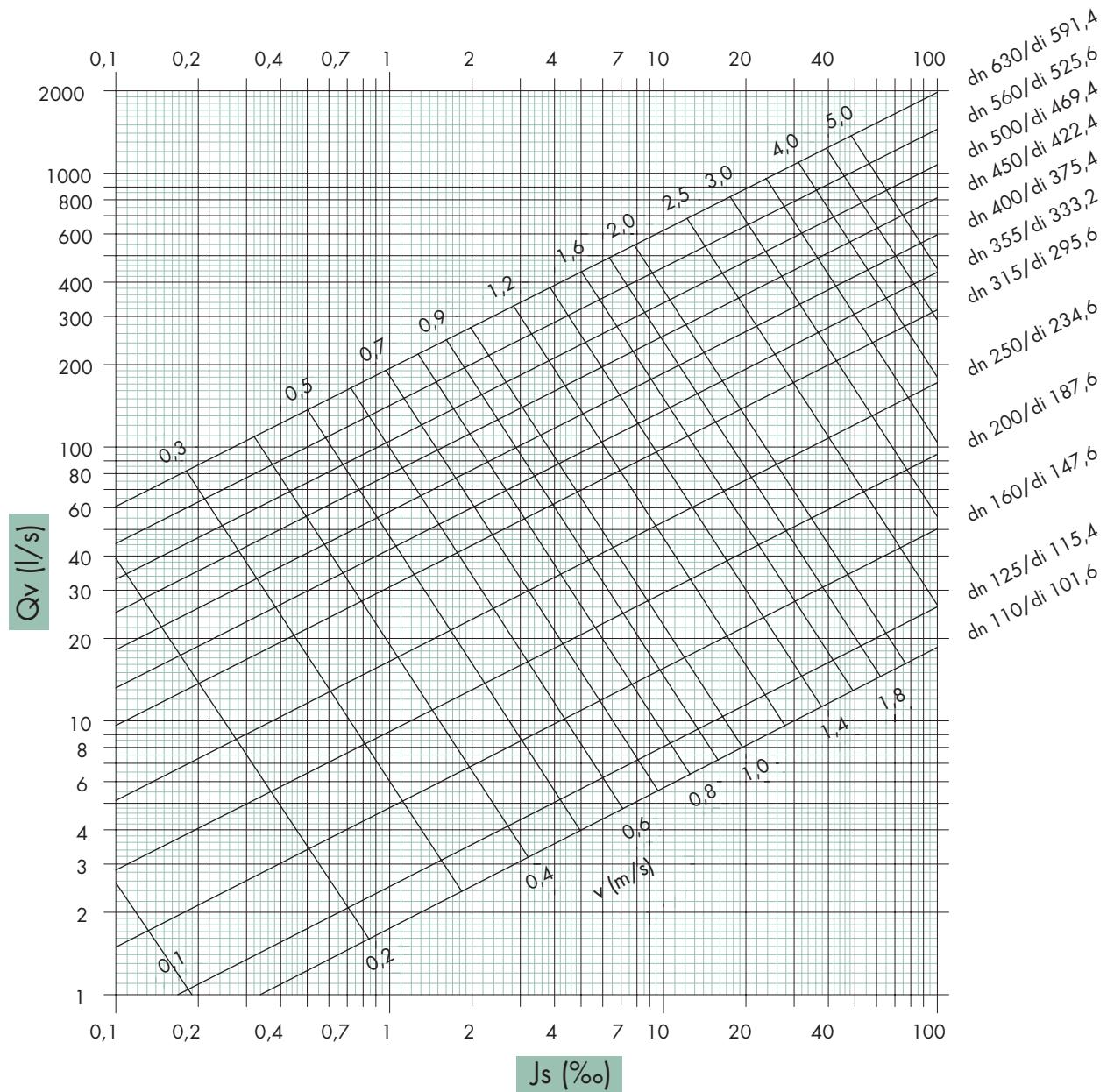
dn 110 – 160 mm série 12,5 SN 4

dn 200 – 630 mm série 16 SN 2

Base: Formule d'écoulement selon Prandtl-Colebrook

Rugosité de paroi fonctionnelle $k_b = 1,0$ mm

JANOlén bianco



6.3.4 Tuyau de canalisation JANOdur triplo en PVC-U

dn 110 – 125 mm SN 4

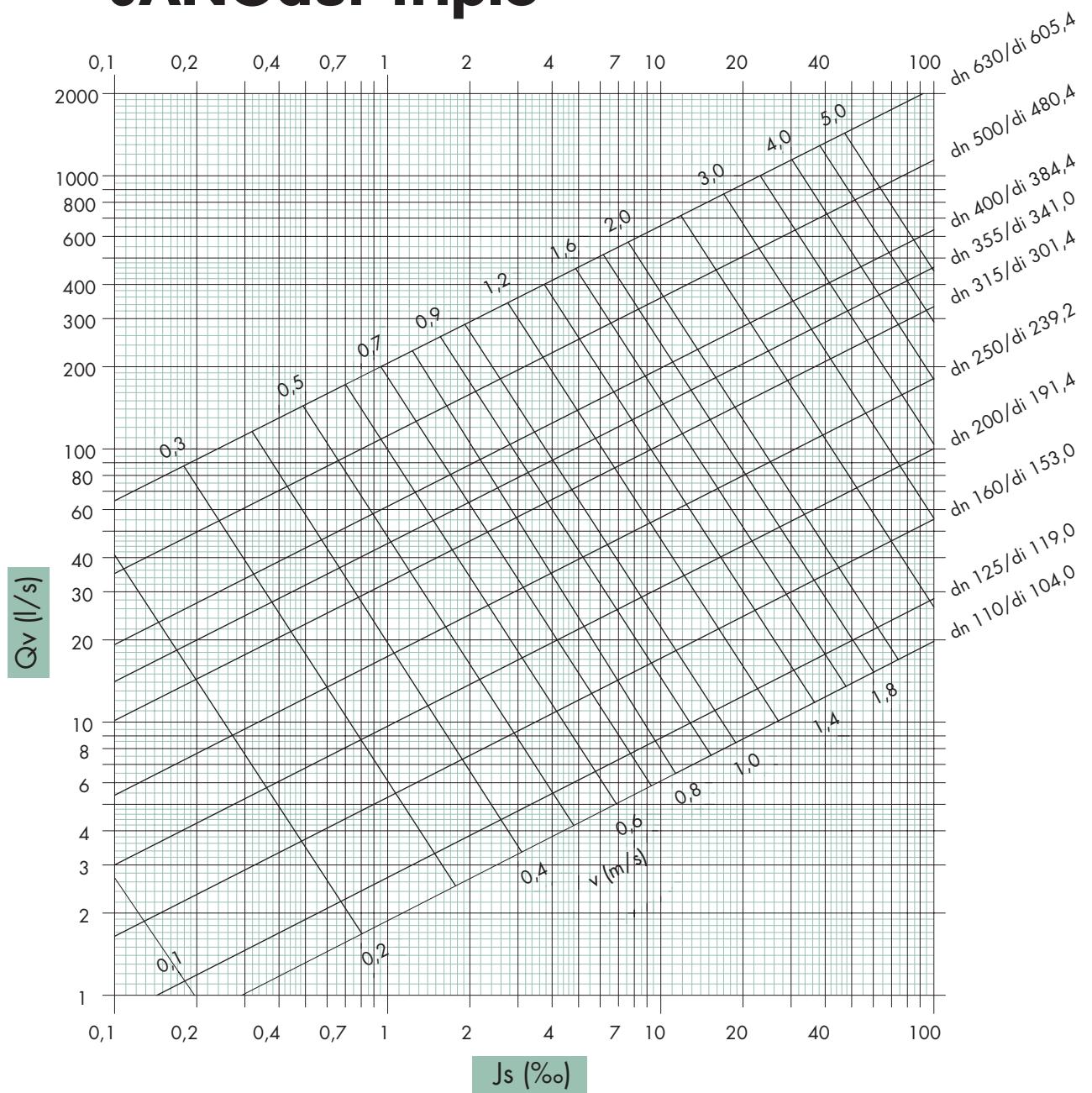
dn 160 – 315 mm SN 2

dn 355 – 630 mm série 25 SN 2

Base: Formule d'écoulement selon Prandtl-Colebrook

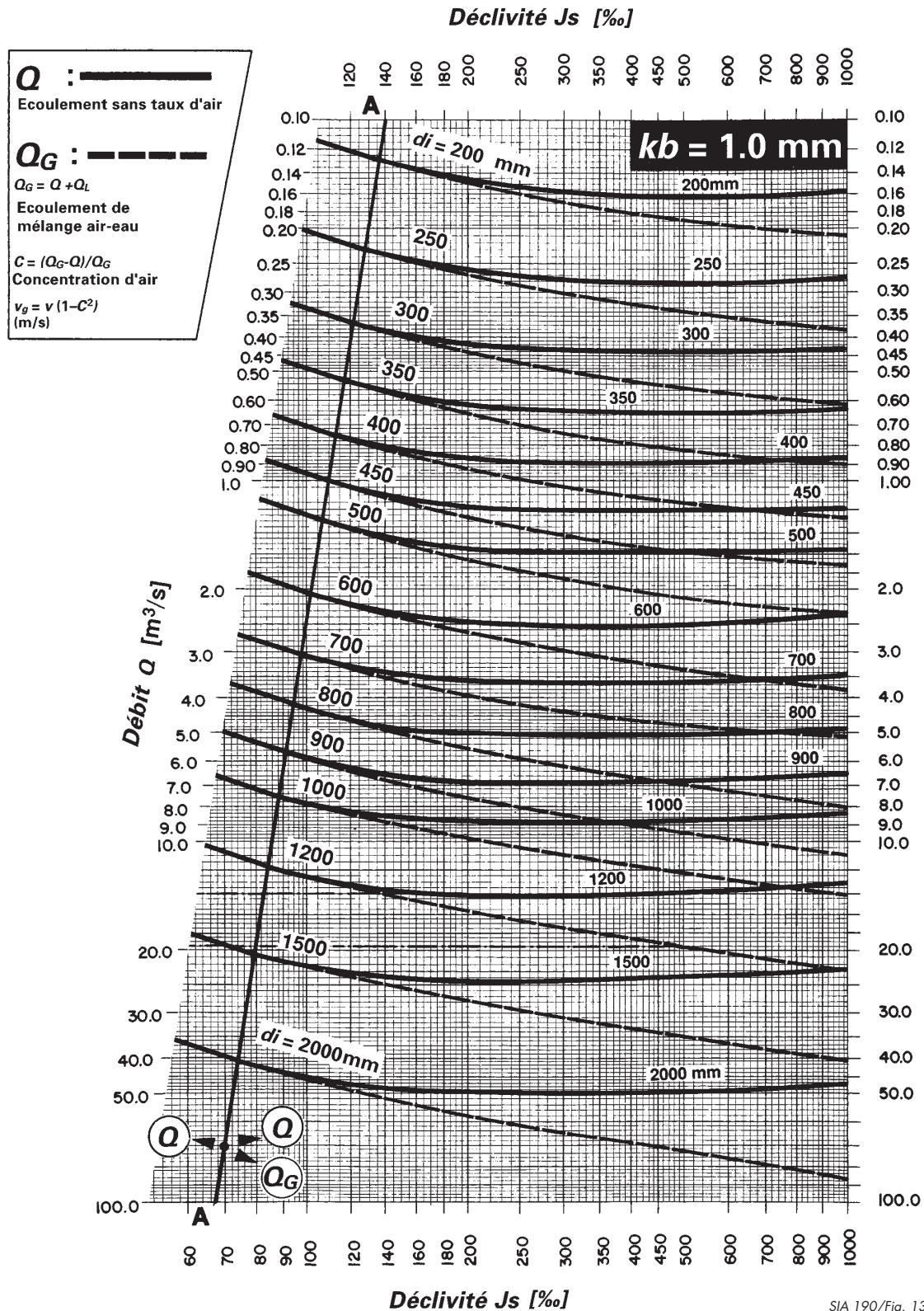
Rugosité de paroi fonctionnelle $kb = 1,0 \text{ mm}$

JANOdur triplo



6.3.5 Abaque de conduite à forte pente

Base: Formule d'écoulement selon Prandtl-Colebrook
Rugosité de paroi fonctionnelle $kb = 1,0 \text{ mm}$



SIA 190/Fig. 13

6.4 Exemple hydraulique

6.4.1 Exemple 1 avec abaque

Détermination du diamètre nominal de canalisation

Données: quantité d'écoulement $Q = 130 \text{ l/s}$
pente $Js = 3.2\%$

Recherche: Dimension JANolen ottimo en PP-QD

Pour des canalisations on dimensionne directement sur un remplissage complet (voir point 6.2.3)

Ainsi on peut lire directement les valeurs sur l'abaque pour JANolen ottimo (point 6.3.1).

Avec $Q = 130 \text{ l/s}$ et $Js = 32\%$ on obtient la dimension indispensable de $d_n = 315 \text{ mm}$.

6.4.2 Exemple 2 par le calcul

Données: JANolen ottimo en PP-QD
 $d_n = 315 \text{ mm}$; $di = 293,6 \text{ mm}$
 $Js = 3,5\%$

Recherché: Ecoulement Q

Selon Prandtl-Colebrook, par le calcul

$$Q = v \cdot A$$

$$A = \frac{di^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0,294^2 \cdot \pi}{4} = 0,068 \text{ m}^2$$

$$|v| = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot Rh \cdot Js \cdot \log \left(\frac{kb}{3,71 \cdot 4 \cdot Rh} + \frac{2,51 \cdot v}{4 \cdot Rh \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot Rh \cdot Js}} \right)}$$

Avec:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$Rh = \frac{di}{4} = 0,073 \text{ m} \text{ (remplissage complet)}$$

$$Js = 0,035$$

$$kb = 0,001 \text{ m}$$

$$\psi = 1,3 \cdot 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$|v| = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot 9,81 \cdot 0,073 \cdot 0,035} \cdot$$

$$\log \left(\frac{0,001}{3,71 \cdot 4 \cdot 0,073} + \frac{2,51 \cdot 1,3 \cdot 10^6}{4 \cdot 0,073 \cdot \sqrt{8 \cdot 9,81 \cdot 0,073 \cdot 0,035}} \right)$$

$$|v| = 2 \cdot 0,4490 \cdot \log (918,0 \cdot 10^{-6} + 24,75 \cdot 10^{-6})$$

$$|v| = 0,898 \cdot (-3,025) \rightarrow v = 2,72 \text{ m/s}$$

$$Q = v \cdot A = 2,72 \cdot 0,068 = 0,184 \text{ m}^3/\text{s} = 184 \text{ l/s}$$

Conformément à SIA 190, Q_{complet} correspond à un taux de remplissage de 80%.

6.4.3 Exemple 3, terrain bâti

Détermination de diamètre nominal pour l'écoulement d'un terrain bâti

Données: quantité d'écoulement $Q = 15 \text{ l/s}$
déclivité $Js = 1.4\%$

Recherché: dimension JANolen nuovo en PP

Pour les évacuations de terrains bâties on dimensionne à partir du taux de remplissage partiel de 0,7:

A partir de l'abaque de remplissage partiel (voir point 6.2.4) on lit pour $h = 0,7$ la valeur $Q\% = 0,85$.

Le Q_v indispensable au dimensionnement du tuyau est calculé de la façon suivante : $Q_v = Q / Q\% = 15 / 0,85 = 17,6 \text{ l/s}$

Sur l'abaque du JANolen nuovo (point 6.3.2) on peut lire la dimension nécessaire.

Avec $Q = 17,6 \text{ l/s}$ et $Js = 14\%$ on obtient la dimension recherchée de $d_n = 160 \text{ mm}$.

6.4.4 Exemple 4 pour conduite à forte déclivité

Détermination du diamètre nominal pour conduite à forte pente

Données: quantité d'écoulement $Q = 470 \text{ l/s}$
déclivité $Js = 45\%$

Recherche: dimension du JANolen bianco en PE avec un taux de remplissage partiel de 0,6

A partir de l'abaque de remplissage partiel (voir point 6.2.4) on lit pour $h = 0,6$ la valeur $Q\% = 0,68$.

Le Q_v indispensable au dimensionnement du tuyau est calculé de la façon suivante:

$$Q_v = Q / Q\% = 470 / 0,68 = 691 \text{ l/s} = 0,7 \text{ m}^3$$

Entrée de la conduite à forte déclivité (point 6.3.5)

Sur l'abaque de conduite à forte pente, on peut lire pour $Js = 450\%$ les éléments suivants:

- Avec un diamètre interne de 350 on peut obtenir un écoulement sans mélange d'air d'environ $0,66 \text{ m}^3$ (ce qui correspond à un volume de mélange total de $Q_G = 0,82 \text{ m}^3$).
- Avec un diamètre interne de 400 on peut obtenir un écoulement sans mélange d'air d'environ $0,90 \text{ m}^3$ (ce qui correspond à un volume de mélange total de $Q_G = 1,15 \text{ m}^3$).

L'abaque se rapporte au diamètre interne du tuyau.

JANolen bianco de $d_n = 400 \text{ mm}$ possède un di de $375,4 \text{ mm}$.

A partir de l'interpolation des valeurs ci-dessus on peut estimer qu'ainsi environ $0,70 \text{ m}^3/\text{s}$ peuvent être écoulés sans mélange d'air.

Ainsi $Q > Q_v$ remplit la condition: $0,80 > 0,70 \text{ m}^3/\text{s}$

Selon les précautions prises pour le choix du taux de remplissage partiel, il est conseillé de tenir compte éventuellement d'une réserve supplémentaire.

Dimension sélectionnée JANolen bianco de $d_n = 400 \text{ mm}$.

6.5 Conditions limites de normes

Dans la SN 592 000 sur l'évacuation de terrains bâtis (édition 2002) et la norme SIA 190 (édition 2000) sont définies certaines conditions limites qui doivent être prises en compte lors de calculs hydrauliques.

6.5.1 Diamètres nominaux minimums, pour l'évacuation de terrains bâtis

Conformément à la SN 592 000 il ne faut pas utiliser des diamètres inférieurs aux diamètres nominaux minimal suivants:

Canalisation principale:

Au moins DN 100, toutefois le DN des conduites auxiliaires correspond à d_n 110 mm pour les tuyaux en matières plastiques.

Canalisation de raccordement du terrain:

DN 125 pour une maison individuelle, correspond à d_n 125 mm pour les tuyaux en matières plastiques

DN 150 pour un immeuble, correspond à d_n 160 mm pour les tuyaux en matières plastiques

6.5.2 Diamètres nominaux minimum de canalisation

Conformément à SIA 190 édition 2000, le diamètre nominal moyen des tuyaux en zone d'habitation est de 250 mm

6.5.3 Evacuation de terrains bâtis en pente

La norme SN 592 000 recommande pour l'évacuation des terrains bâtis les valeurs suivantes selon les pentes minimales et maximales:

Type de conduite	Pente en % mini.	Pente en % idéale	Pente en % maxi.
Conduites d'évacuation d'eaux usées jusqu'au DN 200 (conduites de raccordement principales et de terrains bâtis)	2	3	5
Conduites d'évacuation d'eaux usées de DN supérieur à 200 (conduites de raccordement principales et de terrains bâtis)	1,5	3	5
Conduites d'évacuation des eaux de pluie	1	3	5
Conduites de drainage	0,5	0,5	1

Diam. nominal	Diamètre interne mini. suivant la norme	PP-QD JANolen ottimo	PP JANolen nuovo	PE JANolen bianco		PVC-U JANOdur triplo
				S 12.5	S 16	
DN	ID min [mm]	d_n/di	d_n/di	d_n/di	d_n/di	d_n/di
100	96			110/103.2	110/101.6	110/104.0
125	113			125/117.2	125/115.4	125/119.0
150	146	160/149.0	160/150.2	160/147.6		160/153.0
200	184	200/186.4	200/187.6		200/187.6	200/191.4
250	230	250/232.8			250/234.6	250/239.2
300	290	315/293.6			315/295.6	315/301.4

6 HYDRAULIQUE

6.5.4 Canalisation en pente

Dans la norme SIA 190 aucune pente minimale n'est définie, par contre il existe une vitesse d'écoulement minimale.

6.5.5 Vitesse d'écoulement minimale

La norme SIA 190 réclame à la canalisation les exigences minimales suivantes:

Pour éviter les dépôts les vitesses d'écoulement minimales suivantes sont indispensables.

jusqu'au di	400 mm	$v_{min} = 0.6 \text{ m /s}$
	400 – 1000 mm	$v_{min} = 0.8 \text{ m /s}$
supérieurs	1000mm	$v_{min} = 1.0 \text{ m /s}$

6.5.6 Charge d'écoulement admissible (Q maxi.) pour canalisations hors de bâtiments

Calculées conformément à SN 592 000 selon Prandtl-Colebrook avec une rugosité fonctionnelle $kb = 1 \text{ mm}$ et un remplissage h/ID de 0,7

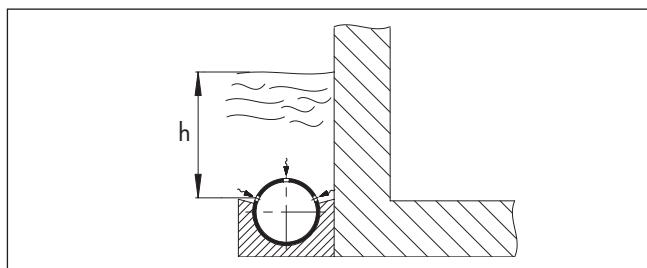
Charge d'écoulement admissible Q maxi. (l/s)									Diam. nominal d_n
Déclivité (tenir compte de la pente minimale)									
1%	1.5%	2%	2.5%	3%	3.5%	4%	4.5%	5%	
4.2	5.1	5.9	6.7	7.3	7.9	8.4	8.9	9.4	110
6.8	8.3	9.6	10.8	11.8	12.8	13.7	14.5	15.3	125
12.8	15.7	18.2	20.3	22.3	24.1	25.8	27.3	28.8	160
23.7	29.1	33.6	37.6	41.2	44.5	47.6	50.5	53.3	200
44.9	55.0	63.6	71.1	77.9	84.2	90.0	95.5	100.7	250
80.6	98.8	114.2	127.7	140.0	151.2	161.7	171.5	180.8	315

6.6 Capacités d'absorption des conduites de drainage

Les capacités d'absorption des conduites de drainage dépendent de la surface de pénétration de l'eau et de la hauteur du niveau d'eau moyen.

La vitesse d'arrivée de la nappe d'eau est ignorée. On tient compte d'une perte de pénétration dans les trous de pénétration.

Ce calcul est une estimation grossière. On ne peut tenir compte de l'influence des blocages en pierre ou des matériaux de terrain. D'autre part il faut s'assurer que la section de la conduite de drainage est apte à évacuer les quantités d'eaux accumulées.



Quantité d'eau maximale pouvant pénétrer dans les tuyaux:

$$Q_{zu} = \alpha \cdot A_s \sqrt{2g \cdot h}$$

α = Facteur de perte d'entrée ou de sortie ~ 0,5, choisi faible afin de pouvoir tenir compte d'autres pertes (par exemple pertes dues aux tuyaux).

$Q_{femé}$ = Volume accumulé par mètre [l/s]

A_s = Surface de pénétration de l'eau par mètre suivant le tableau [dm²/m']

g = Gravité terrestre ~9,8 m/s² = ~100 [dm/s²]

h = Hauteur différentielle entre la hauteur d'accumulation et la moyenne d'entrée/sortie [dm]

Répartition des trous de drainage

Diamètre nominale	nombre de rangées de trous	nombre de trous	diamètre des trous	Surface de pénétration de l'eau A_s	PP-QD ottimo	PP nuovo	PE bianco	PVC-U triplo
d_n		/m'	mm	dm ² /m'	Disponibilité sur demande	✓	✓	✓
110	3	15	12	0,17		✓	✓	✓
125	3	15	12	0,17		✓	✓	✓
160	4	20	12	0,23		✓	✓	✓
200	5	25	12	0,28		✓	✓	✓
250	5	25	12	0,28		✓	✓	✓
315	6	30	12	0,34		✓	✓	✓
355	6	30	12	0,34		✓	✓	✓
400	6	30	12	0,34		✓	✓	✓

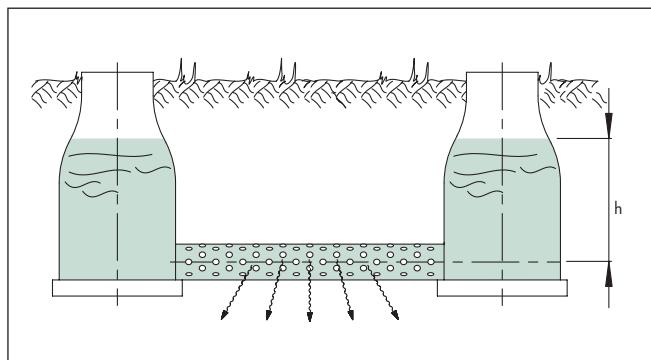
6.7 Volumes d'évacuation pour les tuyaux d'infiltration

Le calcul de la quantité d'eau maximale pouvant pénétrer dans les tuyaux par l'intermédiaire des trous est effectué comme sous 6.6.

Toutefois il faut tenir compte du fait que les capacités d'absorption du sol et les capacités d'évacuation des conduites sont limitées.

Distribution des trous de tuyaux d'infiltration:

Diam. nominal	Nombre de trous	Diam. des trous	Surface de pénétration de l'eau A	PVC-U tripto
d_n	/m'	mm	dm ² /m'	
160	213	12	2,4	sur demande
200	213	12	2,4	sur demande
250	213	12	2,4	sur demande
315	425	12	4,8	sur demande
355	425	12	4,8	sur demande
400	425	12	4,8	sur demande



Jansen SA

Usine de tubes d'acier, fabrication
de produits thermoplastiques
CH-9463 Oberriet SG
Tél. +41 (0)71 763 91 11,
Fax +41 (0)71 761 27 38
www.jansen.com
kunststoffwerk@jansen.com



JANSEN