

VOLUME I: SYSTÈMES DE TUYAUTERIE DE PROCÉDÉS EN VINYLE

MANUEL
INDUSTRIEL TECHNIQUE

HUITIÈME ÉDITION

SYSTÈMES DE TUYAUTERIE
DE PROCÉDÉS EN VINYLE D'IPEX

- PVC Xirtec^{MD} Schedule 40
- PVC Xirtec^{MD} Schedule 80
- PVCC Xirtec^{MD}



IPEX
par **aliaxis**

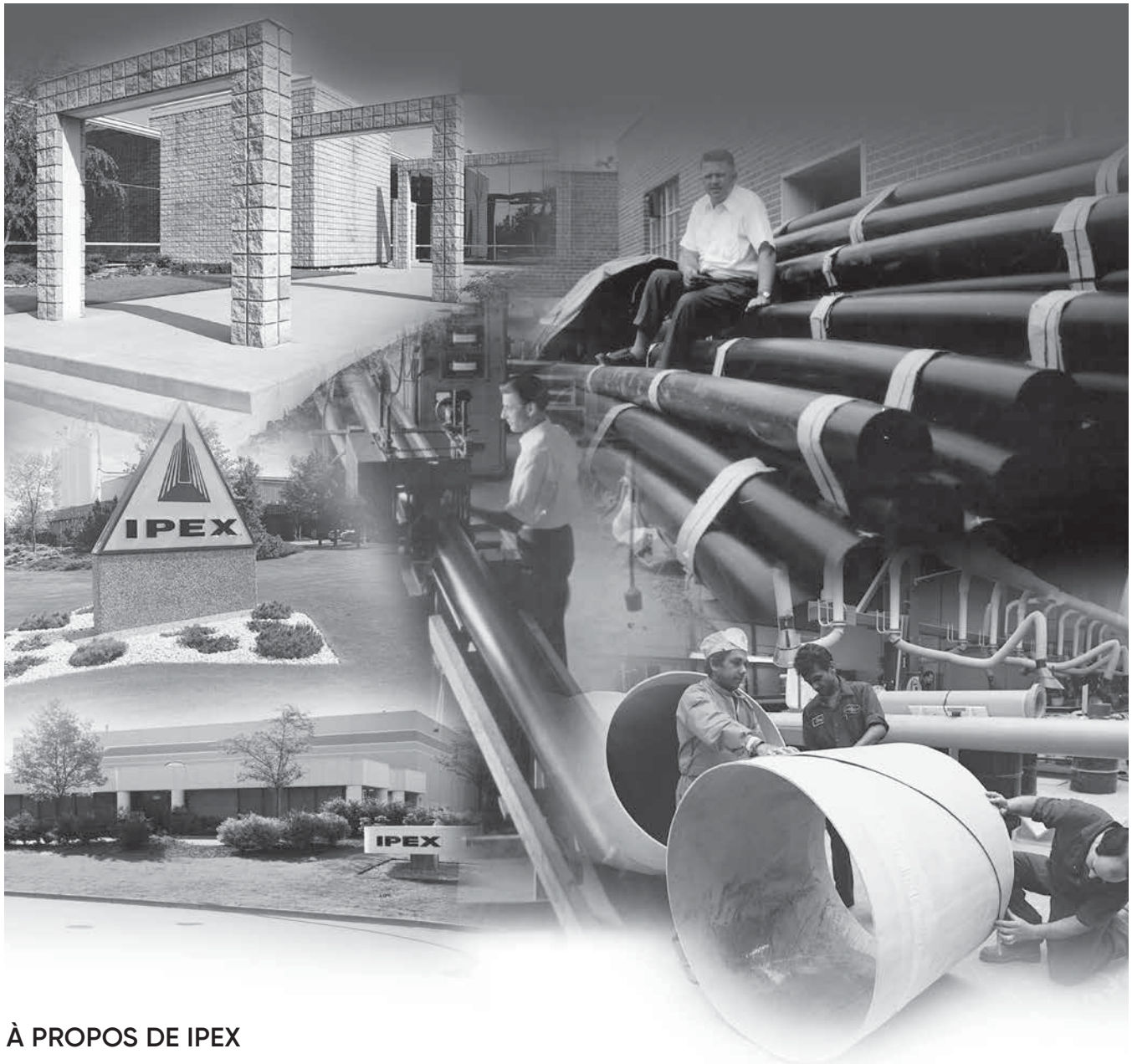
Systèmes de tuyauterie de procédés en vinyle

Série de manuels industriels techniques

Vol. 1, 8ème édition

© 2023 par IPEX. Tous droits réservés. Ce manuel ne peut être reproduit, en tout ou partie, par quelque procédé que ce soit, sans autorisation écrite préalable.

Pour information, contacter : IPEX Inc, 1425 North Service Rd. East, Unit 3
Oakville, Ontario, L6H 1A7.



À PROPOS DE IPEX

Chez IPEX, nous fabriquons des tuyaux et raccords non métalliques depuis 1951. Nous formulons nous-mêmes la plupart de nos composés et nous appliquons des normes de contrôle de qualité rigoureuses durant la fabrication. Nos produits sont ensuite mis à la disposition des clients dans toute l'Amérique du Nord par l'intermédiaire d'un réseau d'entrepôts régionaux. Nous offrons un large éventail de systèmes, comprenant des gammes complètes de tuyaux, raccords et robinets, ainsi que de produits fabriqués sur mesure.

Plus important encore : nous nous engageons à satisfaire entièrement les besoins de notre clientèle. En tant que chef de file de l'industrie des tuyauteries en matière plastique, IPEX ne cesse de développer de nouveaux produits, de moderniser ses installations de fabrication et d'acquiescer des technologies de procédés innovatrices. En outre, notre personnel est fier du travail qu'il accomplit en mettant à la disposition de notre clientèle ses connaissances étendues des matériaux thermoplastiques, ainsi que son expérience sur le terrain. Le personnel de IPEX s'est engagé à améliorer la sécurité, la fiabilité et les performances des matériaux thermoplastiques. Nous sommes actifs au sein de plusieurs comités de normalisation et nous sommes membres des organisations indiquées sur cette page et/ou en conformité avec leurs exigences.

Pour plus de détails sur un produit IPEX particulier, contacter notre service à la clientèle.



MESSAGES RELATIFS À LA SÉCURITÉ

Les thermoplastiques techniques, matériaux inertes et sûrs, ne représentent aucun danger notable pour la sécurité ou l'environnement lorsqu'on les manipule ou les installe. Cependant, lorsqu'ils sont mal installés, il peut y avoir blessures corporelles et/ou dommages à la propriété. Il est important de reconnaître les messages relatifs à la sécurité apparaissant dans ce manuel et d'en tenir compte.

Les messages relatifs à la sécurité sont décrits ci-après :



Ce symbole de mise en garde sur la sécurité est utilisé dans ce manuel pour attirer l'attention sur des messages importants concernant la sécurité. Lorsqu'on voit ce symbole, être conscient du risque de blessures et lire puis bien comprendre le message qui suit.



AVERTISSEMENT

Le terme «AVERTISSEMENT» se rapporte à un danger ou à une pratique dangereuse pouvant entraîner des blessures graves ou mortelles, lorsqu'on ne suit pas les directives, y compris les précautions recommandées.



ATTENTION

Le terme «ATTENTION» se rapporte à un danger ou à une pratique dangereuse pouvant entraîner des blessures légères ou des dommages au produit ou à la propriété, lorsqu'on ne suit pas les directives, y compris les précautions recommandées.

Note: on utilise le terme «NOTE» pour donner des consignes particulières, qui ont de l'importance mais ne se rapportent pas à un danger quelconque.

Le message suivant s'applique aux matériaux traités dans ce manuel.



AVERTISSEMENT

- NE JAMAIS utiliser d'air ou de gaz comprimés dans des tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF.
- NE JAMAIS utiliser d'air ou de gaz comprimés, ni de dispositif de surpression pneumatique, pour l'épreuve de tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF.
- N'UTILISER les tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF que pour de l'eau et des produits chimiques approuvés.

AIR / GAZ



L'utilisation d'air ou de gaz comprimés dans des tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF peut provoquer une rupture par explosion et causer des blessures graves ou mortelles.

NOTES

TABLE DES MATIÈRES

Systèmes de tuyauterie de procédés en vinyle

À propos de IPEX

Messages relatifs à la sécurité..... i

Section Un: Renseignements généraux

Vue d'ensemble 1

Avantages 2

Description des matériaux 4

Applications..... 5

– Tuyauteries de procédés industriels

– Pâtes et papiers

– Transformation des aliments

– Traitement des eaux et des eaux usées

– Irrigation

Section Deux: Conception des tuyauteries de drainage et de procédés

Introduction..... 7

Méthode de conception 8

Définition des critères de conception du système..... 8

Dimensionnement du système..... 8

A. Limites de pression 8

B. Limites de température..... 23

C. Relation pression/température 23

Éléments de conception 24

Dilatation et contraction..... 24

Coup de bélier / Pointe de pression 32

Conductivité thermique..... 33

Utilisation sous vide..... 34

Déflexion..... 37

Drainage..... 37

Raccords 38

Robinets 40

Section Trois: Installation

Introduction..... 43

Manutention et stockage 44

Exposition prolongée à l'extérieur..... 44

Méthode d'assemblage – Collage au solvant 45

Directives de collage au solvant des tuyaux et raccords en PVC et PVCC.. 47

Méthodes d'assemblage – Filetage 54

Caractéristiques.....	54
Outils et équipements	54
Filetage d'un tuyau	55
Directives d'installation	55
Méthodes d'assemblage – Raccordement par brides.....	57
Introduction.....	57
Dimensions.....	57
Directives d'installation	57
Directives d'installation des troupes de brides Xirtec PVCC à pression maximale	59
Méthodes d'assemblage – Rainurage pour roulage ou rainurage par taillage (PVC seulement)	61
Introduction.....	61
Caractéristiques.....	61
Directives d'installation	61
Supports et dispositifs de retenue	63
Poussée.....	63
Principes généraux de support	63
Support des tuyauteries	64
Installation des tuyauteries souterraines	69
Introduction.....	69
Préparation d'une tranchée.....	69
Profondeur de tranchée.....	69
Fond de tranchée	70
Mise en place de la tuyauterie	70
Serpentement de la tuyauterie	70
Assemblage.....	70
Absorption des forces de poussée.....	70
Remblayage initial.....	71
Essai du système	71
Compactage du matériau de remblai final.....	71
Essai	72
Essai sous pression au chantier.....	72
Méthode d'épreuve hydraulique.....	72
Réparations.....	73
Réparations d'installations souterraines.....	73
Réparation des joints	73
Réparation d'un joint de tuyauterie thermoplastique.....	74
Considérations relatives à l'installation.....	76

Air emprisonné	76
Lumière ultraviolette	77
Ozone	77
Résistance chimique	77
Chauffage par traçage	77
Piquages direct	78
Électricité statique	78

Section Quatre: Produits de tuyauterie à usage spécialisé

Tubage de puits en PVC – ASTM F480	81
Conduits de ventilation en PVC et PVCC	81

Section Cinq: Spécifications

Normes	85
Organismes de normalisation	85
Normes applicables	85
ASTM	85
NSF International	88
CSA International	88
NFPA/UL/ULC/ASTM – Combustion	88
Spécifications des produits	89
Xirtec PVC Schedules 40 et 80	89
Tuyaux industriels en PVCC Xirtec Schedules 40 et 80 et raccords en PVCC Schedule 80	89
Trousse de bride à pression maximale en PVCC Xirtec ^{MD}	90
Tuyaux à pression en PVC SDR	91
Tuyaux pour conduits de ventilation en PVC	91
Tuyaux pour conduits de ventilation en PVCC	91
Tuyaux d'évacuation avec mise à l'air libre (DWV)	92
Raccords préfabriqués	93
Collage au solvant	94

Section Six: Annexes

Annexe A: Tableaux de référence et de conversion	95
Annexe B: Formules utiles	95
Annexe C: Glossaire	107
Annexe D: Abréviations	112
Annexe E: Tableaux et figures	114

NOTES

SECTION UN: RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

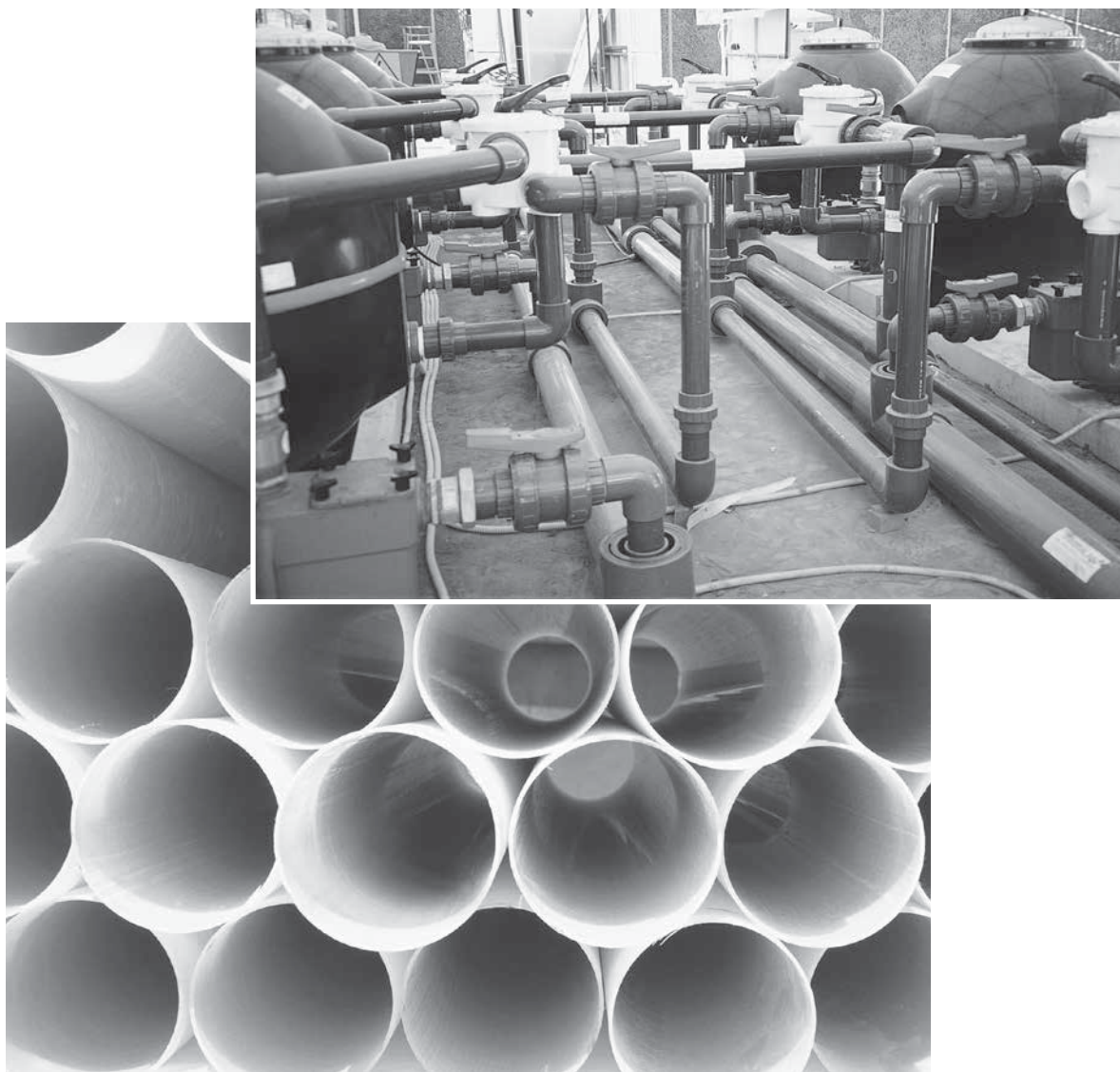
VUE D'ENSEMBLE

Ce manuel contient les informations les plus récentes et les plus complètes sur les systèmes de tuyauterie de procédés en vinyle, produits par IPEX. Tous les aspects des thermoplastiques ont été traités, en ne perdant pas de vue les préoccupations à la fois de l'ingénieur et de l'entrepreneur. Ce manuel porte ainsi sur les propriétés des matériaux, les spécifications, ainsi que le choix (conception, dimensionnement, raccords, robinets) et l'installation d'un système.

Nos tuyauteries en PVC et PVCC combinent de façon unique la légèreté, la flexibilité, la durabilité et une résistance exceptionnelle à la corrosion. En sélectionnant et en utilisant ces matériaux techniques, on réalise des économies substantielles sur les coûts d'installation initiale et les frais d'entretien lors de l'exploitation.

IPEX est seule à offrir Xirtec^{MD}, un système complet de tuyaux, robinets et raccords étudiés et fabriqués selon les normes rigoureuses de IPEX sur la qualité, les performances et les dimensions.

Les systèmes hautes performances Xirtec^{MD} PVC et Xirtec^{MD} PVCC se caractérisent par une résistance remarquable à la photodégradation et au fluage ainsi que par une insensibilité à l'oxydation; ils conviennent particulièrement bien à une vaste gamme d'acides, d'alcools, de sels et d'halogènes.



AVANTAGES

Coûts d'installation réduits

Les tuyaux en vinyle, en plus de coûter moins cher à l'achat que des tuyaux traditionnels, peuvent réduire de façon substantielle les coûts de main-d'œuvre et de transport dans une installation de type courant.

Le vinyle est un matériau léger, non toxique et relativement flexible. Les tuyaux en vinyle sont faciles à manipuler, à stocker et à couper; on peut les assembler de plusieurs façons, pour une meilleure adaptation aux conditions rencontrées sur le site. L'installation n'exige ni matériel de manutention spécial, ni équipement lourd.

Allongement de la durée de vie

Une fois bien choisis en fonction de l'application considérée et bien installés, les produits en PVC et PVCC assurent des années de service sans entretien. Nos matériaux ne rouillent pas, ne se piquent pas, ne s'entartrent pas ou ne se corrodent pas, que ce soit sur les surfaces intérieures ou sur les surfaces extérieures. De fait, les systèmes de tuyauterie thermoplastiques utilisés en service continu et dans des applications industrielles difficiles, n'ont montré aucune défaillance depuis plus de 45 ans.

Résistance chimique

IPEX offre des systèmes complets, y compris les tuyaux, robinets et raccords, possédant une résistance remarquable à un large éventail de produits chimiques, comprenant la plupart des acides, alcools, alcalis, solutions salines et halogènes. De plus, le PVC et le PVCC sont insensibles aux conditions atmosphériques, même difficiles, et conviennent très bien aux installations extérieures. Pour une application particulière, se reporter au guide de résistance chimique de IPEX.

Résistance à la corrosion

Nos matériaux en thermoplastique sont insensibles aux effets nuisibles des sols naturellement corrosifs, ainsi que de la corrosion électrochimique et galvanique. Cela constitue un avantage très intéressant dans une installation enterrée, là où les composants de tuyauterie métalliques sont souvent endommagés par la corrosion galvanique. Les propriétés anticorrosion de notre thermoplastique assurent un meilleur écoulement, réduisent les coûts d'entretien et prolongent la durée de vie utile.

Résistant à l'abrasion

Le mélange de résines de PVC et de PVCC, de lubrifiants, modificateurs et additifs assortis, employé dans les composés d'aujourd'hui, combiné aux procédés modernes d'extrusion, permet d'obtenir un produit de tuyauterie résilient doté d'une remarquable résistance à l'abrasion.

Le PVC et le PVCC sont souvent choisis comme matériaux de tuyauterie pour le transport de fluides abrasifs. La

résistance à l'abrasion inhérente au vinyle permet de prolonger substantiellement la durée de vie escomptée par rapport à d'autres matériaux. Dans de nombreuses applications, le vinyle se montre supérieur à des matériaux comme les métaux.

Par exemple, l'installation de tuyauterie en vinyle, plutôt que de tuyauterie standards en métal ou en acier revêtu de caoutchouc, pour le transport de liquides chargés et de liquides contenant du sable dans les installations minières a permis de réduire considérablement l'usure par abrasion, diminuant en même temps les coûts d'entretien et allongeant la durée de vie utile.

Écoulement amélioré

Les tuyauteries IPEX se caractérisent par un coefficient de rugosité nettement inférieur à celui des métaux et autres matériaux et, comme les thermoplastiques ne rouillent pas, ne se piquent pas, ne s'entartrent pas ou ne se corrodent pas, leurs parois intérieures restent lisses pratiquement dans n'importe quelle condition de service. Grâce à ces excellentes caractéristiques hydrauliques, on peut utiliser des pentes plus faibles ou de plus petits diamètres.

Absence de toxicité

Le polychlorure de vinyle (PVC) et le polychlorure de vinyle surchloré (PVCC), relativement inertes, peuvent s'utiliser avec l'eau potable, en vertu des enregistrements selon la National Sanitation Foundation (NSF) et la Canadian Standards Association (CSA).

Résistance biologique

Les systèmes de tuyauterie en PVC et PVCC résistent à la croissance des champignons et des bactéries qui, en particulier, corrodent les systèmes de tuyauterie métalliques.

Température de service

IPEX offre divers matériaux thermoplastiques conçus pour une utilisation dans une vaste plage de température de service. Pour le PVC, on recommande une température maximale de service de 140 °F (60 °C) tandis que, dans le cas du PVCC, on préconise une température maximale de service de 210 °F (93 °C).

Conductivité thermique inférieure

Grâce à leur conductivité thermique nettement plus faible que pour les métaux, les systèmes thermoplastiques perdent et absorbent moins de chaleur, assurant une plus grande stabilité de la température de service que les systèmes de tuyauterie métalliques. C'est pourquoi on peut souvent se passer d'isoler les tuyauteries.

Comportement à l'incendie

Le Xirtec PVC et le Xirtec PVCC sont des matériaux autoextinguibles. Cela signifie qu'ils ne brûlent pas, sauf en présence d'une flamme extérieure, et n'entretiennent pas la combustion une fois la source d'inflammation retirée.

Les nombreux essais effectués sur les composés de PVC et de PVCC montrent leur remarquable comportement à l'incendie. Consulter les codes du bâtiment et règlements locaux pour des exigences particulières.

PVC

L'une des caractéristiques exceptionnelles du Xirtec PVC est sa résistance à l'inflammation. Ceci est démontré par sa température de point d'éclair (température d'inflammation) de 388 °C (730 °F), comparé à 204 °C (400 °F) pour les copeaux de bois (pin blanc).

Il s'agit d'une caractéristique extrêmement importante lorsque l'on considère les restrictions du code du bâtiment pour les tuyaux combustibles. Les essais effectués conformément à la norme CAN/ULC S102.2 (la méthode d'essai standard pour les caractéristiques de combustion de surface des revêtements de sol, des revêtements de sol et de matériaux divers) montrent un indice de propagation de la flamme inférieur à 25 pour le matériau des tuyaux IPEX en PVC.

PVCC

Le Xirtec PVCC offre un profil de sécurité incendie encore meilleur que celui du PVC. La résistance à l'inflammation du PVCC est démontrée par sa température de point d'éclair (température d'inflammation) de 482 °C (900 °F), avec un indice de propagation de la flamme également faible. En outre, il offre des caractéristiques de propagation des fumées exceptionnelles. Lors d'essais menés conformément à la norme CAN/ULC S102.2, le matériau des tuyaux et raccords Xirtec a montré un indice de propagation de la flamme inférieur à 25 et un indice de dégagement des fumées inférieur à 50.

Approbations et normes

IPEX fabrique la plus vaste gamme de systèmes de tuyauterie en thermoplastique actuellement offerte. Les produits sont fabriqués suivant les normes internes de contrôle de qualité les plus rigoureuses et satisfont aux exigences des normes réglementaires ou les dépassent.

IPEX offre une assistance à ses clients lorsque des approbations supplémentaires sont exigées par certains organismes ayant juridiction.



DESCRIPTION DES MATÉRIAUX

PVC (polychlorure de vinyle)

Le PVC est le plus couramment spécifié de tous les matériaux de tuyauterie thermoplastiques. On l'utilise avec succès depuis plus de 60 ans. Le PVC se caractérise par des propriétés physiques uniques et il résiste à la corrosion, ainsi qu'aux attaques par les produits chimiques comme les acides, les alcalis, les solutions salines et de nombreux autres produits. Il est toutefois attaqué par les solvants polaires comme les cétones et les composés aromatiques.

Parmi les divers types et grades de PVC utilisés dans la fabrication des tuyauteries en plastique, le PVC de type 1, grade 1 (numéro de classification 12454), conforme à la norme ASTM D 1784, est le plus courant. La température maximale de service du PVC est de 60 °C (140 °F), sous pression, avec exposition intermittente possible à de l'eau bouillante (212 °F ou 100 °C). Avec une contrainte hydrostatique de référence de 4 000 psi à 73 °F (23 °C)

et une contrainte de calcul de 2 000 psi à 73 °F (23 °C), le PVC possède la résistance à long terme la plus élevée des principaux matériaux thermoplastiques pour tuyauteries.

PVCC (polychlorure de vinyle surchloré)

Le PVCC (numéros de classification 24448 et 23447) conforme à ASTM D 1784 possède des propriétés physiques à 73 °F (23 °C) qui sont semblables à celles du PVC; sa résistance aux produits chimiques est voisine de celle du PVC ou en général meilleure. La contrainte de calcul du PVCC est également de 2 000 psi à 73 °F (23 °C). La température maximale de service est de 200 °F (93 °C), sous pression, avec exposition intermittente possible à de l'eau bouillante (212 °F ou 100 °C). Le PVCC s'est imposé comme un excellent matériau de tuyauterie pour les liquides corrosifs chauds, la distribution d'eau de procédé chaude et froide, ainsi que des utilisations semblables dans une plage de température supérieure à celle du PVC.

Tableau 1 – Propriétés physiques

PROPRIÉTÉS	MATÉRIAUX			Normes
	PVC	PVCC (Standard)	PVCC (Haute résistance aux chocs)	
Classification	12454	23447	24448	
Densité relative	1,42	1,50	1,51	ASTM D 792
Résistance à la traction, psi à 73 °F	7 000	7 500	7 320	ASTM D 638
Module d'élasticité, psi à 73 °F	400 000	380 000	360 000	ASTM D 638
Résistance à la flexion, psi	14 500	11 400	13 200	ASTM D 790
Résistance aux chocs Izod, pi/lb/po à 73 °F, avec entaille	0,65	2,0	10,0	ASTM D 256
Résistance à la compression, psi	9 000	10 100	10 100	ASTM D 695
Coefficient de Poisson	0,38	0,33	0,33	
Contrainte en service, psi à 73 °F	2 000	2 000	2 000	
Coefficient de dilatation thermique, po/po/°F (x 10 ⁻⁵)	3,0	3,8	3,4	ASTM D 696
Dilatation thermique, po/10 °F par 100 pi de tuyau	0,36	0,44 - 0,46	0,41	
Température maximale de service sous pression	140 °F (60 °C)	200 °F (93 °C)	200 °F (93 °C)	
Température de fléchissement sous charge, °F à 66 psi	173	n/d	n/d	ASTM D 648
Température de fléchissement sous charge, °F à 264 psi	160	212	239	ASTM D 648
Conductivité thermique, BTU.po/h.pi ² .°F	1,2	0,95	0,95	ASTM C177
Vitesse de combustion	Autoextinguible	Autoextinguible	Autoextinguible	ASTM D 635
Classe de combustion	V-0	V-0	V-0	UL-94
Point d'éclair (inflammation), °F	730	900	900	
Indice critique d'oxygène (%)	43	60	60	ASTM D 2863-70
Absorption d'eau, %, (24 h à 73 °F)	0,05	0,03	0,03	ASTM D 570

* Les propriétés des matériaux indiquées dans ce tableau n'ont qu'une valeur générale et ne doivent être considérées qu'à titre indicatif.

APPLICATIONS



Tuyauteries de procédés industriels

- Conduites d'alimentation et de distribution d'eau dans les usines
- Systèmes d'eau de refroidissement
- Systèmes de produits chimiques et d'eau de lavage pour laboratoires photographiques
- Manutention de produits acides dans les raffineries, les usines de transformation des métaux et de placage
- Conduites de transport d'agents de blanchiment, de colorants et d'acides dans les industries textiles
- Eau désionisée
- Conduites de transport de résidus et de liquides chargés dans les installations minières, les fonderies et les usines de fabrication d'engrais
- Tuyauteries sous vide
- Produits chimiques purs pour les industries des semi-conducteurs et pharmaceutiques
- Tuyauteries installées dans les écloseries, les aquariums, ainsi que les bâtiments de zoos et à usage biologique
- Tubages de puits et conduites d'assèchement
- Tuyauteries de drainage et d'effluents
- Tuyauteries des piscines
- Collecteurs pluviaux pour bâtiments



Pâtes et papiers

- Installations de récupération de pâtes ou de produits chimiques
- Systèmes de tuyauterie d'usines de blanchiment
- Tuyauteries d'eau de lavage et de lagunes



Transformation des aliments

- Distribution de saumure et d'eau de mer dans les usines de transformation du poisson
- Systèmes de saumure dans les usines d'emballage des viandes
- Tuyauteries utilisées dans les laiteries, les conserveries et l'industrie des boissons

Traitement des eaux et des eaux usées

- Installations de manutention d'alun et de chlorure ferrique
- Systèmes d'injection de chlore
- Tuyauteries de lagunes et d'étangs de décantation
- Conduites d'eaux pluviales

Irrigation

- Terrains de golf
- Serres
- Agriculture
- Pelouses à usage résidentiel
- Pelouses à usage commercial



NOTES

SECTION DEUX : CONCEPTION DES TUYAUTERIES DE DRAINAGE ET DE PROCÉDÉS

INTRODUCTION

Les thermoplastiques sont des matériaux techniques utilisables dans une vaste gamme d'applications, aussi bien sur les tuyauteries de procédés que de drainage. Pour une utilisation efficace des thermoplastiques, on considère qu'il faut avoir une connaissance de base de la conception des tuyauteries et une bonne idée des propriétés uniques des thermoplastiques.

Cette section est consacrée à la présentation de la méthode de conception et définit les paramètres les plus importants à prendre en compte dans la conception d'un système de tuyauterie thermoplastique.



MÉTHODE DE CONCEPTION

Définition des critères de conception du système

Avant de choisir les matériaux, il faut commencer par définir les critères de conception du système. Cela permet d'établir aussi l'envergure du projet et de déterminer les caractéristiques de conception et des matériaux. Parmi les critères à considérer, on trouve, sans que la liste soit exhaustive :

1. Composition du liquide
 - Caractéristiques chimiques
 - Variations possibles des propriétés chimiques du fluide
2. Procédé - caractéristiques d'écoulement
 - Débit
 - Pression
 - Variation de vitesse
 - Chutes de pression prévues
 - Pointes de pression prévues
 - Températures de service minimale et maximale
3. Emplacement du système/environnement
 - Installations aériennes/souterraines ou en hauteur
 - Climat (chaleur ou froid extrême)
 - Variations possibles de la température ambiante
4. Installation
 - Contraintes d'espace
 - Difficultés d'accès
 - Installation neuve ou rénovation
 - Assemblage de matériaux dissemblables
5. Budget
 - Coût des matériaux
 - Coût de l'installation
 - Coût de l'entretien
 - Durée de vie escomptée

Dimensionnement du système

En plus des critères de conception particuliers au système, il faut également déterminer le diamètre des tuyauteries. Pour sélectionner le bon diamètre, il est essentiel de connaître quels sont les principaux facteurs physiques dont dépend une tuyauterie en thermoplastique :

- Limites de pression
- Limites de température
- Relation pression/température

A. Limites de pression

Pressions nominales

Une tuyauterie en PVC ou en PVCC est avant tout conçue pour résister à une pression interne, avec charges continues ou permanentes. Cette tuyauterie peut résister à court terme à des pointes de pression ou à des surpressions dont la valeur peut varier, mais les performances du matériau sont établies à partir de sa résistance à long terme.

En Amérique du Nord, une tuyauterie en PVC ou en PVCC, conçue pour une utilisation sous pression, doit avoir une contrainte hydrostatique de référence (HDB) minimale de 4 000 psi (27,58 MPa) selon la norme ASTM D 2837. Afin d'assurer une durée de vie utile suffisante (50 ans au minimum), on utilise un facteur de conception ou de sécurité, pour obtenir la marge de sécurité voulue. On prend généralement une valeur de 2 pour ce facteur de sécurité.

$$\text{Facteur de sécurité} = \frac{1}{\text{Facteur de conception}}$$

$$\text{SF} = \frac{1}{\text{DF}}$$

Détermination de la pression

La résistance à la pression d'un tuyau dépend de sa résistance circonférentielle et de sa géométrie, définies par son épaisseur de paroi et son diamètre, à une température donnée.

Contrainte de conception

Dans un système de tuyauterie, la contrainte la plus grande est la contrainte circonférentielle. C'est le facteur déterminant du calcul de la pression à laquelle peut résister un tronçon de tuyauterie. Dans le calcul de la pression, la contrainte de conception (S) correspond à la contrainte circonférentielle maximale.

$$S = \frac{\text{HDB}}{f}$$

Où:

$$\begin{aligned} \text{HDB} &= \text{contrainte hydrostatique de référence} \\ f &= \text{facteur de sécurité} \end{aligned}$$

Exemple 1:

Quelle est la contrainte circonférentielle correspondant à une contrainte hydrostatique de référence de 4 000 psi?

$$S = \frac{4000}{2} \qquad S = 2000 \text{ psi}$$

Connaissant : HDB = 4000,
facteur de sécurité = f = 2

Épaisseur de paroi

Pour classer les différentes épaisseurs de tuyaux, on se sert du paramètre DR. Ce paramètre se rapporte au rapport de dimension. Voir le tableau 2.

Le rapport de dimension se calcule aussi comme suit :

$$DR = D_o/t$$

Où :

- D_o = diamètre extérieur moyen
- t = épaisseur minimum de paroi de tuyau

Les points importants à retenir au sujet du classement selon le DR sont les suivants :

- plus la valeur du DR est faible, plus la paroi du tuyau est épaisse et plus la pression nominale est grande
- pour une valeur donnée de DR, la résistance à la pression et la résistance mécanique sont constantes et indépendantes du diamètre

Note: Dans le cas d'un tuyau défini par un schedule, le diamètre extérieur et l'épaisseur de paroi sont basés sur les dimensions conventionnelles d'un tuyau en acier. Par conséquent, pour un tuyau défini par un schedule, chaque diamètre de tuyau en vinyle se caractérise par un DR différent et une résistance à la pression différente. Se reporter au tableau 2 pour les valeurs.

Tableau 2 – Classement selon le DR nominal des tuyaux en PVC et en PVCC définis par un schedule

Diam. (po)	Schedule 40			Schedule 80		
	DR	D.E. moyen (po)	Épaisseur min de paroi (po)	DR	D.E. moyen (po)	Épaisseur min de paroi (po)
1/4	-	-	-	4,5	0,540	0,119
3/8	-	-	-	5,4	0,675	0,126
1/2	7,7	0,840	0,109	5,7	0,840	0,147
3/4	9,3	1,050	0,113	6,8	1,050	0,154
1	9,9	1,315	0,133	7,3	1,315	0,179
1 1/4	11,8	1,660	0,141	8,7	1,660	0,191
1 1/2	13,1	1,900	0,145	9,5	1,900	0,200
2	15,4	2,375	0,154	10,9	2,375	0,218
2 1/2	14,2	2,875	0,203	10,4	2,875	0,276
3	16,2	3,500	0,216	11,7	3,500	0,300
4	19,0	4,500	0,237	13,4	4,500	0,337
5	21,6	5,563	0,258	14,8	5,563	0,375
6	23,7	6,625	0,280	15,3	6,625	0,432
8	26,8	8,625	0,322	17,3	8,625	0,500
10	29,5	10,750	0,365	18,1	10,750	0,593
12	31,4	12,750	0,406	18,6	12,750	0,687
14	32,0	14,000	0,438	18,7	14,000	0,750
16	32,0	16,000	0,500	19,0	16,000	0,843
18	32,0	18,000	0,562	19,2	18,000	0,937
20	33,7	20,000	0,593	19,4	20,000	1,031
24	34,9	24,000	0,687	19,7	24,000	1,218

Pression interne

Les relations présentées ci-dessus peuvent être exprimées par une équation, également connue sous le nom d'équation ISO.

$$P = \frac{2S}{DR-1}$$

Où :

- P = pression interne, psi
- S = contrainte circonférentielle, psi
- DR = rapport de dimension (D_o/t)

Exemple 2:

Quelle est la pression maximale admissible dans une tuyauterie DR 21 de 2 pouces?

Connaissant: $S = 2000$, $DR = 21$

$$P = \frac{2(2000)}{(21-1)}$$

$$P = \frac{4000}{20}$$

$$P = 200 \text{ psi}$$

Exemple 3:

Quelle est la pression maximale admissible dans une tuyauterie Schedule 80 de 2 pouces?

Étape 1: Calculer le DR

Connaissant : $DR = D_o/t$

$$DR = \frac{2,375}{0,218} \text{ (d'après le tableau A-14 Dimensions, poids et pressions nominales)}$$

$$DR = 10,9$$

Étape 2 : Calculer la pression maximale P

Connaissant : $S = 2000$, $DR = 10,9$

$$P = \frac{2(2000)}{(10,9-1)}$$

$$P = \frac{4000}{9,9}$$

$$P = 404 \text{ psi}$$

Exemple 4:

Un système de tuyauterie comprenant une tuyauterie de 2 pouces et une de 4 pouces doit pouvoir résister à 310 psi à la température ambiante (73 °F / 23 °C). Quel schedule de tuyauterie faut-il prévoir?

Étape 1 : pour calculer le DR réel, se reporter au Tableau A-14 Dimensions, poids et pressions nominales.

Étape 2 : pour chacun des diamètres et schedules de tuyaux, commencer par calculer le DR réel et la pression correspondante.

$$DR = D_o/t$$

$$P = \frac{2S}{DR-1}$$

	Rapport de dimension	Pression maximale
Schedule 40 de 2 po	DR = $\frac{2,375}{0,154}$ = 15,4	P = $\frac{2(2000)}{(15,4 - 1)}$ = $\frac{4000}{14,4}$ = 278 psi
Schedule 80 de 2 po	DR = $\frac{2,375}{0,218}$ = 10,9	P = $\frac{2(2000)}{(10,9 - 1)}$ = $\frac{4000}{9,9}$ = 404 psi
Schedule 40 de 4 po	DR = $\frac{4,500}{0,237}$ = 19,0	P = $\frac{2(2000)}{(19,0 - 1)}$ = $\frac{4000}{18,0}$ = 222 psi
Schedule 80 de 4 po	DR = $\frac{4,500}{0,337}$ = 13,4	P = $\frac{2(2000)}{(13,4 - 1)}$ = $\frac{4000}{12,4}$ = 323 psi

Par conséquent, pour une pression de 310 psi, il faut utiliser des tuyaux de 2 po Schedule 80 et de 4 po Schedule 80.

Pertes de charge dans une tuyauterie

Lors de l'écoulement d'un fluide dans un système de tuyauterie, il y a une résistance due au frottement entre ce fluide et la paroi de la tuyauterie, ce qui entraîne une chute de pression. Cette chute dépend des paramètres suivants :

- masse volumique
- viscosité du fluide
- vitesse d'écoulement
- température
- type d'écoulement
- degré de rugosité de la paroi de la tuyauterie

On peut déterminer les pertes de charge en utilisant des tableaux comme, par exemple, les tableaux 4, 5, 6 et 7, ou on peut les calculer. L'équation la plus largement utilisée pour le calcul des pertes de charge dans une tuyauterie sous pression est celle de Hazen-Williams.

$$f = 0,2083 \times \left(\frac{100}{C}\right)^{1,852} \times \frac{Q^{1,852}}{D_i^{4,8655}}$$

Équation Hazen-Williams

Où :

- f = perte de charge par frottement (en pi de H₂O/100 pi)
- Q = débit (en gpm)
- D_i = diamètre intérieur de tuyau (en po)
- C = coefficient de débit

Tableau 3 – Coefficients de débit (C)

Catégorie de tuyau	Coefficient de débit C
Vinyle	150
Cuivre	140
Fonte - non revêtue	90 – 120
Acier galvanisé	110
Acier ondulé	60

Exemple 5

Dans un système en PVC, le débit est de 4 000 gallons américains par minute. Quelle est la perte de charge dans une tuyauterie de 20 po et de Schedule 40?

Connaissant : Q = 4000 gpm (américains)

C = 150 (d'après le Tableau 3 – Coefficients de débit)

D_i = 18,743 (d'après le Tableau A-14 Dimensions, poids et pressions nominales)

$$f = 0,2083 \times \left(\frac{100}{150}\right)^{1,852} \times \frac{(4000)^{1,852}}{(18,743)^{4,8655}}$$

$$f = 0,2083 \times 0,476 \times 3,006$$

$$f = 0,3 \text{ pi par } 100 \text{ pi}$$

La formule la plus largement utilisée pour le calcul des pertes de charge dans un canal à surface libre, tel qu'on en rencontre dans les installations de drainage, est celle de Manning. Se reporter à la section sur le drainage.

Note: donnée pour conversion (1 psi = 2,31 pi de H₂O)

NOTES

Tableau 6 – Débit et pertes de charge dans une tuyauterie thermoplastique DR 21

GPM	Pi ² /s	Vitesse (pi/s)	Perte de charge (pi d'eau par 100 pi)	Perte de charge (psi par 100 pi)	Vitesse (pi/s)	Perte de charge (pi d'eau par 100 pi)	Perte de charge (psi par 100 pi)	Vitesse (pi/s)	Perte de charge (pi d'eau par 100 pi)	Perte de charge (psi par 100 pi)	Vitesse (pi/s)	Perte de charge (pi d'eau par 100 pi)	Perte de charge (psi par 100 pi)	Vitesse (pi/s)	Perte de charge (pi d'eau par 100 pi)	Perte de charge (psi par 100 pi)	Vitesse (pi/s)	Perte de charge (pi d'eau par 100 pi)	Perte de charge (psi par 100 pi)	Vitesse (pi/s)	Perte de charge (pi d'eau par 100 pi)	Perte de charge (psi par 100 pi)	
1	0.002	1.88	2.68	1.16	1.08	0.70	0.30																
2	0.004	4.69	14.62	6.33	2.70	3.81	1.65	1.59	1.05	0.45													
5	0.011	6.57	27.27	11.81	3.78	7.11	3.08	2.22	1.95	0.84													
7	0.016	9.38	52.79	22.85	5.40	13.77	5.96	3.17	3.78	1.63													
10	0.022	11.26	74.00	32.03	6.48	19.30	8.35	3.81	5.29	2.29													
12	0.027				8.10	29.17	12.63	4.76	8.00	3.46													
15	0.033				10.80	49.70	21.51	6.35	13.63	5.90													
20	0.045							7.93	20.60	8.92													
25	0.056							9.52	28.88	12.50													
30	0.067							11.10	38.42	16.63													
35	0.078																						
40	0.089																						
45	0.100																						
50	0.111																						
55	0.123																						
60	0.134	1.62	0.25	0.11																			
65	0.145	1.75	0.29	0.12																			
70	0.156	1.87	0.32	0.14																			
75	0.167	2.00	0.37	0.16																			
80	0.178	2.25	0.46	0.20																			
90	0.201	2.50	0.55	0.24																			
100	0.223	3.12	0.84	0.36																			
125	0.279	3.74	1.17	0.51																			
150	0.334	4.37	1.56	0.68																			
175	0.390	4.99	2.00	0.86																			
200	0.446	6.24	3.02	1.31																			
250	0.557	7.49	4.23	1.83																			
300	0.668	8.74	5.63	2.44																			
350	0.78	9.99	7.21	3.12																			
400	0.891	11.23	8.97	3.88																			
450	1.003				8.17	3.89	1.68	5.76	1.66	0.72													
500	1.114				9.80	5.45	2.36	6.92	2.33	1.01													
600	1.337				11.44	7.25	3.14	8.07	3.10	1.34													
700	1.560							9.22	3.97	1.72													
800	1.782							10.37	4.94	2.14													
900	2.005	1.56	0.05	0.02																			
1000	2.228	1.95	0.07	0.03																			
1250	2.785	2.34	0.10	0.04																			
1500	3.342	3.12	0.17	0.07																			
2000	4.456	3.90	0.25	0.11																			
2500	5.570	4.68	0.35	0.15																			
3000	6.684	5.46	0.47	0.20																			
3500	7.798	6.24	0.60	0.26																			
4000	8.912	7.02	0.75	0.33																			
4500	10.026	7.80	0.91	0.40																			
5000	11.140	8.58	1.09	0.47																			
5500	12.254	9.36	1.28	0.55																			
6000	13.368	10.15	1.48	0.64																			
6500	14.482				8.85	1.02	0.44	6.15	0.42	0.18													
7000	15.596				9.48	1.16	0.50	6.58	0.48	0.21													
7500	16.710				10.11	1.31	0.57	7.02	0.54	0.23													
8000	17.824							7.46	0.60	0.26													
8500	18.938							7.90	0.67	0.29													
9000	20.052							8.34	0.74	0.32													
9500	21.166							8.78	0.81	0.35													
10000	22.28																						

CAUTION: Flow velocity should not exceed 5 feet per second.

CONCEPTION DES TUYAUTERIES DE DRAINAGE ET DE PROCÉDÉS

CONCEPTION DES TUYAUTERIES DE DRAINAGE ET DE PROCÉDÉS

NOTES

Pertes de charge dans les raccords

Il y a également des pertes de charge dans les raccords. Ces pertes de charge s'expriment à partir de la longueur équivalente d'une tuyauterie droite qui produirait la même perte de charge. Le tableau 8 donne les valeurs des pertes de charge dans différents raccords.

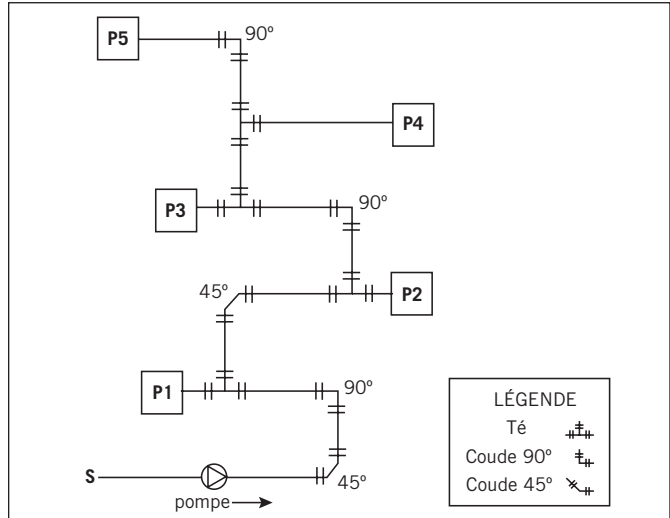
Tableau 8
Pertes de charge dans les raccords
(longueur équivalente de tuyau en pieds)

Diam. (po)	Raccords			
	Té, collecteur	Té, embranchement	Coude 90°	Coude 45°
1/2	1,0	3,8	1,5	0,8
3/4	1,4	4,9	2,0	1,1
1	1,7	6,0	2,5	1,4
1 1/4	2,3	7,3	3,8	1,8
1 1/2	2,7	8,4	4,0	2,1
2	4,0	12,0	5,7	2,6
2 1/2	4,9	14,7	6,9	3,1
3	6,1	16,4	7,9	4,0
4	7,9	22,0	11,4	5,1
6	12,3	32,7	16,7	8,0
8	14,0	49,0	21,0	10,6
10	17,5	57,0	26,0	13,5
12	20,0	67,0	32,0	15,5
14	25,0	78,0	37,0	18,0
16	27,0	88,0	43,0	20,0
18	32,0	107,0	53,0	23,0
20	35,0	118,0	58,0	25,0
24	42,0	137,0	67,0	30,0

Exemple 6

Dans cet exemple, la figure 1 montre le schéma d'un système d'eau de refroidissement de procédé simple (P1 - P5). Ce système comporte une tuyauterie en PVC de 3 po en Schedule 80, le débit étant de 100 gpm (américains). Quelle est la perte de charge totale due aux raccords?

Figure 1 – Schéma d'une boucle de système simple



Étape 1: compter le nombre de raccords de chaque type au fur et à mesure que vous parcourez le système.

Étape 2: déterminer la perte de charge dans les raccords à l'aide du tableau 8, Pertes de charge dans les raccords.

Étape 3: calculer la perte de charge par diamètre et type de raccord, puis faire la somme de la perte totale due aux raccords dans le système selon le tableau ci-dessous.

Raccord	Type	3 po		
		N°	Perte de charge	Total (pi)
Té	Collecteur	4	6,1	24,4
Té	Embranchement	4	16,4	65,6
90°	Coude	3	7,9	23,7
45°	Coude	2	4,0	8,0
Total				121,7

Pour calculer les pertes de charge en psi, se reporter au tableau 5 (Débit et pertes de charge dans un tuyauterie Schedule 80), afin d'obtenir ces pertes en longueur équivalente de tuyauterie pour le débit considéré.

$$\frac{\text{perte de charge (psi/100 pi)}}{100} \times \text{longueur équivalente totale de tuyau (psi)}$$

$$\frac{1,29}{100} \times 121,7 = 1,57 \text{ psi}$$

Par conséquent, les pertes de charge totales dues aux raccords sont de 121,7 pi de tuyauterie ou 1,57 psi.

Pertes de charge dans les robinets

Les chutes de pression dans les robinets contribuent aussi à la perte de charge globale dans le fluide circulant dans un système de tuyauterie. Les coefficients de débit (C_v) se définissent comme le débit en gallons par minute (gpm) produisant une chute de pression de 1 psi dans un robinet ouvert. Les coefficients de débit sont indiqués dans le manuel sur les robinets thermoplastiques (volume 7 de la série de manuels techniques IPEX); on peut aussi les calculer en utilisant la formule suivante.

$$f = sg (Q/C_v)^2$$

Où :

f = chute de pression (perte de charge par frottement) dans le robinet (psi)

sg = densité relative (eau = 1,0)

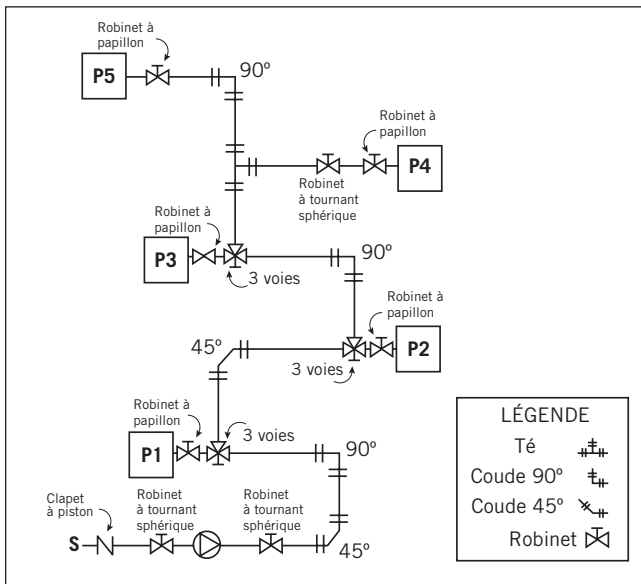
Q = débit dans le robinet (en gpm)

C_v = coefficient de débit

Exemple 7

Dans cet exemple, la figure 2 montre le schéma d'un système d'eau de refroidissement de procédé simple. Ce système comporte une tuyauterie en PVC de 3 po en Schedule 80, le débit étant de 100 gpm (américains). Quelle est la perte de charge totale due aux robinets?

Figure 2 - Schéma d'une boucle de système simple avec robinets



Étape 1: compter le nombre de robinets de chaque type au fur et à mesure que vous parcourez le système.

Étape 2: déterminer le coefficient de débit par type et diamètre de robinet en se reportant aux tableaux sur les caractéristiques des robinets (les valeurs sont données ici).

Étape 3: calculer la perte par type de robinet, puis faire la somme pour obtenir la perte totale due aux robinets dans le système selon le tableau ci-dessous.

Connaissant : $C_v = 497$ pour un robinet à tournant sphérique VK de 3 po

$C_v = 248$ pour un robinet à papillon de 3 po

$C_v = 0$ pour un robinet à tournant sphérique à trois voies TK

$Q = 100$ gpm

Type de robinet	N°	Perte de charge	Total (psi)
Clapet à piston VR	1	$f = 1 \times \left(\frac{100}{206}\right)^2$ $f = 0,24$ psi	0.24
Robinet à tournant sphérique VK	3	$f = 1 \times \left(\frac{100}{497}\right)^2$ $f = 0,04$ psi	0.12
Robinet à papillon FK	5	$f = 1 \times \left(\frac{100}{248}\right)^2$ $f = 0,16$ psi	0.80
Robinet à tournant sphérique à trois voies TK	3	$f = 0,16$ psi *similaire à celle d'un coude 90°	0.48
Total			1.64

La perte de charge totale due aux robinets est de 1,64 psi.

B. Limites de température

Sous pression, pour une tuyauterie IPEX en PVC de Schedules 40 et 80, la température de service moyenne d'un système varie de 40 °F (4 °C) à 140 °F (60 °C). Pour une tuyauterie IPEX en PVCC de Schedule 80, la température de service moyenne d'un système sous pression varie de 40 °F (4 °C) à 200 °F (93 °C). Pour des applications à une température en dehors de ces plages, contacter un représentant IPEX.

C. Relation pression/température

La résistance d'un matériau thermoplastique dépend de la température. Les pressions nominales des tuyaux en PVC et PVCC standards sont définies à une température ambiante de 73 °F (23 °C). Généralement, lorsque la température de service descend en dessous de la température de référence de 73 °F, la résistance circumférentielle augmente, ce qui entraîne une augmentation de la pression nominale. Cependant, lorsque la température de service dépasse la température de référence, la résistance diminue. On ne tient habituellement pas compte de ce phénomène lors de la conception et on se sert de la marge de sécurité pour avoir la résistance supplémentaire nécessaire. Cependant, une correction doit être effectuée pour une température de service supérieure à 73 °F (23 °C). La pression nominale doit être réduite dans une proportion définie par le facteur de correction indiqué dans le tableau 9.

Note: les facteurs de correction de température du tableau 9 ne s'appliquent qu'aux tuyaux et raccords. pour savoir comment corriger la pression nominale d'un robinet, se reporter au manuel sur les robinets thermoplastiques (volume 7 de la série de manuels techniques IPEX) ou contacter un représentant IPEX.

Exemple 8

Quelle est la pression nominale d'une tuyauterie en PVC de 3 po et de Schedule 40 à 100 °F?

Étape 1: déterminer la pression de service maximale pour une tuyauterie en PVC de 3 po et de Schedule 40 d'après l'annexe A, tableau A14 = 260 psi

Étape 2: déterminer le facteur de correction à 100 °F pour le PVC = 0,62

Étape 3: en multipliant la pression de service maximale par le facteur de correction, on obtient la pression nominale à la température haute dans le système

$$260 \text{ psi} \times 0,62 = 161,20 \text{ psi à } 100 \text{ °F}$$

Tableau 9 – Facteurs de correction de température

Température de service		Facteurs de correction	
°F	°C	PVC	PVCC
73	23	1,00	1,00
80	27	0,88	0,96
90	32	0,75	0,91
100	38	0,62	0,82
110	43	0,50	0,74
120	49	0,40	0,65
130	54	0,30	0,58
140	60	0,22	0,50
150	66	*	0,45
160	71	*	0,40
170	77	*	0,33
180	82	*	0,25
200	93	NR	0,20
212	100	NR	*

* Recommandé uniquement pour un drainage intermittent
NR - non recommandé

ÉLÉMENTS DE CONCEPTION

Dilatation et contraction

Les produits de tuyauterie se dilatent et se contractent sous l'effet des variations de température. La dilatation et la contraction linéaires d'un tuyau suivant l'axe longitudinal dépendent du coefficient de dilatation thermique (e) du matériau particulier utilisé dans la fabrication du produit. La variation de longueur de la tuyauterie sous l'effet de la dilatation ou de la contraction thermique dépend du coefficient de dilatation linéaire (Y) et de la variation de température, indépendamment de l'épaisseur de la paroi. Cela signifie que les coefficients sont les mêmes pour une tuyauterie de Schedule 40 et une tuyauterie de Schedule 80.

Tableau 10 – Coefficients de dilatation thermique

Matériau	e Coefficient de dilatation thermique		Y Coefficient de dilatation linéaire	
	p/po/°F	cm/cm/°C	po/10 °F/100' de tuyau	cm/5 °C/10m de tuyau
PVC	$3,0 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-5}$	0,360	2,70
PVCC	$3,8 \times 10^{-5}$	$6,8 \times 10^{-5}$	0,456	3,40

La variation de longueur due à la dilatation ou à la contraction thermique dépend de la température différentielle dans le système, ainsi que de la longueur de tuyauterie droite entre les changements de direction. Les valeurs de dilatation thermique des tuyaux en PVC et PVCC sont données dans les tableaux 11 et 12. On peut aussi calculer la dilatation à l'aide de la formule suivante :

$$\Delta L = \frac{Y(T - F)}{10} \times \frac{L}{100}$$

Où :

- ΔL = variation de longueur (en pieds)
- Y = coefficient de dilatation linéaire
(pouces de dilatation pour une variation de température de 10 °F et 100 pi de tuyauterie)
- T = température maximale (°F)
- F = température minimale (°F)
- L = longueur de tronçon de tuyauterie (pi)

Lorsque la variation totale de température ne dépasse pas 30 °F (17 °C), il n'est habituellement pas obligatoire de prendre de dispositions particulières pour absorber la dilatation thermique; c'est particulièrement vrai pour un système de tuyauterie comprenant plusieurs changements de direction et possédant de ce fait une souplesse inhérente largement suffisante.

Attention

Faire attention dans le cas des raccordements filetés, car ces derniers sont plus sensibles à la rupture due aux contraintes de flexion. Dans ce cas, il est conseillé de prévoir un raccordement à brides.

Note: Ne pas oublier de tenir compte de la contraction lorsqu'une tuyauterie doit être exposée à une température nettement plus basse que la température d'installation.

Exemple 9

Quelle va être la dilatation dans un tronçon droit de tuyauterie en PVC de 215 pieds, de 3 po de diamètre, de Schedule 40, installée à 75 °F et fonctionnant à une température de 135 °F?

Connaissant:

$$L = 215, T = 135, F = 75, Y = 0,36 \text{ (d'après le tableau 10, Coefficients de dilatation thermique)}$$

$$\Delta L = \frac{Y \times (T - F)}{10} \times \frac{L}{100}$$

$$\begin{aligned} \Delta L &= \frac{0,36 \times (135 - 75)}{10} \times \frac{215}{100} \\ &= 0,36 \times 6 \times 2,15 \\ &= 4,6 \text{ po} \end{aligned}$$

Tableau 11 – Dilatation linéaire (ΔL) du PVC en pouces

Variation de temp. ΔT (°F)	Longueur de tronçon (pi)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10	0,04	0,07	0,11	0,14	0,18	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36
20	0,07	0,14	0,22	0,29	0,36	0,43	0,50	0,58	0,65	0,72
30	0,11	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,86	0,97	1,08
40	0,14	0,29	0,43	0,58	0,72	0,86	1,01	1,15	1,30	1,44
50	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80
60	0,22	0,43	0,65	0,86	1,08	1,30	1,51	1,73	1,94	2,16
70	0,25	0,50	0,76	1,01	1,26	1,51	1,76	2,02	2,27	2,52
80	0,29	0,58	0,86	1,15	1,44	1,73	2,02	2,30	2,59	2,88
90	0,32	0,65	0,97	1,30	1,62	1,94	2,27	2,59	2,92	3,24
100	0,36	0,72	1,08	1,44	1,80	2,16	2,52	2,88	3,24	3,60

Tableau 12 – Dilatation linéaire (ΔL) du PVCC en pouces

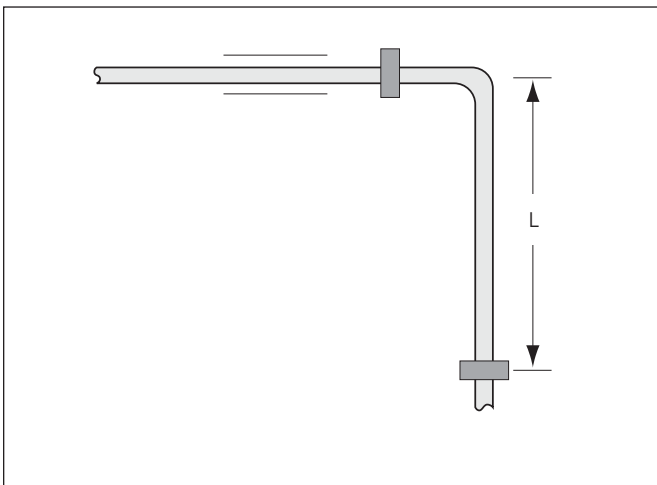
Variation de temp. ΔT (°F)	Longueur de tronçon (pi)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10	0,05	0,09	0,14	0,18	0,23	0,27	0,32	0,37	0,41	0,46
20	0,09	0,18	0,27	0,36	0,46	0,55	0,64	0,73	0,82	0,91
30	0,14	0,27	0,41	0,55	0,68	0,82	0,96	1,09	1,23	1,37
40	0,18	0,36	0,55	0,73	0,91	1,09	1,28	1,46	1,64	1,82
50	0,23	0,46	0,68	0,91	1,14	1,37	1,60	1,82	2,05	2,28
60	0,27	0,55	0,82	1,09	1,37	1,64	1,92	2,19	2,46	2,74
70	0,32	0,64	0,96	1,28	1,60	1,92	2,23	2,55	2,87	3,19
80	0,37	0,73	1,09	1,46	1,82	2,19	2,55	2,92	3,28	3,65
90	0,41	0,82	1,23	1,64	2,05	2,46	2,87	3,28	3,69	4,10
100	0,46	0,91	1,37	1,82	2,28	2,74	3,19	3,65	4,10	4,56

Décalages et changements de direction

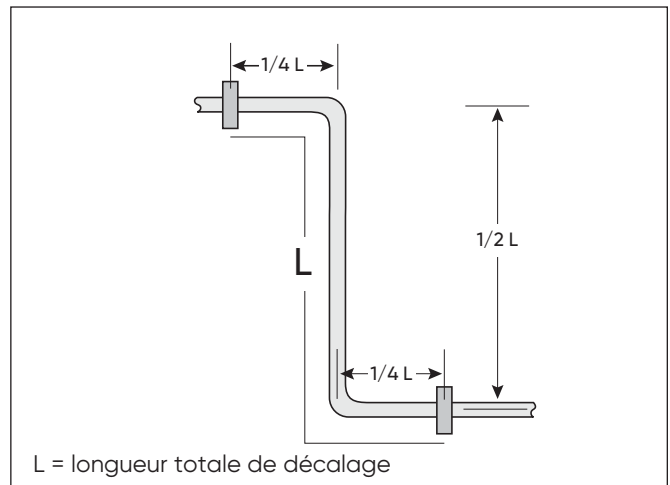
Une solution classique au problème de dilatation/contraction thermique consiste à absorber les variations de longueur en intégrant une flexibilité au système. À cet effet, on peut utiliser des changements de direction, des décalages et des boucles de dilatation. On peut aussi utiliser des joints de dilatation, surtout dans les installations où il n'est pas possible de configurer le système pour en accroître la flexibilité. La figure 3 illustre les diverses configurations de tuyauterie.

Figure 3 – Configurations de tuyauterie permettant d'absorber la dilatation/la contraction

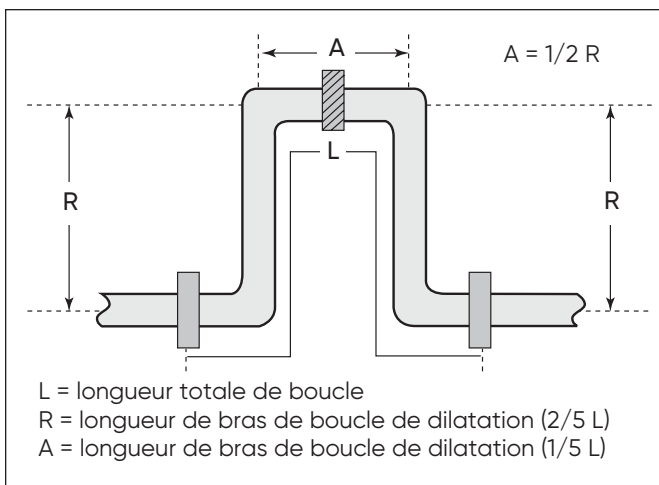
Changement de direction



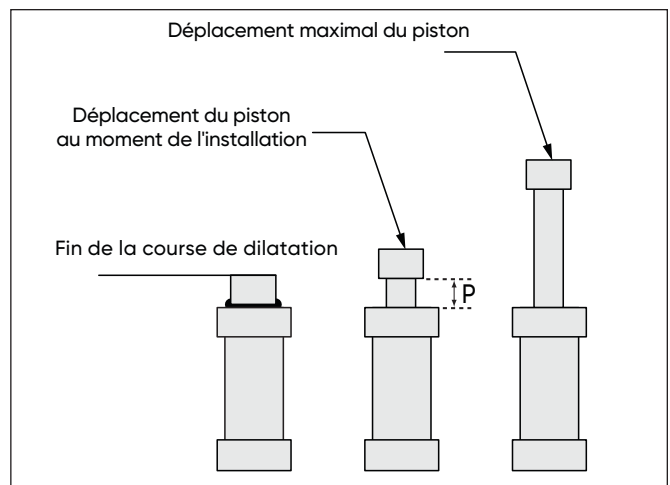
Décalage



Boucle de dilatation



Expansion Joint



■ - Guide ■ - Ancrage

Boucle de dilatation

Habituellement, les systèmes de tuyauterie comportent un nombre suffisant de changements de direction pour absorber la dilatation et la contraction. Cependant, lorsque ce n'est pas le cas ou lorsqu'on a des doutes raisonnables sur la souplesse d'un système, il faut prévoir des joints de dilatation ou des boucles de dilatation dans le système. Il est recommandé de fabriquer les boucles de dilatation et les décalages avec des coudes à 90° et des tronçons de tuyauterie droits, collés au solvant, pour une meilleure résistance aux contraintes générées lors de la dilatation. La figure 4 illustre une boucle de dilatation de type courant.

Figure 4 - Boucle de dilatation de type courant

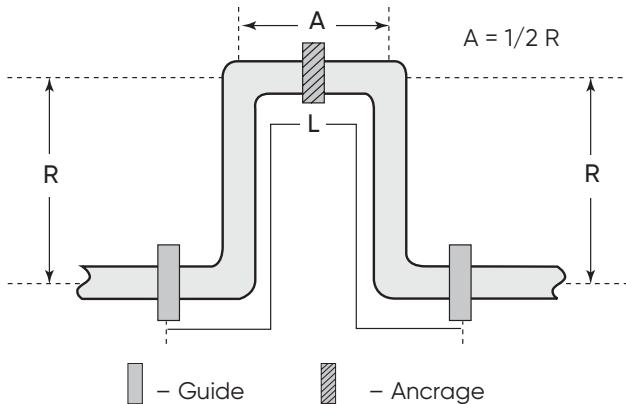


Tableau 13 - Contrainte en service à température élevée (psi)

Température °F °C		PVC		PVCC	
		Module d'élasticité	Contrainte de service	Module d'élasticité	Contrainte de service
73	23	400 000	2000	423 000	2000
90	32	372 000	1500	403 000	1820
110	43	336 000	1000	371 000	1480
140	60	280 000	440	323 000	1000
160	71	-	-	291 000	750
180	82	-	-	269 000	500
200	93	-	-	220 000	400

Afin d'assurer que la boucle ait une longueur suffisante pour absorber la dilatation et la contraction sans dommages, on utilisera l'équation modifiée suivante, basée sur le fléchissement d'une poutre.

$$L = \sqrt{\frac{3ED(\Delta l)}{2S}}$$

Où :

- L = longueur totale de boucle (po)
- E = module d'élasticité à la température de service maximale (psi)
- S = contrainte en service à la température de service maximale (psi)
- D = diamètre extérieur nominal de la tuyauterie (po)
- Δl = variation de longueur due à la dilatation ou à la contraction thermique (po)
- R = longueur de bras de boucle de dilatation (2/5 L)
- A = longueur de bras de boucle de dilatation (1/5 L)

Exemple 10

Soit une longueur droite de tuyauterie en PVC de 100 pi, de 3 po, Schedule 80, installée à 65 °F et utilisée à 140 °F; quelle doit être la longueur des bras de la boucle de dilatation pour absorber la dilatation?

Étape 1: calculer la valeur de la dilatation.

$$\Delta l = Y \times \frac{(T - F)}{10} \times \frac{L}{100}$$

Connaissant: L = 100 pi, T = 140 °F, F = 65 °F, Y = 0,36 po/100pi/10°F (d'après le tableau 10, Coefficients de dilatation thermique)

$$\Delta l = 0,36 \times \frac{(140 - 65)}{10} \times \frac{100}{100}$$

$$\Delta l = 2,7 \text{ po}$$

Étape 2: calculer la longueur de la boucle de dilatation.

$$L = \sqrt{\frac{3ED(\Delta l)}{2S}}$$

Connaissant: Δl = 2,7 po, E = 280 000 psi (d'après le tableau 13 - Contrainte en service à température élevée), S = 1000 psi (d'après le tableau 13), D = 3,5 po (d'après le tableau A-14 - Dimensions, poids et pressions nominales)

$$L = \sqrt{\frac{3 \times 280000 \times 3,5 \times 2,7}{2 \times 1000}}$$

$$L = 95 \text{ po} \quad R = \frac{2}{5} L = 38 \text{ po} \quad A = \frac{1}{5} L = 19 \text{ po}$$

Par conséquent, la longueur totale de la boucle de dilatation est de 95 pouces, la longueur du bras de la boucle R est de 38 pouces et la longueur du bras de la boucle A est de 19 pouces.

Joint de dilatation

Il est hautement souhaitable d'utiliser des joints de dilatation sur les tuyauteries de grand diamètre ou lorsqu'on manque d'espace pour installer des décalages. Un joint de dilatation comprend deux cylindres, dont l'un coulisse à l'intérieur de l'autre. Le cylindre extérieur est solidement ancré tandis que le cylindre intérieur peut se déplacer à la manière d'un piston, lorsque la tuyauterie à laquelle il est fixé se dilate ou se contracte. IPEX fabrique un dispositif de dilatation télescopique (T.E.D.^{MD}), moyen économique conçu pour réduire les contraintes dans un système de tuyauterie.

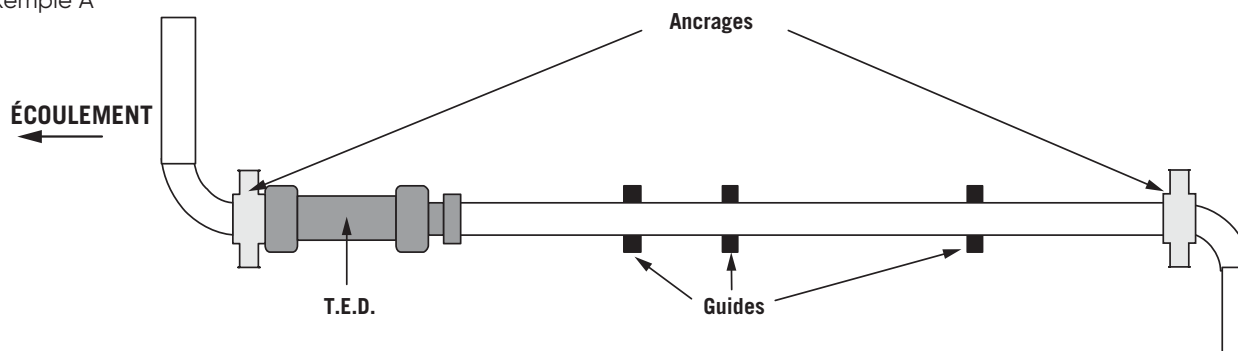
Dans le cas des grandes longueurs droites (150 pieds ou plus), la tuyauterie doit être ancrée à chaque changement de direction, afin que le déplacement sous l'effet de la dilatation s'effectue dans l'axe du joint de dilatation. L'alignement d'un joint de dilatation est l'élément le plus important. Si elle est inclinée ou mal positionnée et ne se déplace pas dans le même plan que le joint, la tuyauterie peut se coincer. Des guides doivent être installés à un pied environ de l'extrémité de chacun des joints de dilatation.

En complément des guides à prévoir dans le système, le T.E.D. de IPEX possède un mécanisme spécial d'alignement automatique. Un guide de piston de grande largeur a été prévu, afin d'éviter le gauchissement et donc le coincement du dispositif. L'étanchéité du T.E.D. est obtenue au moyen d'un joint torique triple, ce qui facilite l'alignement automatique. Ces caractéristiques combinées permettent d'améliorer les performances, en réduisant les risques de fuite et/ou de rupture prématurée par suite d'un mauvais alignement, ce qui augmente de beaucoup la durée de vie prévue du système.

Configurations de tuyauterie avec joints de dilatation

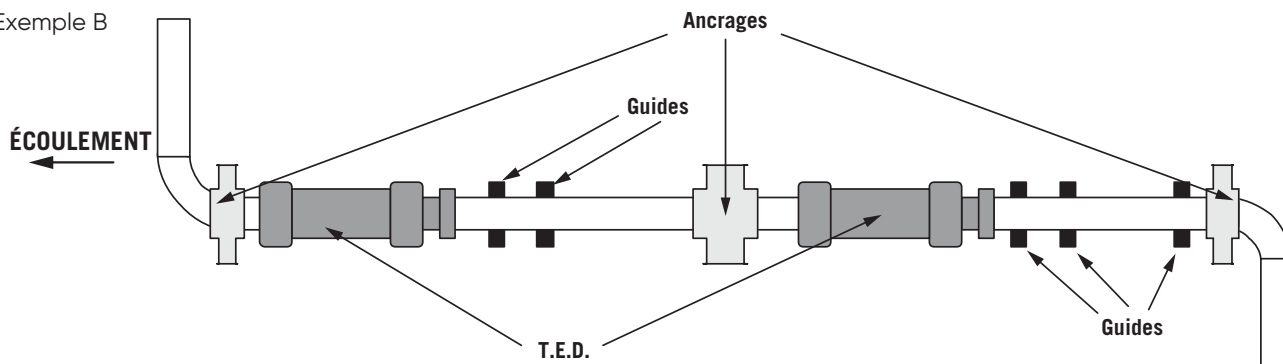
Exemple A illustre un long tronçon de tuyauterie, ancré à chaque extrémité, dans lequel il faut absorber la dilatation thermique. Les calculs ont montré que l'on pouvait utiliser un seul dispositif, avec des guides de tuyauterie intermédiaires. Il est recommandé de placer le dispositif aussi près que possible de l'ancrage, à l'extrémité du tronçon (en tenant compte du sens de l'écoulement). Installer le premier guide à proximité du point de raccordement entre la tuyauterie et la partie mobile du T.E.D. On s'assure ainsi que le déplacement s'effectue bien suivant l'axe. Le deuxième guide se trouve assez près du premier, afin d'empêcher un fléchissement de la tuyauterie. Installer les guides supplémentaires voulus, en les espaçant régulièrement.

Exemple A



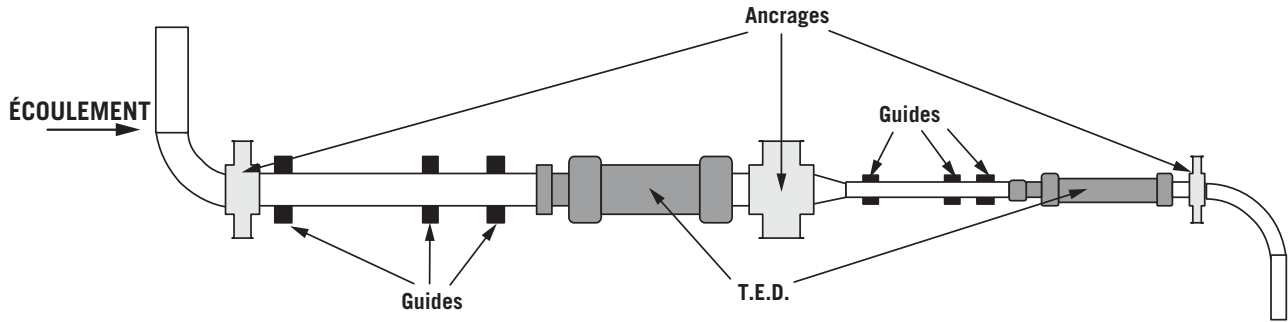
Exemple B illustre un tronçon de tuyauterie encore plus long. Les calculs ont montré qu'il fallait utiliser deux dispositifs. Par conséquent, on a divisé le tronçon en deux parties égales et un ancrage a été prévu au milieu. Un T.E.D. est placé aux extrémités des parties ainsi séparées. Les guides sont positionnés selon les consignes indiquées dans l'exemple A.

Exemple B



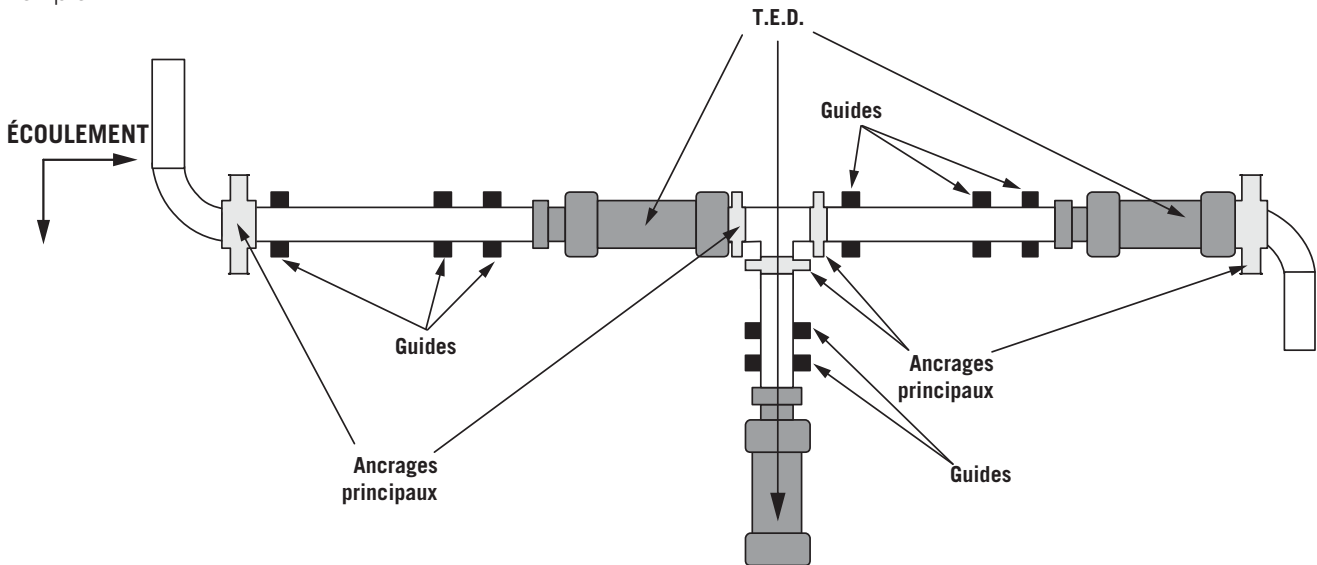
L'exemple C illustre un tronçon de grande longueur, dans lequel une tuyauterie de grand diamètre se réduit à une tuyauterie de plus petit diamètre à peu près au milieu du tronçon. Bien que la dilatation du thermoplastique ne dépende pas du diamètre de la tuyauterie, si les calculs montrent qu'il faut utiliser deux dispositifs, une bonne pratique consiste à diviser le tronçon en installant un ancrage près du point de changement de diamètre. Utiliser ensuite une méthode identique à celle présentée dans l'exemple B.

Exemple C



L'exemple D illustre un long tronçon avec embranchement. Pour le tronçon de tuyauterie principal, la solution adoptée est identique à celle de l'exemple B, mais il faut prévoir un ancrage principal au niveau du TÉ, à la place de l'ancrage intermédiaire. L'ancrage principal est conçu pour résister à la poussée due à la pression dans l'embranchement. Dans la direction de la conduite principale, l'ancrage doit également résister à la charge due au déséquilibre de la poussée (sous l'effet de la pression), résultant de la turbulence provenant de l'embranchement. Si les calculs montrent qu'un T.E.D. doit être installé sur l'embranchement, suivre la méthode présentée dans l'exemple A.

Exemple D



Méthode d'installation d'un T.E.D.

Il va de soi que si le piston doit entrer (dilatation de la tuyauterie) dans son cylindre et en sortir (contraction de la tuyauterie), il doit pouvoir se déplacer dans les deux sens, comme illustré par la figure 4. Lorsqu'on installe un T.E.D., il faut donc que le piston soit partiellement sorti. La distance (de sortie) correspondante doit être basée sur la température ambiante au moment de l'installation et se calcule avec précision par la formule suivante :

$$P = \frac{T_M - T_A}{T_M - T_L} \times E$$

Où:

P = déplacement du piston au moment de l'installation (po)

T_M = température maximale de service, °F (°C)

T_A = température de l'air ambiant à l'installation, °F (°C)

T_L = température minimale de service, °F (°C)

E = déplacement (sortie) maximal du piston (po)

Exemple 11

Si la température ambiante à laquelle on utilise un tronçon droit de tuyauterie varie d'un minimum de 40 °F à un maximum de 90 °F, et que la température au moment de l'installation est de 68 °F, quel doit être le déplacement du piston d'un T.E.D. de 6 po lors de l'installation?

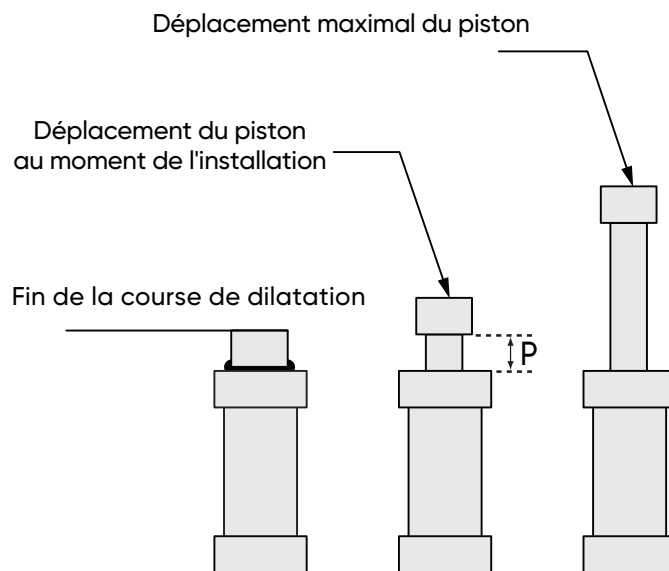
Connaissant: T_M = 90 °F, T_A = 60 °F, T_L = 40 °F, L = 6 po

$$P = \frac{90 - 68}{90 - 40} \times 6$$

$$P = 2,64 \text{ po}$$

Le déplacement du piston au moment de l'installation doit donc être de 2.64 po.

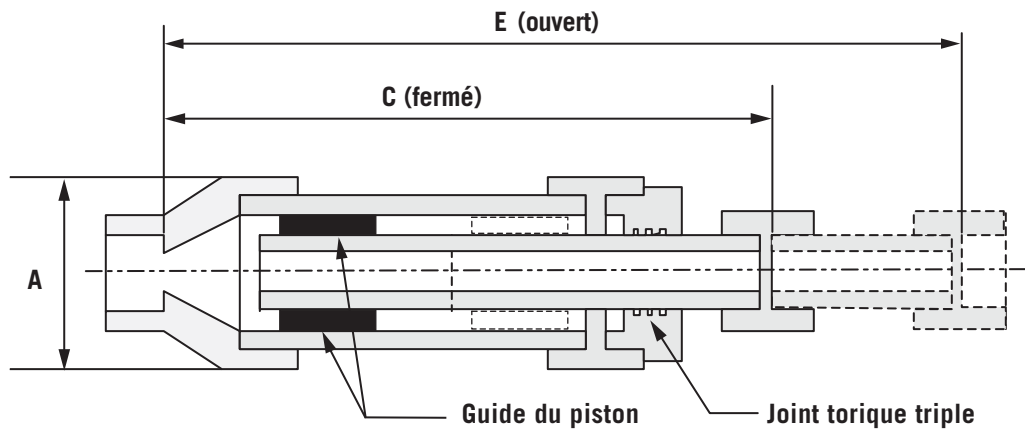
Figure 5 – Joint de dilatation



Caractéristiques techniques et dimensions d'un T.E.D.

Le T.E.D., offert en PVC et en PVCC, possède des joints toriques en EPDM ou en FPM afin de satisfaire aux exigences de toutes les applications.

Figure 6 - Dispositif de dilatation télescopique de IPEX



Diamètre nominal (po)	A (po)	Course 6 po (L = 6)		Course 12 po (L = 12) maximale		Pression à 73°F (psi)
		C (po)	E (po)	C (po)	E (po)	
1/2	2,80	12,75	18,75	18,75	30,75	235
3/4	2,80	12,75	18,75	18,75	30,75	235
1	2,80	11,75	17,75	17,75	29,75	235
1 1/2	4,20	12,75	18,75	18,75	30,75	235
2	4,20	12,00	18,00	18,00	30,00	235
3	5,20	16,25	22,25	22,25	34,25	150
4	7,80	15,25	21,25	21,25	33,25	150

Note: lorsque la température du fluide dans le système est supérieure à 73 °F (23 °C), utiliser le facteur de correction de température approprié. Voir le tableau 9.

Coup de bélier / Pointe de pression

Les pointes de pression dues aux coups de bélier doivent être prises en compte lors de la conception d'un système de tuyauterie. Une augmentation de pression momentanée se produit lorsqu'on interrompt brusquement l'écoulement d'un liquide, par suite de l'inertie de ce dernier. L'augmentation de pression s'accroît avec la vitesse d'écoulement du liquide, la longueur du système de tuyauterie à partir de la source de liquide ou avec une augmentation de la vitesse d'établissement ou d'arrêt de l'écoulement. Un choc hydraulique se produit par exemple lors de l'ouverture ou de la fermeture brusque d'un robinet, ou encore lors de la mise en marche d'une pompe alors que la tuyauterie de refoulement est vide. Lorsque la disposition d'un système de tuyauterie a été bien conçue, on réduit le risque d'endommagement par choc hydraulique. En suivant les consignes ci-après, on peut éviter des problèmes:

- 1) Dans tout système de tuyauterie, y compris en thermoplastique, on peut atténuer les effets d'un choc hydraulique en ne dépassant pas une vitesse d'écoulement du liquide de 5 pi/s, même lorsqu'on utilise des robinets à fermeture rapide (électrovannes par exemple).
- 2) En spécifiant une durée de fermeture pour les robinets équipés d'actionneurs, on réduit le risque d'ouverture ou de fermeture accidentelle trop rapide. Dans le cas des actionneurs pneumatiques et à ressort de rappel, il peut être nécessaire d'installer un robinet sur la conduite d'alimentation en air, pour ralentir le cycle de fonctionnement du robinet.
- 3) Déterminer le débit au démarrage de la pompe et aussi lors de la période d'arrêt. Évaluer aussi, le cas échéant, la quantité d'air introduite au démarrage de la pompe.
- 4) Dans la mesure du possible, lorsqu'on fait démarrer une pompe, fermer partiellement le robinet sur la conduite de refoulement, afin de réduire le volume de liquide en accélération dans le système. Lorsque la pompe a atteint son régime normal et que la conduite est entièrement remplie, on peut ouvrir lentement le robinet.
- 5) Utiliser les dispositifs de lutte contre les surpressions et les colonnes montantes de façon judicieuse, en créant un volume de stockage lors d'une surpression et en minimisant le phénomène de séparation de colonne. On peut prévoir un clapet de non-retour à proximité d'une pompe pour s'assurer que la conduite de refoulement reste pleine.
- 6) Prévoir des casse-vide et des purgeurs d'air bien dimensionnés, afin de maîtriser la quantité d'air admise dans le système ou évacuée de ce dernier.

Note: la pratique industrielle courante veut que, dans un système comprenant des robinets à fermeture rapide ou soumis à des pointes de pression cycliques, la pression nominale d'un raccord ne dépasse pas 60 % de celle du tuyau correspondant.

Pour le calcul des coups de bélier, on utilise la théorie des ondes élastiques. La formule de calcul d'une surpression dans un liquide, en supposant la fermeture instantanée d'un robinet, est la suivante :

$$p = \frac{d}{g}$$

$$a = \frac{\left[\sqrt{\frac{K}{\rho}} \right] \times 12}{\sqrt{1 + \left[\frac{K}{E} \right] \times (DR - 2)}}$$

$$P_s = \frac{d \times a \times V}{144 \times g}$$

Où:

- P = masse volumique du fluide / accélération de la pesanteur (slugs/pi³)
- a = vitesse de l'onde de pression (pi/s)
- K = module de compression du fluide (psi)
- E = module d'élasticité de la tuyauterie (psi)
- DR = rapport de dimension de la tuyauterie
- g = accélération constante due à la gravité (32,17 pi/s²)
- d = masse volumique (g/cm³)
- V = variation de vitesse (pi/s)
- P_s = pointe de pression maximale (psi)

Exemple 12

On ferme brusquement un robinet installé sur une tuyauterie en PVC de 2 po, Schedule 80, transportant un fluide dont la densité relative est de 1,2, à un débit de 30 GPM (américains). La pression dans le système est de 160 psi à la température ambiante. Dans ces conditions, déterminer la pointe de pression et établir si le système peut y résister.

Connaissant:

- d = 1,2 (g/cm³) ou 74,914 lb/pi³
- g = 32,174 pi/sec²
- K = 313,000 psi (pour l'eau)
- E = 400,000 psi (from Table 13 or Table 15)
- DR = 11 (d'après le Tableau A-14 Dimensions, poids et pressions nominales)
- V = 30 gpm ou 3,35 pi/s
- $p = \frac{74,914}{32,174}$
- $p = 2,328$
- $a = \frac{\left[\sqrt{\frac{313000}{2,328}} \right] \times 12}{\sqrt{1 + \left[\frac{313000}{400000} \right] \times (11 - 2)}}$
- a = 1551,514
- $P_s = \frac{74,914 \times 1551,514 \times 3,35}{144 \times 32,174}$
- P_s = 84,04

Pression totale dans la conduite = 84 + 160 = 244 psi

La pression nominale d'un tuyau en PVC de 2 po et de Schedule 80 est de 400 psi; par conséquent, le système peut largement résister à une pression totale de 244 psi.

Afin d'empêcher l'apparition d'une surpression trop élevée à la suite de la fermeture rapide d'un robinet, on peut calculer la durée minimale de fermeture. À cet effet, on utilise la formule suivante :

$$T = \frac{2 \times L}{a}$$

Où:

- T = durée minimale de fermeture (s)
- L = longueur de tuyauterie entre le robinet et l'endroit de décharge (pi)
- a = vitesse d'écoulement du fluide (pi/s)

Exemple 13

Une tuyauterie en PVC de 2 po, Schedule 40, de 250 pieds de longueur, est raccordée à un réservoir. La vitesse d'écoulement dans cette conduite de 2 po est de 5 pi/s. Quelle est la durée minimale de fermeture d'un robinet à respecter pour empêcher une pointe de pression instantanée?

Étape 1: calculer la vitesse de l'onde de pression (a)

Connaissant:

- d = 0,9975 (g/cm³) ou 62,272 lb/pi³
- g = 32,174 pi/sec²
- K = 313 000 psi (pour l'eau)
- E = 400 000 psi (d'après le tableau 13 ou le tableau 15)
- DR = 16 (d'après le Tableau A-14 Dimensions, poids et pressions nominales)
- V = 5 pi/s

$$p = \frac{62.272}{32.174}$$

$$p = 1.935$$

$$a = \frac{\left[\sqrt{\frac{313000}{1.935}} \right] \times 12}{\sqrt{1 + \left[\frac{313000}{400000} \right] \times (16 - 2)}}$$

$$a = 1395,69$$

Étape 2: calculer la durée critique

$$T = \frac{2 \times 250}{1395,69}$$

$$T = 0,36 \text{ secondes}$$

Dans ce cas, si on met plus de 0,36 seconde à fermer le robinet, on considère comme négligeable la pointe de pression. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de réduire la pression nominale des raccords.

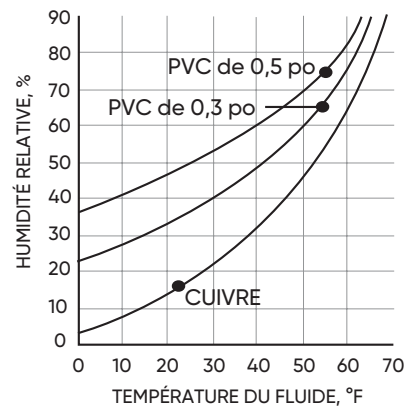
Conductivité thermique

Par rapport aux matériaux de tuyauterie traditionnels, la conductivité thermique du thermoplastique est faible et ce matériau se comporte essentiellement comme un isolant. De par ses propriétés isolantes, un plastique possède un avantage important par rapport aux matériaux traditionnels, en ce sens qu'il retarde ou empêche le suintement ou la formation de condensation sur la paroi des tuyauteries. Dans certains cas, on peut même complètement éliminer l'isolation en utilisant du vinyle pour les conduites d'eau froide ou réfrigérée. Le tableau 14 donne la conductivité thermique de plusieurs matériaux.

La conductivité thermique s'exprime en BTU/h/pi²/°F/po, la BTU/h ou British Thermal Unit par heure se définit comme étant l'énergie nécessaire pour augmenter la température d'une livre d'eau de un degré Fahrenheit en une heure. Pi² correspond à une surface de transfert de chaleur de un pied carré. Po correspond à un pouce d'épaisseur de paroi de tuyauterie.

Le graphique illustré par la figure 7 montre dans quelle mesure un produit de tuyauterie en vinyle peut empêcher la formation de la condensation à différentes températures du fluide de procédé. Par exemple, le cuivre, bon conducteur de la chaleur, perd 2 700 BTU par heure par pied carré de surface, pour une épaisseur de paroi de 1 po, tandis que le vinyle ne perd que 1,2 BTU/h. Remarque que si on réduit l'épaisseur du vinyle à 0,25 pouce, les pertes thermiques sont multipliées par 4.

Figure 7 – Humidité relative à laquelle de la condensation se forme sur la paroi d'une tuyauterie



Épaisseur de paroi (po)	Tuyau en vinyle Schedule 40	Tuyau en vinyle Schedule 80
0,3	1/2 po à 6 po	1/4 po à 3 po
0,5	8 po à 16 po	4 po à 8 po

Tableau 14 - Coefficients de conductivité thermique

Matériau	BTU/h/pi ² /°F/po	W/m/°K
PVCC	0,95	0,137
PVC	1,20	0,1731
Verre	8	1,1538
Acier au carbone	360	51,922
Aluminium	1 000	144,23
Cuivre	2 700	389,42

Pour un calcul approximatif des pertes ou des gains thermiques dans le cas d'une tuyauterie en matière plastique non isolée, exposée à un air calme, on peut utiliser la formule suivante :

$$q = \frac{\pi L \times (D_o - D_i)}{\ln \left(\frac{D_o}{D_i} \right)} \times K \times \frac{\Delta t}{(r_o - r_i)}$$

Où :

- q = Taux de conduction thermique
- Dt = Différence de température (°F)
- Do = Diamètre extérieur moyen (pi)
- Di = Diamètre intérieur moyen (pi)
- ro = Rayon extérieur moyen (po)
- ri = Rayon intérieur moyen (po)
- L = Longueur (pi)
- K = Coefficient de transfert thermique $\frac{\text{Btu} \times \text{in}}{\text{h} \times \text{ft}^2 \times \text{°F}}$
- ln = Logarithme naturel
- p = 3,14

Noter que, dans des cas plus complexes, le calcul des pertes ou des gains thermiques doit s'effectuer en tenant compte d'autres paramètres comme, par exemple, le coefficient de transfert de chaleur, la conductivité du fluide, la capacité thermique du fluide, la viscosité, la température de l'air et la vitesse de l'air. Pour de plus amples informations, se reporter aux manuels d'ingénierie.

Utilisation sous vide

On utilise souvent des tuyaux en vinyle pour des conduites d'aspiration ou sous vide. Vide absolu ou une atmosphère standard = 14,676 psi ou 29,87 pouces de mercure. Un vide total correspondant à une atmosphère ne peut se produire qu'au niveau de la mer et diminue de 0,5 psi par tranche de 1 000 pieds au-dessus du niveau de la mer.

Les tuyaux en PVC Schedules 40/80 et définis par une classe d'épaisseur (série) peuvent être utilisés sous vide, à la température ambiante, jusqu'à un diamètre de 24 po. À haute température, utiliser les facteurs de correction de température indiqués dans le tableau 9, pour déterminer la pression nominale appropriée et savoir si les conditions de service conviennent. Dans le cas d'un anneau circulaire soumis à une pression extérieure ou à un vide intérieur uniforme, la pression critique de flambage se calcule de la manière suivante :

$$P_{cr} = \frac{2EC}{(1-\sigma^2)} \left[\frac{t}{D_o - t} \right]^3$$

- P_{cr} = pression critique de flambage (psi)
- E = module d'élasticité (psi)
- C = facteur de correction de pression critique
- σ = coefficient de Poisson
- t = épaisseur minimum de paroi de tuyau (po)
- D_o = diamètre extérieur

Note : dans le cas d'une tuyauterie non encastrée, non fléchiée et non enterrée, le facteur de correction de pression critique de flambage (C) est de 1,0. Pour une tuyauterie enterrée, se reporter à la section ci-après, sur les tuyauteries souterraines utilisées sous vide.

Tableau 15 – Module d'élasticité à température élevée (E)

Matériau de tuyauterie	Temp, °F	Temp, °C	E, psi
PVC	73	23	400 000
	90	32	372 000
	110	43	336 000
	140	60	280 000
PVCC	73	23	423 000
	90	32	403 000
	110	43	371 000
	140	60	323 000
	180	82	269 000
	210	93	220 000

Exemple 14

Tuyauterie aérienne utilisée sous vide

Un système de tuyauterie de procédé, utilisé à une température de service de 90 °F, possède une conduite d'aspiration dans laquelle le vide est total (-29,86 po de Hg (mercure) ou -14,67 psi). Déterminer si une tuyauterie en PVC de 3 po, Schedule 80, peut être utilisée dans ces conditions.

Connaissant :

- σ = 0,38 (d'après le tableau 1, Propriétés physiques)
- E = 372 000 psi (d'après le tableau 15, Module d'élasticité à température élevée)
- D_o = 3,5 po (d'après le Tableau A-14 Dimensions, poids et pressions nominales)
- t = 0,3 po (d'après le Tableau A-14 Dimensions, poids et pressions nominales)
- C = 1 (le système est installé au-dessus du sol)
- P_{cr} = 716 psi

$$P_{cr} = \frac{1 \times 2 \times 372000}{(1 - 0,38^2)} \left[\frac{0,3}{3,5 - 0,3} \right]^3$$

Par conséquent, la tuyauterie peut s'utiliser sous vide dans ces conditions, car la pression critique de flambage est supérieure au vide exigé.

Installation souterraine

Un tuyau trop ovalisé ou trop fléchi possède une résistance au flambage inférieure à celle d'un tuyau circulaire. Pour ces formes elliptiques, la pression critique de flambage se calcule à l'aide d'un facteur de correction «C», selon le graphique illustré par la figure 8.

Pour une tuyauterie enterrée ou installée de sorte que le sol ou le matériau entourant la tuyauterie procure une certaine résistance au flambage ou à la déflexion, la pression de flambage (P_b) dans le sol est égale à :

$$P_b = 1,15 \sqrt{P_{cr} E'}$$

Où :

P_b = pression de flambage dans un sol donné (psi)

P_{cr} = pression critique de flambage (psi)

E' = module de réaction du sol (psi)

Figure 8 – Facteur de correction de pression critique de flambage (C) pour une tuyauterie souterraine

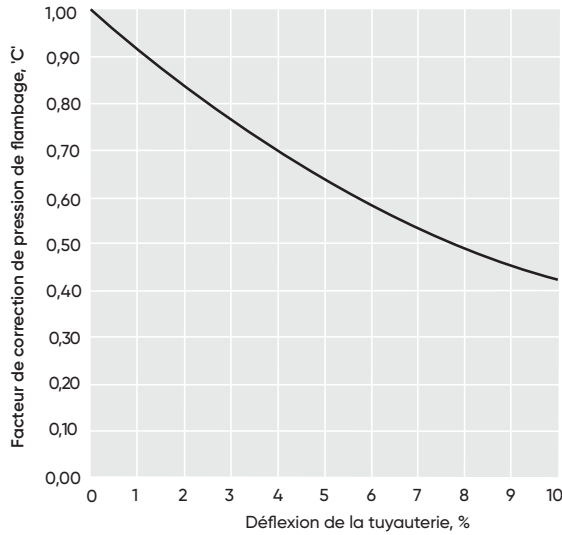


Tableau 16 – Valeurs moyennes du module de réaction du sol (E')*

Matériau d'assise de la tuyauterie	E'			
	En fonction du degré de compactage du matériau de remblayage (psi)			
Type de sol	En vrac	Léger, <85% de densité Proctor	Modéré, 85-95% de densité Proctor	Élevé, >95% de densité Proctor
Sols à grains fins (<25% de particules grossières)	50	200	400	1000
Sols à grains fins (>25% de particules grossières)	100	400	1000	2000
Sols à gros grains (particules fines <12%)	200	1000	2000	3000
Gravillon	1000	3000	3000	3000

*Source: Manuel Uni-Bell sur les tuyauteries en PVC

Note : ces valeurs sont valables pour un remblayage de moins de 15 pi. Le tableau ne comprend aucun facteur de sécurité; c'est pourquoi un coefficient de déflexion approprié doit être utilisé dans les calculs de déflexion à long terme.

Exemple 15

Installation souterraine utilisée sous vide

On doit retirer des produits chimiques d'un réservoir souterrain faisant partie d'une usine de traitement des eaux usées. La température de service du système est de 73 °F. La tuyauterie est enterrée à 15 pieds de profondeur dans du sable et du gravier propres, dont la densité Proctor est de 90 % et la masse volumique de 120 lb/pi³. Est-ce que, dans ces conditions de service, une tuyauterie en PVC de 4 po, de Schedule 80, peut résister à un vide total (-14,7 psi)?

Connaissant :

- db = 15 pi
- w = 120 lb/pi³ - valeur basée sur un sol dont la masse volumique apparente est de 1,93 g/cm³ (pour des renseignements plus précis, se reporter aux manuels d'ingénierie sur les sols et en particulier aux parties consacrées au calcul de la masse volumique)
- E = 400 000 psi (d'après le tableau 15, Module d'élasticité à température élevée)
- σ = 0,38 (d'après le tableau 1, Propriétés physiques)
- DR = 13 (d'après le Tableau A-14, Dimensions, poids et pressions nominales)
- D_o = 4,5 po (d'après le Tableau A-14, Dimensions, poids et pressions nominales)
- t = 0,337 po (d'après le Tableau A-14, Dimensions, poids et pressions nominales)
- E' = 2000 psi (d'après le tableau 16, Module de réaction du sol)
- K = 0,11 (facteur de remblayage standard)

Le calcul de la pression réelle de flambage s'effectue en plusieurs étapes. En premier lieu, on détermine la déflexion réelle dans ces conditions. Cela permet ensuite d'obtenir le bon facteur de correction de pression de flambage à partir du graphique. On peut enfin calculer la pression de flambage de la tuyauterie, ainsi que la pression de flambage du sol.

Étape 1: calcul de la déflexion réelle

(A) Déterminer la charge de terre

$$P_e = db \times w$$

Où :

- P_e = charge de terre (lb/pi²)
- db = profondeur d'enfouissement (pi)
- w = masse volumique du sol (lb/pi³)
- P_e = 15 x 120
- = 1 800 lb/pi² ou 12,5 lb/po²

(B) déterminer la raideur de la tuyauterie

$$P_s = 4,47 \times \frac{E}{(DR-1)^3}$$

Où :

- P_s = raideur de la tuyauterie (psi)
- E = module d'élasticité
- DR = rapport de dimension

$$P_s = 4,47 \times \frac{400000}{(13-1)^3} = 1035 \text{ psi}$$

(C) déterminer la déflexion réelle de la tuyauterie

$$D_f = \frac{K \times P_e}{(0,149 \times P_s + 0,061 \times E')} \times 100\%$$

Où :

- D_f = déflexion de la tuyauterie (%)
- P_e = charge de terre (lb/pi²)
Note: Les unités (lb/po²) peuvent aussi s'afficher (psi)
- K = facteur de remblayage standard
- P_s = raideur de la tuyauterie (psi)
- E' = module de réaction du sol

$$D_f = \frac{0,11 \times 12,5}{(0,149 \times 1035 + 0,061 \times 2000)} \times 100\% = 0,497\%$$

Étape 2: déterminer le facteur de correction de pression «C» à partir du graphique de la figure 8

$$C = 0,94$$

Étape 3: déterminer la pression critique de flambage de la tuyauterie

$$P_{cr} = \frac{2EC}{(1 - \sigma^2)} \left[\frac{t}{D_o - t} \right]^3$$

Connaissant :

- σ = 0,38 (d'après le tableau 1, Propriétés physiques)
- E = 400 000 psi (d'après le tableau 15, Module d'élasticité à température élevée)
- D_o = 4,5 po (d'après le Tableau A-14, Dimensions, poids et pressions nominales)
- t = 0,3 po (d'après le Tableau A-14, Dimensions, poids et pressions nominales)
- C = 0,94

$$P_{cr} = \frac{0,94 \times 2 \times 400000}{(1 - 0,38^2)} \left[\frac{0,3}{4,5 - 0,3} \right]^3$$

$$P_{cr} = 320 \text{ psi}$$

Étape 4: déterminer la pression critique de flambage du sol

$$P_b = 1,15 \sqrt{P_{cr} E'}$$

Connaissant :

$$P_{cr} = 320 \text{ psi}$$

$$P_b = 1,15 \sqrt{320 \times 2000}$$

$$E' = 2000 \text{ psi (d'après le tableau 16, Module de réaction du sol)}$$

$$P_b = 920 \text{ psi}$$

La tuyauterie peut donc résister à un vide complet.

Déflexion

Du point de vue de la déflexion, un thermoplastique est considéré comme étant un matériau de tuyauterie flexible plutôt que rigide. Autrement dit, la tuyauterie a tendance à fléchir sous une charge plutôt qu'à se fissurer. La valeur de la déflexion se calcule à partir de la profondeur d'enfouissement, de la rigidité de la tuyauterie et de la valeur de la charge (sol, circulation) sur la tuyauterie. Bien que la déflexion maximale admissible soit de 7,5 %, le flambage critique se produit à 30 %, le facteur de sécurité étant donc de 4. Pour de plus amples informations, se reporter à la section 3 Installation souterraine.

Drainage

Dans une installation de drainage, les systèmes de tuyauterie sont habituellement utilisés à basse pression, peuvent n'être remplis qu'à moitié et installés horizontalement ou avec une légère pente. Les pertes de charge dans un canal à surface libre se calculent à l'aide de la formule de Manning.

$$V = \frac{(1,49) R^{0,67} S^{0,5}}{n}$$

Où :

- V = vitesse moyenne d'écoulement (pi/s)
- R = rayon hydraulique (pi)
- S = pente (pi/pi)
- n = coefficient de rugosité

Les valeurs du coefficient de rugosité (n) ont été obtenues à partir de nombreux essais sur des tuyauteries réelles. Le tableau 17 indique les valeurs courantes de ce coefficient. Le tableau 18 présente d'autres informations sur le dimensionnement et les débits admissibles dans les systèmes de drainage.

Tableau 17 – Coefficients de rugosité de Manning (n)

Matériau	n
PVC / PVCC	0,009
Surface à fini poli	0,010
Béton	0,013
Fonte	0,015
Métal ondulé	0,022

Comme le montre le tableau 17, parmi les tuyauteries courantes, ce sont les tuyauteries en PVC et en PVCC qui ont les parois intérieures les plus lisses. Noter également que si l'on maintient une vitesse d'autocourage supérieure ou égale à 2 pi/s, la tuyauterie résiste à la croissance bactérienne et au dépôt de particules, les pertes de charge étant ainsi réduites au minimum et le débit de conception du système étant conservé sur toute la durée de vie de l'installation.

Tableau 18 – Débit dans un système de drainage en PVC

Dia. de tuyau (po)	Pente		Débit		Vitesse (pi/s)
	po/pi	%	(gpm) US	(pi ³ /s)	
2	1/2	4,2	27	0,061	2,80
3	1/2	4,2	81	0,180	3,67
4	1/2	4,2	174	0,390	4,47
6	3/16	1,5	309	0,687	3,50
8	1/16	0,5	420	0,937	2,68
10	1/16	0,5	761	1,700	3,12
12	1/16	0,6	1239	2,760	3,51
14		0,2	1074	2,390	2,24
16		0,2	1484	3,310	2,35

* **Note** : les débits ont été établis en se basant sur une tuyauterie pleine. (Source : manuel ASPE)

Exemple 16

Un système de drainage constitué par une tuyauterie de 2 po, Schedule 40, en PVC, a 200 pieds de longueur. La pente du système est de 1/4 po par pi. Calculer le débit

$$V = \frac{(1,49) R^{0,67} S^{0,5}}{n}$$

$$Q = A \times V$$

Où :

$$Q = \text{débit (pi}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{aire de la section transversale du tuyau } (\pi r^2)$$

Connaissant :

$$D_i = 2,047 \text{ po (d'après le Tableau A-14, Dimensions, poids et pressions nominales)}$$

$$R = D_i/4 = (2,047/4) = 0,5112 \text{ po ou } 0,0426 \text{ pi}$$

$$n = 0,009 \text{ (d'après le tableau 17, Coefficient de rugosité de Manning)}$$

$$S = 1/4 \text{ po/pi ou } 0,0208 \text{ pi/pi}$$

$$A = 3,14 (0,0426/2)^2 = 0,023 \text{ pi}^2$$

$$V = \frac{(1,49)}{0,009} \times (0,0426)^{0,67} \times (0,0208)^{0,5}$$

$$V = 165,56 \times 0,121 \times 0,144 = 2,88 \text{ pi/sec}$$

$$Q = 2,88 \times 0,023 = 0,065 \text{ pi}^3/\text{sec ou } 29,2 \text{ gpm}$$

Par conséquent, le débit est de 29,2 gpm américains.

Raccords

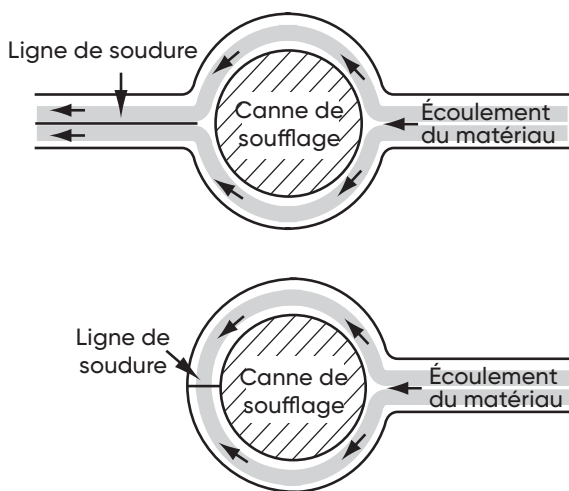
À la date de cette publication, il n'existe aucune norme officielle traitant de la pression nominale des raccords moulés dont l'épaisseur est définie par un schedule. Dans l'industrie, la pratique courante consiste à attribuer à un raccord la même pression nominale que la tuyauterie de diamètre et de schedule correspondants. Cependant, l'expérience nous montre que, dans un système comprenant des robinets à fermeture rapide ou dans lequel des pointes de pression cycliques peuvent se produire (comme c'est le cas dans la plupart des systèmes de procédés), la pression nominale des raccords doit être établie à 60 % de celle de la tuyauterie équivalente, pour avoir un facteur de sécurité suffisant.

Raccords moulés

Les ingénieurs, entrepreneurs et utilisateurs préfèrent habituellement les raccords moulés car ils ne comportent pas de soudure (meilleur écoulement), ont un rayon de courbure plus faible (ce qui exige moins d'espace) et des dimensions identiques (plus faciles à installer). De plus, un raccord moulé a une plus belle apparence qu'un raccord préfabriqué. Ce point peut avoir de l'importance dans le cas d'une tuyauterie exposée (aquarium, adduction d'eau, etc.).

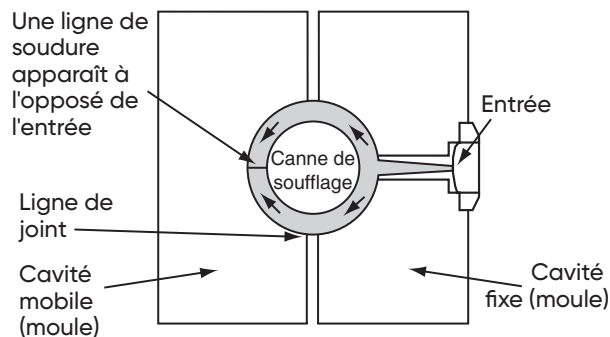
Lignes de soudure

Sur un raccord moulé, une ligne de soudure est une ligne visible, à la fois de l'intérieur et de l'extérieur, à l'endroit où la matière plastique fusionne durant l'opération de moulage par injection.



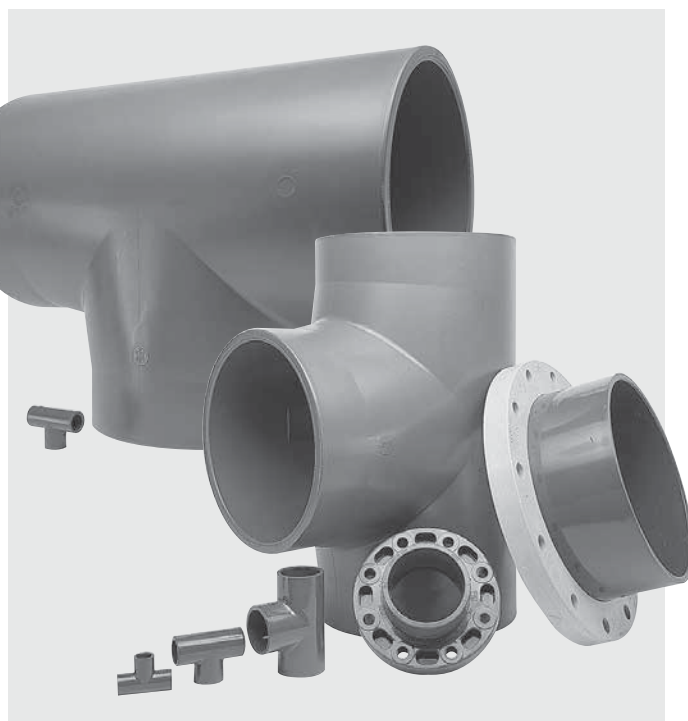
CHAQUE raccord moulé par injection possède une ligne de soudure. Elle apparaît à l'endroit où les deux courants de matériau se rejoignent après passage autour d'une canne de soufflage.

Ne pas confondre une ligne de soudure avec une ligne de joint, qui apparaît également sur un raccord moulé. La ligne de joint est formée par les deux moitiés d'un moule.



Une ligne de joint est habituellement beaucoup plus visible qu'une ligne de soudure.

Grâce aux progrès continuels de la technologie du moulage par injection, les fabricants ont élargi leurs gammes de raccords moulés. IPEX est l'un des très rares fabricants à pouvoir mouler des raccords de Schedules 40 et 80 en PVC et de Schedule 80 en PVCC, dans les diamètres de 10 po et 12 po. IPEX offre ainsi l'une des gammes les plus complètes et les plus avancées, du point de vue de la technologie, de l'industrie. Les raccords moulés par injection Xirtec en PVC et Xirtec en PVCC de IPEX sont fabriqués selon les normes ASTM.



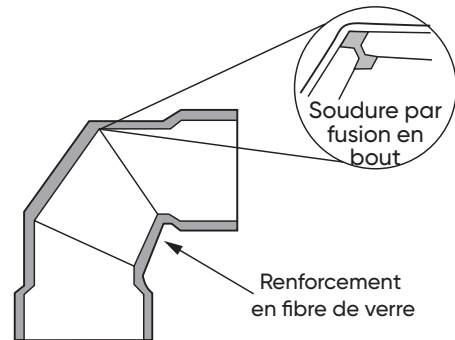
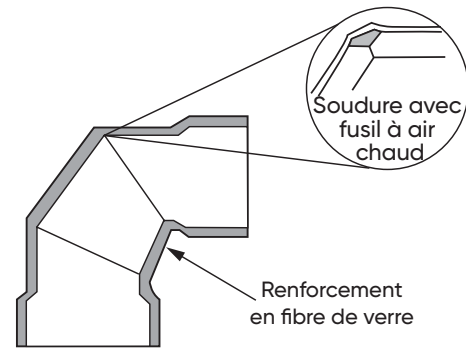
Raccords préfabriqués

Les raccords préfabriqués de IPEX sont des composants à haute intégrité, conçus et étudiés pour satisfaire aux exigences rigoureuses des tuyauteries de procédés. Dans les grands diamètres (au-dessus de 8 po), les raccords préfabriqués sont composés d'onglets de tuyaux en matière plastique de IPEX, soudés ou fusionnés bout à bout, puis renforcés de fibre de verre. Les raccords sur mesure ou les raccords standards comme, par exemple, les tés et les coudes, sont fabriqués selon ces techniques.

Le soudage par fusil à air chaud (ou à la baguette) est un procédé au cours duquel on soude des onglets de tuyaux au moyen d'une baguette et d'un fusil à air chaud. On commence par chanfreiner les bords extérieurs des onglets. On aligne ensuite les bords extérieurs des onglets et on les maintient fermement en place. On place une baguette de soudure sur le joint. On chauffe la baguette à l'aide du fusil à air chaud et on dépose ainsi plusieurs cordons de soudure sur le périmètre du joint. La surface extérieure des onglets et la baguette fondent simultanément sous l'effet de la chaleur. Au fur et à mesure que le matériau se refroidit et durcit, une liaison permanente se crée entre les deux pièces.

La fusion en bout est un procédé de soudage servant aussi à faire fondre les bords des deux onglets de tuyaux à raccorder. Cependant, durant la fusion bout à bout, on applique une énorme pression sur les tuyaux, ce qui augmente la masse volumique du matériau au niveau de la soudure. De ce fait, le degré de pénétration de la chaleur et les dimensions de la surface soudée, dans une soudure par fusion en bout, sont plus grands que pour une soudure par fusil à air chaud. Par conséquent, une soudure par fusion en bout a une plus grande résistance qu'une soudure par fusil à air chaud et c'est donc la technique à préférer. À cause des différences de géométrie et de dimensions, tous les raccords ne peuvent pas être fabriqués par fusion en bout. Dans de tels cas, on utilise le soudage par fusil à air chaud.

Afin d'obtenir les plus hautes performances possibles et une intégrité équivalente (indépendamment de la technique de fabrication), IPEX enveloppe de fibre de verre ses raccords préfabriqués conçus pour une «pression nominale maximale». Cela se traduit par le fait que les raccords préfabriqués de IPEX (qu'ils soient soudés par fusil à air chaud ou par fusion en bout) ont des propriétés mécaniques et une résistance à la pression souvent supérieures à celles des tuyaux sur lesquels ils se raccordent. Les raccords, combinés aux tuyaux thermoplastiques de IPEX, forment un système complet et uniforme.



Raccords préfabriqués à pression nominale maximale

Robinetts

Sélection d'un robinet

Le choix d'un robinet dépend de sa fonction et de la manière dont on prévoit l'utiliser dans le système. En général, un robinet remplit au moins l'une des trois fonctions suivantes : (1) fermeture étanche, (2) étranglement et (3) protection contre une inversion du sens d'écoulement. Se reporter au tableau 19, Robinets thermoplastiques pour une liste détaillée des robinets IPEX utilisés dans les systèmes en vinyle.

1. Pour une utilisation en mode «tout ou rien», les robinets IPEX les plus courants sont :
 - à tournant sphérique
 - à papillon
2. Pour l'étranglement ou le réglage de débit, les robinets IPEX les plus courants sont :
 - à membrane
 - à papillon
3. Pour empêcher une inversion du sens d'écoulement ou un refoulement, les robinets IPEX les plus courants sont :
 - les clapets de non-retour à boule
 - les clapets de non-retour à piston
 - les clapets de non-retour à battant

Du fait qu'il peut y avoir plus d'un choix pour une fonction donnée, on peut raffiner le processus de sélection en tenant compte des caractéristiques spécifiques au système :

- corrosivité
- caractère abrasif
- viscosité
- température
- pression
- Compatibilité des composants du robinet (siège de corps surélevé, tige, siège, etc.) avec le fluide transporté,
- Exigences d'encombrement
- Contraintes de poids
- Exigences d'utilisation
 - les robinets à commande manuelle offrent un choix de leviers, commandes par engrenage et poignées, selon le diamètre.
 - les robinets commandés à distance peuvent recevoir un actionneur électrique ou un actionneur pneumatique.

Robinetts motorisés

Les robinets à obturateur tournant comme, par exemple, les robinets à tournant sphérique, les robinets à papillon et les robinets à membrane peuvent être équipés d'un actionneur automatique. Un actionneur, qu'il soit à alimentation électrique ou pneumatique, permet de faire fonctionner un robinet selon une séquence automatique.

La demande en robinets motorisés croît constamment, à cause de l'augmentation continue des coûts de main-d'œuvre, associés aux robinets à commande manuelle (particulièrement dans les endroits éloignés). L'une des raisons pour lesquelles les robinets motorisés sont si appréciés, c'est qu'ils permettent de consacrer des heures précieuses à des tâches plus productives. Les robinets motorisés permettent aussi d'augmenter les profits et la productivité, de contrôler plus étroitement les procédés vitaux et d'éliminer l'erreur humaine.

L'utilisation d'un robinet motorisé présente les avantages suivants :

- adaptation facile et économique à une modulation intégrale
- fonctionnement automatique en séquence dans les systèmes étagés ou assurant des opérations de mélanges multiples, qui sont difficiles, sinon impossibles, à coordonner manuellement
- offre diverses options peu coûteuses et économiques en main-d'œuvre, qui s'adaptent plus étroitement aux exigences des procédés et aux environnements industriels
- offre une sécurité en cas de défaillance et élimine toute intervention de l'opérateur sur un robinet manuel installé sur un fluide dangereux.

Sélection d'un actionneur

Le choix d'un actionneur ne doit pas être dicté uniquement par les caractéristiques ou le coût de ce dernier. Il faut également tenir compte du coût d'alimentation de l'actionneur en énergie, ainsi que de l'installation et de l'entretien, de la durée de vie et des possibilités de remplacement futur.

Il existe deux types fondamentaux d'actionneurs : électrique et pneumatique. Lorsqu'on dispose à la fois d'électricité et d'air, il faut commencer par choisir le type d'énergie à utiliser. Bien que les actionneurs électriques et pneumatiques produisent à peu près le même couple nominal de sortie, dans les diamètres supérieurs ou égaux à 4 po, les actionneurs pneumatiques sont habituellement moins chers. Cependant, dans les petits diamètres, un actionneur électrique, de par sa légèreté et sa facilité d'installation, constitue un choix idéal pour de nombreuses applications.

Il faut également tenir compte de la commande de vitesse d'un actionneur pneumatique et d'un actionneur électrique. En effet, une fermeture trop rapide d'un robinet alors que le fluide s'écoule, peut provoquer un coup de bélier, causant des dommages au robinet et à la tuyauterie raccordée. La vitesse de manœuvre des actionneurs électriques et pneumatiques peut être choisie spécifiquement en fonction de l'application. Certains actionneurs pneumatiques peuvent se régler une fois installés sur une conduite, afin d'obtenir la bonne durée de cycle de fonctionnement pour une application donnée.



Tableau 19 – Robinets thermoplastiques en PVC et PVCC de IPEX

Le tableau suivant ne doit être considéré que comme un guide, car tous les robinets ne sont pas offerts dans toutes les combinaisons de diamètres, matériaux, raccordements et pressions. Toujours se reporter à la section concernant le style de robinet considéré pour les renseignements détaillés et les performances techniques.

Séries de robinets	Type de robinet	Diamètres (po)	Matériaux	Raccordements d'extrémité	Pression nominale ((psi
VKD	À tournant sphérique	à 4 1/2	PVC, PVCC, PP	TU (S, T), Sm, F	jusqu'à 232
VXE	À tournant sphérique	*à 6 1/2	PVC, PVCC	TU (S, T), F	jusqu'à 232
VEE	À tournant sphérique	à 4 1/2	PVC	(TU (S, T	232
MP	Tournant sphérique à encombrement réduit	à 2 1/2	PVC	S, T	150
TKD	À tournant sphérique 3 voies	à 2 1/2	PVC, PVCC	(TU (S, T	232
VKR	Régulation à tournant sphérique	à 2 1/2	PVC, PP, PVDF	TU (S,T), Sm, F	jusqu'à 232
FK	À papillon	à 16 1/2 1	Corps : PP Disque : PP, PVC, PVCC, PVDF et ABS	(F (W, L	jusqu'à 150
FX	À papillon	à 12 1/2 1	Corps : PVC Disque : PP ou PVC	(F (W, L	jusqu'à 150
FE	À papillon	à 12 1/2 1	PVC	(F (W	jusqu'à 150
VM	À membrane	à 4 1/2 (à 110 (mm 20	PVC, PVCC, PP, PVDF	TU (S, T), F, Sp, Sm	150
DV	À membrane	à 6 1/2	PVC	F	150
CM	À membrane, compact	1/2 (à 20 (mm 16	PVC, PVCC, PP, PVDF	TU (S, T), Sp, Sm	90
DKD	À membrane	à 2 1/2	PVC	TU (S, T), Sp	120
SXE	Clapet à boule	à 4 1/2	PVC, PVCC	(TU (S, T	232
SSE	Clapet de non-retour à ressort	à 4 1/2	PVC	(TU, (S,T	232
VR	Clapet à piston	à 4 1/2	PVC	TU (S, T), S, T, F	(à 1 po 1/2) 232 (à 2 po 1/4 1) 150 (à 4 po 3) 90
SC	Clapet à battant	à 8 3	PVC	F	(po 3) 100 (à 8 po 4) 70
VA	Purgeur d'air	2, 1/4 1, 3/4	PVC	(SU (S, T	232
RV	Filtre	à 4 1/2	PVC, PVCC	TU (S, T), S, T, F	(à 1 po 1/2) 232 (à 2 po 1/4 1) 150 (à 4 po 3) 60
LV	Laboratoire	1/4	PVC	T	150
S12/22	Électrovanne	à 1/2 1/4	PVC	(TU, (S,T	jusqu'à 90

TU = à deux unions, SU = à simple union, S = à emboîtement (IPS), T = à visser (NPT), F = à brides (ANSI 150), W = corps méplat (sans brides), L = corps à oreilles, Si = à extrémité unie (IPS), Sm = à emboîtement (métrique), Sp = à extrémité unie (métrique)

* 4 pouces avec des extrémités augmentées (venturi)

(Se reporter également au manuel technique IPEX, Volume VII - Manuel sur les robinets thermoplastiques)

NOTES

SECTION TROIS : INSTALLATION

INTRODUCTION

Une bonne installation constitue un élément essentiel à la stabilité et à la robustesse d'un système. Si le système n'est pas installé dans les règles, il ne fonctionnera pas comme prévu et pourra même tomber en panne.

Dans cette section, on aborde tous les aspects de l'installation : méthodes d'assemblage, installations souterraines et aériennes, supports de tuyauterie, manutention et stockage, autres considérations comme, par exemple, l'accumulation d'air et les essais



MANUTENTION ET STOCKAGE



Le PVC et le PVCC sont des matériaux résistants et légers, dont le poids est le cinquième de celui de l'acier ou de la fonte. Les tuyaux fabriqués à partir de ce matériau se manipulent donc très facilement sur le chantier et on a tendance à les jeter. Prendre certaines précautions lors de la manipulation et du stockage, afin de ne pas endommager les tuyaux.

Les tuyaux en PVC et en PVCC doivent demeurer bien supportés. Éviter de les stocker en piles trop hautes, particulièrement lorsqu'il fait chaud, afin d'éviter que ceux du bas se déforment et deviennent difficiles à assembler.

Pour un stockage à long terme, supporter les tuyaux sur des râteliers, de façon continue sur toute leur longueur. En cas d'impossibilité, il est recommandé de prévoir, sous les tuyaux, des madriers ayant une largeur d'appui d'au moins trois pouces, à des intervalles ne dépassant pas trois pieds. Pour une pile rectangulaire, doubler l'intervalle sur les côtés. Ne pas stocker les tuyaux sur plus de sept couches de hauteur. Si le râtelier reçoit des tuyaux de plusieurs classes d'épaisseur, toujours placer ceux les plus épais au bas de la pile. Éviter d'utiliser des râteliers métalliques ayant des arêtes vives.

Lors d'un stockage temporaire au chantier, sans râteliers, veiller à ce que le sol soit de niveau et exempt d'objets coupants (pierres, etc.). Empiler les tuyaux pour les immobiliser, mais sans dépasser trois ou quatre couches de hauteur.

Les tuyaux sont souvent livrés en caisses. Décharger les caisses en prenant des précautions et ne pas se servir d'élingues métalliques ou de câbles d'acier. Au chantier, on peut empiler les caisses par quatre.

Les recommandations ci-dessus sont valables pour une température d'environ 80 °F (27 °C). Lorsque la température est plus élevée, ou lorsque les tuyaux sont enfilés les uns dans les autres (tuyaux de petit diamètre dans des tuyaux de plus grand diamètre), réduire la hauteur des piles. Cette réduction

de hauteur doit être proportionnelle au poids total des tuyaux contenus dans d'autres tuyaux : tenir compte du poids des tuyaux que l'on place normalement sur ces râteliers.

Comme la qualité d'un joint dépend de l'état de l'extrémité d'un tuyau, faire attention de ne pas endommager les extrémités lors du transport, du stockage et de la manutention. À basse température, la résistance aux chocs et la flexibilité des tuyaux en PVC et en PVCC diminue. La résistance aux chocs de ces matériaux de tuyauterie diminue au fur et à mesure que la température s'approche de 32 °F (0 °C) ou moins. Prendre des précautions lorsqu'on décharge et manipule ces tuyaux par temps froid. On peut endommager les tuyaux en les faisant tomber d'un camion ou d'un chariot élévateur à fourche. Les méthodes et techniques que l'on utilise normalement par temps chaud peuvent ne pas convenir par temps froid.

Lorsqu'on charge des tuyaux sur un véhicule, éviter tout contact avec des arêtes vives (cornières en acier, têtes de clous, etc.), afin de ne pas endommager ces tuyaux.

Au cours du transport, les tuyaux doivent rester bien fixés et supportés sur toute leur longueur; ils ne doivent jamais dépasser d'une remorque de camion sans être attachés.

Les tuyaux de grand diamètre peuvent se décharger en les faisant rouler doucement sur des madriers et en s'assurant qu'ils ne tombent pas les uns sur les autres, ni sur une surface inégale.

Exposition prolongée à l'extérieur

Les tuyaux en PVC et en PVCC ne s'endommagent pas en cas d'exposition prolongée aux rayons du soleil. Il peut cependant y avoir une légère décoloration des surfaces exposées, sous la forme d'un film d'aspect laiteux. Ce changement de couleur est l'indice d'une transformation chimique sans effet nuisible à la surface du tuyau. À l'endroit où les surfaces sont décolorées, il peut y avoir une légère réduction de la résistance aux chocs, mais pas suffisamment pour créer des problèmes lors de l'installation au chantier.

Protection – Mise à l'abri

On peut empêcher une décoloration des tuyaux en les mettant à l'abri des rayons du soleil. À cet effet, recouvrir la pile ou la caisse de tuyaux d'une toile opaque de couleur pâle. Lorsque les tuyaux sont recouverts, laisser l'air circuler dans ces derniers, afin d'éviter toute accumulation de chaleur par temps chaud. S'assurer que les tuyaux ne sont pas stockés à proximité de sources de chaleur, notamment les chaudières, les conduites de vapeur, les tuyaux d'échappement de moteurs, etc.

Protection – Peinture

Les tuyaux et raccords en PVC et en PVCC se protègent aisément contre l'oxydation par les rayons ultraviolets en leur appliquant une peinture au latex à l'eau à usage extérieur fortement pigmentée. La couleur de la peinture n'a pas d'importance particulière; le pigment joue simplement un rôle d'écran UV et empêche ainsi les changements de couleur. On recommande une couleur blanche ou autre couleur pâle car la température de la tuyauterie s'en trouve réduite. Appliquer la peinture au latex en couche épaisse et opaque sur des tuyaux et raccords bien nettoyés et légèrement poncés.

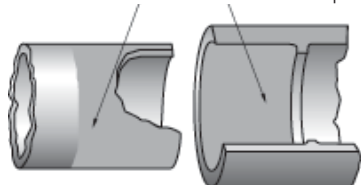
MÉTHODES D'ASSEMBLAGE – COLLAGE AU SOLVANT

Principes de base

La réalisation de façon régulière de joints étanches de qualité passe par la compréhension des points suivants :

1. Les surfaces à assembler doivent être ramollies et à l'état semi-fluide.
2. Mettre suffisamment de colle pour remplir l'espace entre le tuyau et le raccord.
3. Assembler le tuyau et le raccord lorsque les surfaces sont encore humides et la colle fluide.
4. La résistance d'un joint augmente au fur et à mesure que la colle sèche. Dans la partie du joint avec jeu serré, les surfaces ont tendance à fusionner; par contre, dans la partie du joint avec jeu large, la colle adhère aux deux surfaces.

Ces zones doivent être ramollies et pénétrées



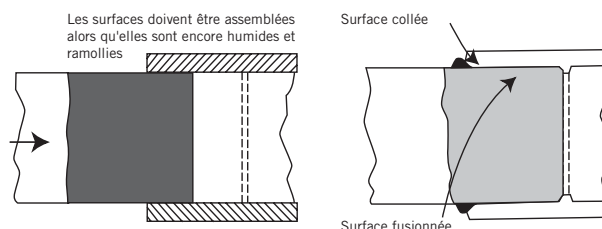
La pénétration et le ramollissement s'obtiennent par la colle elle-même, un apprêt convenable ou encore à la fois par l'apprêt et la colle. Pour certains matériaux et dans certaines conditions, il est indispensable d'utiliser un apprêt. En général, un apprêt convenablement choisi pénètre et ramollit les surfaces plus rapidement que de la colle seule. De plus, en utilisant un apprêt, l'installateur dispose d'une certaine marge de sécurité, car il peut mieux savoir si le ramollissement est suffisant dans les différentes conditions de température qu'il rencontre. Par exemple, par temps froid, le ramollissement peut prendre plus de temps et exiger des couches d'apprêt supplémentaires.

Mettre une bonne quantité de colle pour remplir la partie du joint avec jeu large. En mettant de bonnes couches de colle, il y a non seulement remplissage de l'espace entre le tuyau et le raccord mais également pénétration des surfaces qui restent humides jusqu'à l'opération d'assemblage. Vérifiez par vous-même. Appliquez sur la surface supérieure d'un morceau de tuyau deux couches de colle séparées. Commencez par appliquer une couche de colle épaisse puis, à côté, une couche mince à la brosse. Vérifiez l'état des couches environ toutes les 15 secondes en les touchant légèrement du doigt. Vous noterez que la couche mince devient poisseuse et sèche rapidement (probablement en moins de 15 secondes); par contre, la couche épaisse reste beaucoup plus longtemps humide.

Quelques minutes après avoir appliqué ces deux couches, vérifiez la pénétration. Grattez les deux surfaces enduites avec un couteau. Au niveau de la couche mince, il n'y a pratiquement pas de pénétration, tandis que cette pénétration est beaucoup plus importante au niveau de la couche épaisse.

Lorsque les couches de colle sur le tuyau et les raccords sont humides et fluides au moment de l'assemblage, elles ont tendance à se lier pour ne plus former qu'une seule couche. De plus, lorsque la colle est humide, les surfaces sous-jacentes restent molles et, dans la partie du joint avec jeu serré, ces surfaces ramollies ont tendance à fusionner.

Au fur et à mesure que le solvant s'évapore, la couche de colle et les surfaces ramollies durcissent et la résistance du joint augmente. Cette résistance augmente plus rapidement dans la partie du joint avec jeu serré (fusion) que dans la partie du joint avec jeu large (adhérence).



Types de colles

Pour une installation de bonne qualité, à longue durée de vie utile, il est essentiel d'utiliser une colle fiable, fabriquée pour du PVC ou du PVCC industriel, selon les normes ASTM pertinentes. Se reporter au tableau 20, qui contient des données sur les types de colles.

Tableau 20 – Types de colles

Dia. de tuyau	Schedule de tuyau	Type d'emb.	Type de colle
Jusqu'à 6 po, PVC Jusqu'à 4 po, PVC	40 80	Tous types	Colle d'épaisseur moyenne, à prise rapide Ramollir et préparer les surfaces à assembler à l'aide d'un apprêt
Jusqu'à 12 po, PVC	Tous	Tous types	Colle épaisse, à prise moyenne, pour conduites d'eau, d'évacuation et DWV de tous schedules, jusqu'à 12 po de diamètre. Ramollir et préparer les surfaces à assembler à l'aide d'un apprêt
Jusqu'à 30 po, PVC	Tous	Tous types	Colle extra-épaisse, à prise lente Ramollir et préparer les surfaces à assembler à l'aide d'un apprêt
Jusqu'à 12 po, PVCC	Tous	Tous types	Colle épaisse, à prise moyenne, pour installations sous pression et sans pression Ramollir et préparer les surfaces à assembler à l'aide d'un apprêt
Jusqu'à 16 po, PVCC	Tous	Tous types	Colle extra-épaisse, à prise lente Ramollir et préparer les surfaces à assembler à l'aide d'un apprêt

Manutention

Les colles à solvant ont été formulées pour être utilisées «telles quelles» dans le récipient d'origine. Il n'est pas recommandé d'en modifier la viscosité en ajoutant des diluants ou des apprêts. Ne pas utiliser de colles d'aspect gélatineux et trop visqueuses. Tout récipient non utilisé doit être fermé de façon étanche, afin d'arrêter l'évaporation du solvant.

Stockage

Stocker les colles à solvant entre 40 °F (4 °C) et 110 °F (43 °C), loin des sources de chaleur et des flammes nues. Les colles doivent être utilisées avant la date limite d'utilisation inscrite sur le récipient. En cas de gel, le produit contenu dans un récipient non encore ouvert peut devenir extrêmement épais ou se figer. Mettre cette colle dans un endroit chauffé et, au bout d'un certain temps, elle revient à son état original et il est possible de la réutiliser. Cependant, lorsqu'il y a eu perte de solvant et formation de gélatine – par exemple, lorsque le récipient a été laissé trop longtemps ouvert en cours d'utilisation ou n'a pas été bien refermé après usage – la colle ne revient pas à son état original. Ne pas utiliser une colle ainsi détériorée, dont la formulation a disparu : l'éliminer en utilisant une méthode sans danger pour l'environnement.

Mesures de sécurité

Les colles à solvant sont extrêmement inflammables et ne doivent jamais être utilisées ni stockées près d'une source de chaleur ou d'une flamme nue, notamment celle d'une veilleuse. Dans un endroit clos ou partiellement fermé, prévoir une ventilation mécanique afin d'ôter les vapeurs et minimiser l'inhalation. En bouchant l'une des extrémités d'une conduite durant les travaux de construction, on risque de provoquer une accumulation de vapeurs de colle inflammables dans le système. Les étincelles qui jaillissent à proximité peuvent enflammer ces vapeurs et créer un incident dangereux. Lorsqu'il est nécessaire d'obturer les extrémités des tuyaux, utiliser une toile perméable à l'air qui empêche la saleté de pénétrer dans la tuyauterie tout en laissant les vapeurs de colle s'échapper à l'atmosphère. Une autre solution consiste à rincer la conduite à l'eau pour chasser les vapeurs, une fois que la colle a durci.

Les récipients non utilisés doivent demeurer fermés de façon étanche et refermés le plus possible lorsqu'on les utilise. Porter des équipements de protection comme, par exemple, des gants, des lunettes de sécurité et un tablier imperméable. Ne pas manger, ni boire, ni fumer en utilisant ces produits. Éviter tout contact avec la peau, les yeux et les vêtements. En cas de contact avec les yeux, rincer à grande eau plusieurs fois. Éloigner des enfants. Lire attentivement les fiches signalétiques (MSDS) et prendre les précautions indiquées.



AVERTISSEMENT

Pendant le durcissement des joints collés au solvant, des vapeurs peuvent s'accumuler dans la tuyauterie, particulièrement si l'une des extrémités de la conduite est bouchée. Les étincelles produites à proximité, par des soudeurs ou des torches, peuvent enflammer ces vapeurs par accident et créer un grave danger. Ne pas oublier de chasser les vapeurs au moyen de ventilateurs ou par rinçage à l'eau avant de boucher l'une des extrémités d'une conduite vide.



ATTENTION

Les colles à solvant sont formulées pour des types de matériaux bien définis. Afin d'éviter toute rupture de joint, NE PAS UTILISER de colle pour PVC sur des composants en PVCC.

Directives de collage au solvant des tuyaux et raccords en PVC et en PVCC

Collage au solvant avec apprêt

Étape 1 Préparation

Réunir les matériaux et le matériel convenant au travail à faire. Ils comprennent la colle, l'apprêt et l'applicateur convenant au diamètre de la tuyauterie à assembler. Se reporter aux tableaux 23 et 24 pour estimer la quantité de colle à utiliser.



Étape 2 Coupe du tuyau

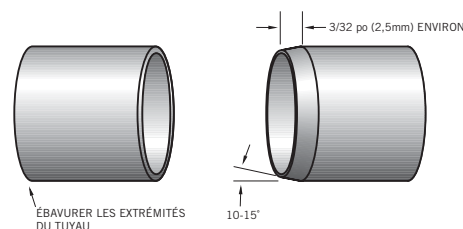
Couper le tuyau le plus d'équerre possible. (Lorsque la coupe est oblique, il y a réduction de la surface de collage dans la partie la plus efficace du joint). Utiliser une scie manuelle et une boîte à onglets ou une scie mécanique.

On peut également couper les tuyaux en matière plastique à l'aide de coupe-tubes prévus à cet effet; certains de ces outils forment cependant un bourrelet en surépaisseur à l'extrémité du tuyau. Ôter ce bourrelet avec une lime ou un alésoir, afin d'éviter le raclage de la colle au moment de l'insertion du tuyau dans le raccord.



Étape 3 Ébavurage des extrémités du tuyau

Ôter les bavures de l'extrémité des tuyaux de petit diamètre au moyen d'un couteau, d'un ébarboir ou d'une lime. S'assurer d'enlever les bavures aussi bien de l'intérieur que de l'extérieur des tuyaux. Chanfreiner légèrement (à 15° environ) les extrémités, pour faciliter l'insertion des tuyaux dans les raccords. En ne chanfreinant pas les extrémités d'un tuyau, on risque ensuite d'ôter la colle de l'emboîture des raccords, d'où une possibilité de fuite aux joints. Pour les systèmes de tuyauterie sous pression de diamètre supérieur ou égal à 2 po, les extrémités des tuyaux doivent être munies d'un chanfrein de 15° sur une profondeur de 3/32 po (2,5 mm) environ.



Étape 4 Nettoyage des extrémités du tuyau

Ôter la saleté, la graisse et l'humidité. Il suffit généralement d'un bon essuyage avec un chiffon propre et sec. (L'humidité retarde le durcissement, tandis que la saleté ou la graisse nuisent à l'adhérence).



Étape 5 Raccord à sec

Avant d'appliquer de l'apprêt ou de la colle, vérifier qu'il y a bien un ajustement serré dans les joints de raccordement (tuyaux, raccords et accessoires). Le contact à sec entre le tuyau correctement biseauté et les emboîtures des raccords est essentiel pour réaliser un bon joint. Le tuyau biseauté doit pénétrer facilement dans l'emboîture du raccord et entrer en contact avec la paroi interne de l'emboîture avant de pénétrer jusqu'au fond. Un ajustement serré approprié est atteint lorsque le tuyau biseauté ne peut être inséré que de 1/2 à 2/3 du chemin dans l'emboîture du raccord.



ATTENTION : Nous recommandons de ne pas souder à l'aide de colle à solvant des tuyaux, raccords ou accessoires lorsque l'ajustement n'est pas assez serré ou lorsque les tuyaux arrivent en butée au fond dans un ajustement sec. La résistance du joint pourrait ne pas être suffisamment développée. Veuillez communiquer avec IPEX pour en discuter plus en détail.

Ne soudez pas à l'aide de colle à solvant des tuyaux, raccords ou accessoires lorsqu'il n'est pas possible d'insérer facilement un tuyau sur au moins 1/3 de la profondeur de l'emboîture du raccord. Cela peut entraîner des contraintes excessives lors de l'assemblage et provoquer une défaillance du joint.

Étape 6 Choix d'un applicateur

Choisir le bon applicateur en fonction du diamètre de tuyau et de raccords à assembler. La dimension de l'applicateur doit être égale à la moitié du diamètre du tuyau. Il est important d'utiliser la bonne dimension d'applicateur afin d'avoir des couches de colle et d'apprêt d'une épaisseur suffisante.



Étape 7 Utilisation d'un apprêt

Un apprêt a pour rôle de pénétrer et de ramollir les surfaces, de sorte qu'elles puissent fusionner. En utilisant judicieusement l'apprêt, on s'assure que les surfaces ont été adéquatement préparées en vue de la fusion.

Vérifier la pénétration ou le ramollissement sur un morceau de rebut, avant de débiter l'installation ou lorsque le temps change au cours de la journée. À l'aide d'un couteau ou autre objet aiguisé, gratter la surface enduite à partir du rebord. La pénétration est suffisante lorsque vous pouvez enlever une épaisseur de quelques millièmes de pouce des surfaces enduites d'apprêt.



Comme les effets de l'apprêt et de la colle dépendent des conditions atmosphériques, tenir compte des points suivants :

- Il peut être nécessaire de mettre plusieurs couches sur l'une des surfaces à assembler ou sur les deux
- Par temps froid, la pénétration exige plus de temps
- Par temps chaud, le temps de pénétration peut diminuer par suite d'une évaporation plus rapide.

Étape 8 Application de l'apprêt

Avec un applicateur de la bonne dimension, enduire d'apprêt l'emboîture du raccord en insistant et en s'assurant que la surface et l'applicateur restent humides jusqu'à ce que cette surface se soit ramollie. Sur une surface dure et par temps froid, il peut être nécessaire de prévoir plus de couches. Tremper de nouveau l'applicateur dans l'apprêt au besoin. Une fois la surface enduite d'apprêt, ôter l'apprêt en surplus de l'emboîture du raccord.

**Étape 9 Application de l'apprêt**

Ensuite, enduire d'apprêt l'extrémité du tuyau, toujours en insistant, sur une longueur supérieure d'un 1/2 po à la profondeur de l'emboîture du raccord.

Sans attendre, et lorsque les surfaces sont encore humides, appliquer la colle IPEX appropriée.

**Étape 10 Application de la colle**

Remuer la colle ou secouer la boîte avant usage. Avec l'applicateur de la bonne dimension pour le tuyau à assembler, enduire en insistant l'extrémité du tuyau d'une bonne couche uniforme de colle sur une longueur égale à la profondeur de l'emboîture du raccord. Ne pas amincir cette couche à la brosse comme on le ferait pour de la peinture, car elle sécherait en quelques secondes.

**Étape 11 Application de la colle**

En insistant, enduire d'une couche de colle d'épaisseur moyenne l'intérieur de l'emboîture du raccord.

Évitez de «remuer» la colle dans l'emboîture. Sur l'extrémité à emboîture d'un tuyau, ne pas enduire au-delà de la profondeur d'emboîture et éviter de laisser couler la colle dans le tuyau.

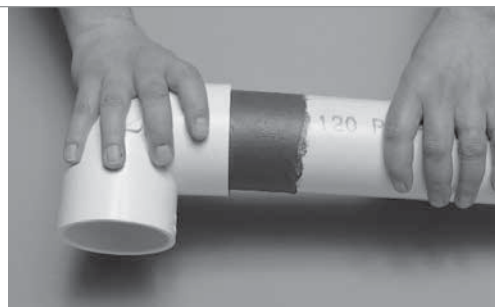
**Étape 12 Application de la colle**

Mettre une deuxième couche de colle uniforme sur le tuyau.



Étape 13 Assemblage

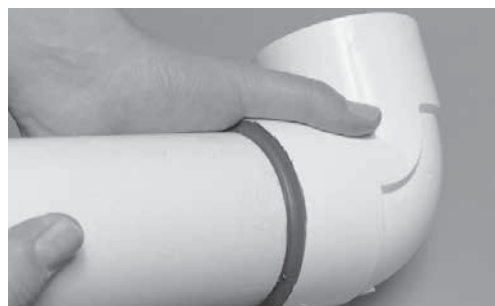
Sans attendre, la colle étant encore humide, assembler le tuyau et les raccords. Exercer un effort suffisant pour que le tuyau vienne en butée au fond de l'emboîture du raccord. Si possible, insérer le tuyau en le tournant de $\frac{1}{4}$ de tour.

**Étape 14 Assemblage**

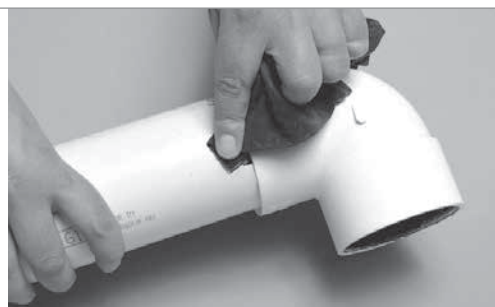
Maintenir le tuyau et le raccord l'un dans l'autre 30 secondes environ, pour éviter tout déboîtement.



Après assemblage, il doit y avoir un anneau ou cordon de colle sur tout le périmètre du joint entre tuyau et raccord. S'il y a des vides, il manque de la colle et le joint pourrait être défectueux.

**Étape 15 Nettoyage d'un joint**

Avec un chiffon, ôter l'excès de colle du tuyau et du raccord, sans oublier l'anneau ou le cordon, car il y aurait alors ramollissement inutile du tuyau et du raccord sans amélioration de la résistance du joint. Éviter de manipuler ou déplacer le joint.

**Étape 16 Prise et durcissement d'un joint collé**

Manipuler avec soin les joints de raccordement réalisés depuis peu jusqu'à ce que la prise initiale débute. Laisser la colle durcir avant de mettre sous essai le système de tuyauterie. (Note : par temps humide, allonger le temps de durcissement de 50%).

Pour les durées de prise et de durcissement, se reporter aux tableaux 21 et 22.

Collage au solvant sans apprêt / colles une seule étape

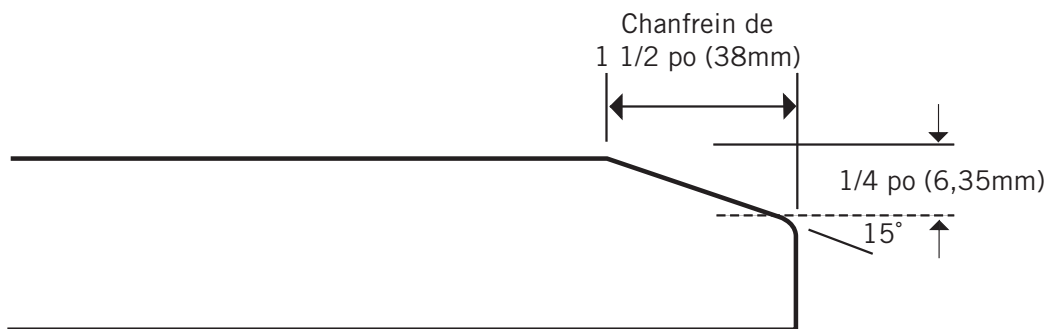
Lorsque le code local le permet, il est possible de réaliser de bons assemblages collés sans utiliser d'apprêt, mais il faut prendre des précautions supplémentaires lors de l'installation. Il est important d'avoir un bon ajustement serré entre le tuyau et les raccords. C'est la raison pour laquelle nous recommandons que le diamètre des joints réalisés sans apprêt soit limité à un diamètre de 2 po pour les installations sous pression et de 6 po pour les systèmes sans pression ou DWV. Prendre également des précautions supplémentaires lors de l'application d'une colle, afin de s'assurer d'une bonne pénétration et d'un ramollissement adéquat de la surface du tuyau et du raccord. Noter qu'il n'est pas recommandé d'utiliser une colle «une seule étape» à une température inférieure ou égale à 32 °F (0 °C).

Assemblage des tuyaux et raccords de grand diamètre

La difficulté d'installation d'une tuyauterie augmente avec le diamètre.

Les recommandations suivantes sont valables pour une tuyauterie de grand diamètre.

- Choisir un applicateur de la bonne dimension. Il est encore plus important d'utiliser un applicateur de la bonne dimension pour mettre suffisamment de colle et ainsi remplir le jeu plus large entre les tuyaux et les raccords.
- Il est tout aussi important d'utiliser la bonne colle et le bon apprêt (se reporter au catalogue sur les colles Xirtec ou votre fournisseur de colles et apprêts).
- Prévoir du personnel supplémentaire pour l'assemblage :
 - Tuyauterie de 6 po à 8 po : 2 - 3 personnes par joint
 - Tuyauterie de 10 po à 24 po : 3 - 4 personnes par joint
- L'extrémité du tuyau doit être chanfreinée selon le dessin ci-dessous.
- Appliquer l'apprêt et la colle simultanément sur le tuyau et les raccords.
- Ne pas oublier de mettre une deuxième couche de colle uniforme sur le tuyau.
- Du fait que plusieurs raccords de grand diamètre possèdent une emboîture de faible profondeur, il est très important d'amener le tuyau en butée au fond du raccord. C'est la raison pour laquelle nous recommandons d'utiliser un palan pour les diamètres supérieurs ou égaux à 6 po.
- Les tuyaux et raccords de grand diamètre exigent des durées de prise et de durcissement plus importantes. (Par temps froid, on peut accélérer la prise et le durcissement au moyen d'une couverture chauffante).
- Dans la mesure du possible, préfabriquer un maximum de joints.
- Lorsque la tuyauterie doit être enfouie, réaliser un maximum d'assemblages au-dessus du sol, puis descendre la tuyauterie dans la tranchée avec soin, une fois que les joints ont durci.



Assemblage par temps froid

Bien que la température normale d'installation soit comprise entre 40 °F (4 °C) et 110 °F (43 °C), il est possible de réaliser des assemblages par collage au solvant de bonne qualité à une température de -15 °F (-26 °C).

Par temps froid, les solvants pénètrent dans les surfaces des tuyaux et raccords en plastique et les ramollissent plus lentement que par temps chaud. Dans ce cas, le plastique résiste mieux à l'attaque par les solvants; Il devient donc essentiel de ramollir à l'avance les surfaces avec un apprêt agressif. Noter par ailleurs que, l'évaporation étant plus lente, la durée de durcissement augmente.

Précautions à prendre lors du collage au solvant par temps froid :

- Préfabriquer le système au maximum dans un endroit chauffé.
- Stocker les colles et apprêts non utilisés dans un endroit chaud et s'assurer qu'ils demeurent fluides.
- Assécher soigneusement les surfaces à assembler, en enlevant la glace et la neige.
- Veiller à ce que les composants à assembler (tuyaux et raccords) soient à peu près à la même température.
- Ramollir les surfaces à assembler au moyen d'un apprêt IPEX avant de mettre de la colle. Il peut être nécessaire d'appliquer plusieurs couches.
- Prévoir une durée de durcissement plus importante avant d'utiliser le système.

Note : On peut accélérer la prise et le durcissement au moyen d'une couverture chauffante.

Assemblage par temps chaud

Dans de nombreux cas, il est impossible d'éviter le collage au solvant de tuyaux en plastique à une température supérieure ou égale à 95 °F (35 °C). On peut éviter des problèmes en prenant des précautions particulières.

Les colles à solvant pour tuyaux en plastique contiennent des solvants puissants qui s'évaporent plus rapidement à haute température. C'est particulièrement vrai en présence d'un vent chaud. Lorsqu'un tuyau est stocké directement au soleil, la température de surface peut être de 20 °F à 30 °F (10 °C à 15 °C) plus élevée que la température ambiante. Dans une telle situation, les solvants attaquent le plastique plus vite et plus profondément, particulièrement à l'intérieur d'un joint. Il est donc très important d'éviter de trop remuer la colle dans l'emboîture du raccord et d'ôter tout excédent de colle de l'extérieur du joint.

Précautions à prendre lors du collage au solvant par temps chaud :

- Avant utilisation, stocker les colles à solvant et les apprêts dans un endroit frais ou à l'ombre.
- Dans la mesure du possible, stocker les tuyaux et les raccords, ou du moins les extrémités à assembler par collage au solvant, dans un endroit à l'ombre avant de commencer à travailler.
- Effectuer autant que possible le collage le matin de bonne heure, lorsqu'il fait moins chaud.
- Refroidir les surfaces à assembler en les essuyant avec un chiffon humide.
- S'assurer que la surface est sèche avant de mettre de la colle à solvant.
- S'assurer que les deux surfaces à assembler sont encore humides au moment de les joindre. Pour l'assemblage des tuyauteries de grand diamètre, du personnel supplémentaire peut être nécessaire.
- En utilisant un apprêt et une colle plus épaisse, à haute viscosité, on dispose d'un peu plus de temps pour travailler.

Note : La dilatation et la contraction peuvent augmenter par temps chaud. Se reporter aux critères de conception en matière de dilatation/contraction dans ce manuel.

Tableau 21 – Durées de prise initiale des colles à solvant pour PVC et PVCC de IPEX et recommandées par IPEX*

Plage de température (°F)	Plage de température (°C)	Diamètre de tuyau (po)				
		1/2 à 1 1/4	1 1/2 à 2	2 1/2 à 8	10 à 14	≥ 16
60 à 100	16 à 38	2 minutes	5 minutes	30 minutes	2 heures	4 heures
40 à 60	4 à 16	5 minutes	10 minutes	2 heures	8 heures	16 heures
0 à 40	-18 à 4	10 minutes	15 minutes	12 heures	24 heures	48 heures

* Ces chiffres, estimés à partir d'essais en laboratoire, sont valables pour des tuyauteries véhiculant de l'eau (pour des produits chimiques, les durées de prise peuvent devoir être modifiées). Par temps humide, allonger la durée de prise de 50%.

Note 1 : étant donné les nombreuses variables que l'on rencontre sur le terrain, ces chiffres n'ont qu'une valeur indicative.

Note 2 : la durée de prise initiale correspond au temps d'attente à respecter avant de pouvoir manipuler le joint avec soin.

Tableau 22 – Durées de durcissement des colles à solvant pour PVC et PVCC de IPEX et recommandées par IPEX*

Plage de température (°F)	Plage de température (°C)	Diamètre de tuyau (po) et pression de service du système							
		1/2 à 1 1/4		1 1/2 à 2		2 1/2 à 8		10 à 14	> 16
		<160 psi	160 - 370 psi	<160 psi	160 - 315 psi	<160 psi	160 - 315 psi	<100 psi	<100 psi
60 à 100	16 à 38	15 min	6 h	30 min	12 h	1 1/2 h	24 h	48 h	72 h
40 à 60	4 à 16	20 min	12 h	45 min	24 h	4 h	48 h	96 h	6 jours
0 à 40	-18 à 4	30 min	48 h	1 h	96 h	72 h	8 jours	8 jours	14 jours

* Ces chiffres, estimés à partir d'essais en laboratoire, sont valables pour des tuyauteries véhiculant de l'eau (pour des produits chimiques, les durées de prise peuvent devoir être modifiées). Par temps humide, allonger la durée de durcissement de 50% (humidité relative supérieure à 60%).

Note 1 : étant donné les nombreuses variables que l'on rencontre sur le terrain, ces chiffres n'ont qu'une valeur indicative.

Note 2 : la durée de durcissement d'un joint correspond au temps d'attente à respecter avant de pouvoir mettre le système sous pression.

Tableau 23 – Nombre moyen de joints par quart de gallon américain de colle IPEX et de colle recommandée par IPEX *

Diamètre de tuyau (po)	N° de joints / quart de gal.
1/2	300
3/4	200
1	125
1 1/2	90
2	60
3	40
4	30
6	10
8	5
10	2 - 3
12	1 - 2
14	1

Tableau 24 – Nombre moyen de joints par gallon américain de colle IPEX et de colle recommandée par IPEX *

Diamètre de tuyau (po)	N° de joints / gal.
16	3
18	2
20	1 - 2
24	1

* Ces chiffres ont été estimés à partir d'essais en laboratoire.

Note: étant donné les nombreuses variables que l'on rencontre sur le terrain, ces chiffres n'ont qu'une valeur indicative.

MÉTHODE D'ASSEMBLAGE – FILETAGE

Caractéristiques

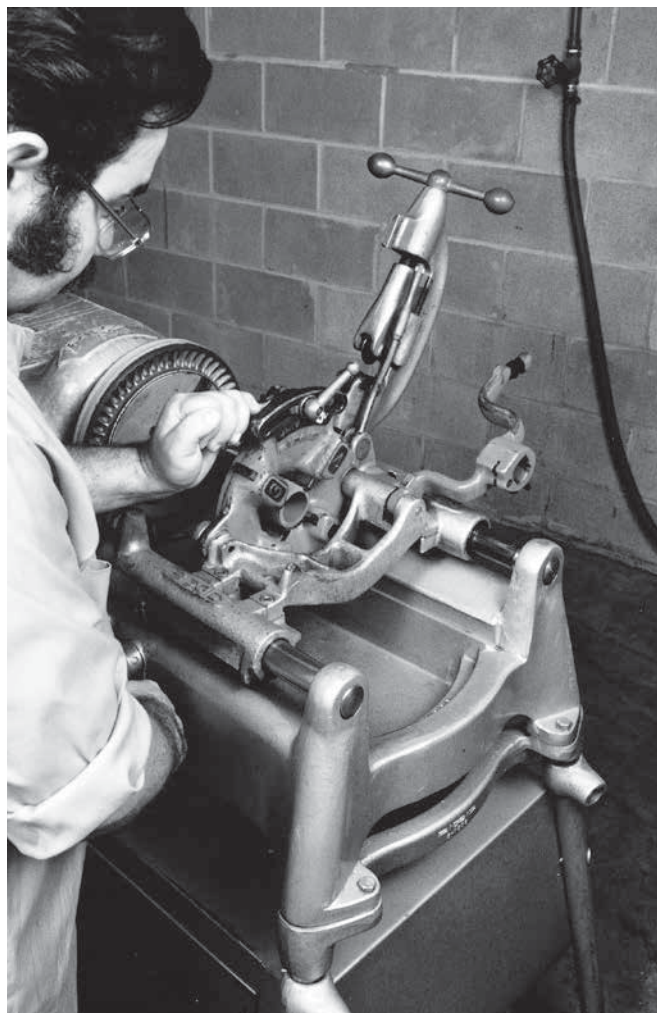
Le filetage n'est recommandé que sur les tuyaux en PVC ou en PVCC de Schedule 80. Dans la partie filetée, l'épaisseur de la paroi étant réduite, la pression de service maximale diminue de 50 %. C'est la raison pour laquelle on ne doit pas utiliser de tuyaux filetés sur des systèmes à haute pression, ni à des endroits où une fuite pourrait constituer un danger pour le personnel. Les joints filetés ne peuvent résister ni à des contraintes, ni à des déformations continues ou extrêmes; en tenir compte lors de la conception des supports ou des pendants. Il n'est pas recommandé de fileter les tuyaux d'un diamètre supérieur à 4 po.

Note : éviter d'utiliser les produits en PVC ou en PVCC filetés à une température proche de la température maximale. Consulter IPEX pour de plus amples informations.

Outils et équipements

- Machine à fileter électrique
- Outil à fileter et étau pour tuyau (lorsqu'on utilise un outil manuel)
- Filières à tuyaux conçues pour le plastique
- Clé à courroie
- Ruban de Téflon* (PTFE)
- Outil de coupe et d'ébavurage
- Bague de vérification des filets (L-1)

* Marque de commerce de E.I. DuPont Company



Filetage d'un tuyau

1. Coupe et ébavurage

Pour réaliser facilement des filets de précision, la coupe d'un tuyau en PVC ou en PVCC doit être d'équerre et nette. Lorsqu'on travaille à la main, utiliser une boîte à onglets ou un dispositif de guidage similaire. Ôter les bavures à l'intérieur et à l'extérieur avec un couteau ou un ébarboir à tuyaux en plastique.

2. Filetage

On peut fileter facilement les tuyaux en PVC ou en PVCC Schedule 80 avec un outil manuel ou un outil motorisé. Les peignes de filière doivent être propres et bien aiguisés.

Les machines à fileter doivent être équipées de filières ayant un angle d'affûtage négatif de 5° et spécialement usinées pour les tuyaux en matière plastique. On accélère le travail en choisissant des filières à ouverture automatique et en prévoyant un léger chanfrein pour engager ces dernières; cependant, ne pas se servir de filières à haute vitesse ni exercer une pression trop grande.

Lorsqu'on utilise un outil de coupe manuel, bloquer le tuyau dans un étau à tube. Pour éviter d'écraser ou de marquer le tuyau en le serrant dans les mâchoires de l'étau, envelopper le tuyau dans de la toile, du papier d'émeri, du caoutchouc ou une tôle légère.

Dans le cas d'un outil manuel, la filière doit avoir un angle d'arête négatif de 5° à 10°. Les tuyaux en PVC ou en PVCC sont faciles à fileter mais il faut faire attention de ne pas tailler les filets trop profondément. On y arrive mieux en atelier ou en usine. Les caractéristiques dimensionnelles des filets se trouvent dans le tableau 25 - Filetage conique standard américain pour tubes (NPT).

Directives d'installation

1. Préparation d'un tuyau fileté

Vérifier la précision des filets à l'aide d'une bague de vérification.

Tolérance = $\pm 1\frac{1}{2}$ tours.

Nettoyer les filets en brossant pour ôter les copeaux et les copeaux longs. Après nettoyage, lubrifier légèrement la partie fileté du tuyau avec un lubrifiant IPEX recommandé pour les filets, comme du ruban de Téflon^{MD} (PTFE).



Enrouler le ruban sur toute la longueur des filets, en commençant par le deuxième à partir de l'extrémité. Faire chevaucher le ruban légèrement d'un tour à l'autre, dans le même sens que les filets. On empêche ainsi le ruban de se dérouler lorsqu'on serre un raccord sur le tuyau. En faisant chevaucher le ruban dans le mauvais sens et en en mettant trop, on risque de ne plus respecter les tolérances entre les filets. Il peut y avoir des contraintes anormales dans la paroi des raccords femelles et rupture en service.

2. Assemblage d'un joint fileté

Après avoir mis du lubrifiant sur les filets, visser le raccord fileté sur le tuyau. Les raccords à visser doivent être engagés avec soin au début, puis serrés à la main. Les filets doivent être bien taillés. Utiliser un lubrifiant pour filets/un ruban d'étanchéité de bonne qualité. Si on le désire, on peut serrer le joint avec une clé à sangle. N'utiliser EN AUCUN CAS une clé à tube ou à chaîne, car les mâchoires de ce genre de clé peuvent rayer et endommager la paroi du tuyau.

Serrer les raccords à la main, puis visser de 1/2 à 1 tour de plus. Éviter de trop serrer pour ne pas étirer ou déformer le tuyau, le raccord ou les filets.



Note 1 : ne jamais mettre de colle à solvant sur un tuyau ou un raccord fileté. Ne pas laisser un produit de nettoyage, un apprêt ou une colle à solvant couler ou dégoutter sur la partie fileté d'un raccord.

Note 2 : éviter de visser des pièces métalliques à filetage mâle dans des pièces en plastique à filetage femelle, sauf si elles ont des renforts métalliques. Consulter l'usine ou votre représentant des ventes IPEX pour la disponibilité de ces pièces avec renforts métalliques.

Note 3 : il est recommandé que du ruban d'étanchéité/lubrifiant soit utilisé lors du raccordement d'extrémités union à un tuyau fileté. Toutefois, le ruban d'étanchéité/lubrifiant n'est pas nécessaire sur l'interface de l'union fileté.

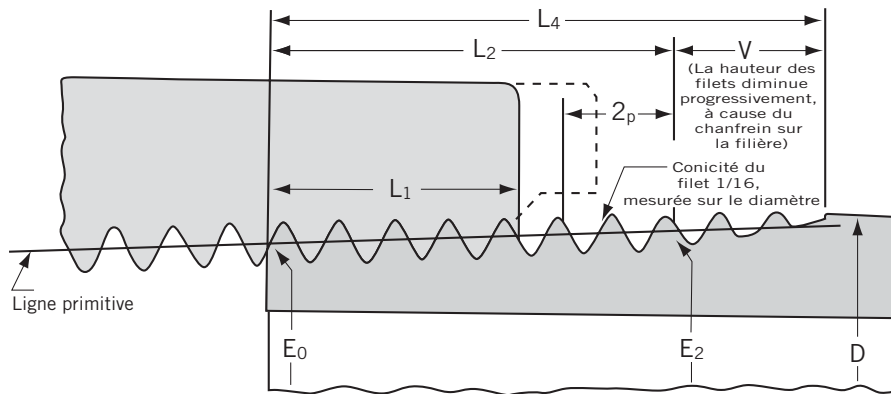


Tableau 25 – Filetage conique standard américain pour tubes (NPT)

Diamètre nominal de tuyau	D.E. de tuyau (D)	Filets au pouce (n)	Pas de filetage (P)	Diamètre sur flancs au début des filets externes (E ₀)	Serrage à la main		Longueur de filetage utilisable		Fin du filetage (V)		Longueur de filetage externe hors tout ⁴ (L ⁴)	Hauteur de filet (h)
					Longueur ² (L ₁)	Longueur ³ (L ₂)	Pouce	Filets	Pouce	Filet		
1/8	0,405	27	0,03704	0,36351	0,1615	4,36	0,2639	7,12	0,1285	3,47	0,3924	0,02963
1/4	0,540	18	0,05556	0,47739	0,2278	4,10	0,4018	7,23	0,1928	3,47	0,5946	0,04444
3/8	0,675	18	0,05556	0,61201	0,240	4,32	0,4078	7,34	0,1928	3,47	0,6006	0,04444
1/2	0,840	14	0,07143	0,75843	0,320	4,48	0,5337	7,47	0,2478	3,47	0,7815	0,05714
3/4	1,050	14	0,07143	0,96768	0,339	4,75	0,5457	7,64	0,2478	3,47	0,7935	0,05714
1	1,315	11.5	0,08696	1,21363	0,400	4,60	0,6828	7,85	0,3017	3,47	0,9845	0,06957
1 1/4	1,660	11.5	0,08686	1,55713	0,420	4,83	0,7068	8,13	0,3017	3,47	1,0085	0,06957
1 1/2	1,900	11.5	0,08696	1,79609	0,420	4,83	0,7235	8,32	0,3017	3,47	1,0252	0,06957
2	2,375	11.5	0,08696	2,26902	0,436	5,01	0,7565	8,70	0,3017	3,47	1,0582	0,06957
2 1/2	2,875	8	0,12500	2,71953	0,682	5,46	1,1375	9,10	0,4337	3,47	1,5712	0,100000
3	3,500	8	0,12500	3,34062	0,766	6,13	1,2000	9,60	0,4337	3,47	1,6337	0,100000
3 1/2	4,000	8	0,12500	3,83750	0,821	6,57	1,2500	10,00	0,4337	3,47	1,6837	0,100000
4	4,500	8	0,12500	4,33438	0,844	6,75	1,3000	10,40	0,4337	3,47	1,7337	0,100000
5	5,563	8	0,12500	5,39073	0,937	7,50	1,4063	11,25	0,4337	3,47	1,8400	0,100000
6	6,625	8	0,12500	6,44609	0,958	7,66	1,5125	12,10	0,4337	3,47	1,9462	0,100000

NOTE:

1. Les dimensions de base des filets correspondant à un Filetage conique standard américain pour tubes (NPT) sont indiquées en pouces avec une précision de quatre ou cinq décimales. Ce degré de précision est plus grand que celui habituellement nécessaire mais, comme ces dimensions servent de base aux cotes des jauges de filetages, on les exprime ainsi afin d'éliminer les erreurs de calcul.
2. C'est aussi la longueur du calibre à bague et la longueur entre le cran-repère et l'extrémité de petit diamètre du tampon lisse.
3. C'est également la longueur du tampon lisse.
4. Dimension de référence.

MÉTHODES D'ASSEMBLAGE – RACCORDEMENT PAR BRIDES

Introduction

On utilise largement le raccordement par brides sur les conduites de procédés en plastique que l'on doit démonter périodiquement. Des brides et des raccords à brides (installées en usine) en thermoplastique sont offerts en PVC et en PVCC dans toute une gamme de diamètres et de types pour raccordement sur des tuyaux par collage au solvant et filetage. L'étanchéité entre les brides doit être réalisée par des joints de face pleine en élastomère d'une dureté de 50 à 70 au duromètre A. Les joints d'étanchéité en néoprène sont couramment offerts dans les diamètres de 1/2 po à 24 po, en épaisseur de 1/8 po. Pour certains produits chimiques, lorsque la résistance du néoprène n'est plus suffisante, utiliser des élastomères.

Dimensions

Les brides en PVC et en PVCC de IPEX ont les mêmes dimensions que des brides métalliques de classe 150 conformes à la norme ANSI B16.1. Les filetages sont des filetages coniques pour tuyaux de diamètre IPS conformes à la norme ANSI B2.1. Les dimensions de l'emboîture sont conformes à la norme ASTM D 2467, qui s'applique aux diamètres de 1/2 po à 8 po. Les brides de 1/2 po à 12 po sont soumises à des essais par tierce partie, par NSF, selon la norme ASTM F 1970. Les jeux de boulons de brides figurent dans le tableau 28.

La pression maximale d'un système à brides correspond à la pression nominale de la tuyauterie ou à un maximum de 150 psi. Le tableau 26 indique les pressions maximales de service à haute température. Une trousse de brides à pression maximale est offerte pour amener la pression nominale au-dessus de 150 psi. Détails à la page 53.

Les brides pleines de diamètres 14 po à 24 po ont une pression maximale de service de 50 psi.

Tableau 26 – Pressions maximales dans un système à brides

Température de service		Pression de service maximale (psi)	
°F	°C	PVC	PVCC
73	23	150	150
80	27	132	144
90	32	113	137
100	38	93	123
110	43	75	111
120	49	60	98
130	54	45	87
140	60	33	75
150	66	*	68
160	71	*	60
170	77	*	50
180	82	*	38
200	93	NR	30
210	99	NR	*

*Drainage intermittent seulement.

NR = Non recommandé



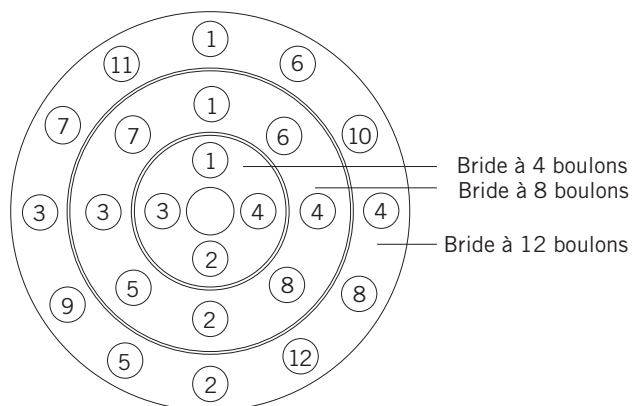
Directives d'installation

Les faces de joints des brides IPEX ont un état de surface à rainure spiralée à fond anguleux, assurant une étanchéité positive sur le joint, lorsque les boulons sont convenablement serrés.

Après assemblage des brides sur un tuyau, raccorder deux brides de la manière suivante :

- 1) S'assurer que les trous de boulons des brides à raccorder sont alignés.
- 2) Insérer les boulons.
- 3) Vérifier que les faces des brides à raccorder ne sont pas trop éloignées l'une de l'autre avant de les boulonner.
- 4) Sur des brides en plastique, serrer les boulons en vissant les écrous diamétralement opposés à l'aide d'une clé dynamométrique. Effectuer le serrage par passes successives, en respectant les valeurs finales des couples indiquées dans le tableau 27 – Couple de serrage recommandé. En répartissant les contraintes uniformément sur la bride, on évite les fuites par le joint d'étanchéité.

Il est suggéré de serrer les boulons de brides dans l'ordre suivant.



- 5) Lorsqu'une bride est raccordée à un objet à brides rigide et fixe ou à une bride métallique, particulièrement dans le cas d'une installation souterraine où il peut y avoir un tassement du côté de la tuyauterie en plastique, la bride et le raccord (ou le robinet) en plastique doivent être supportés afin d'éliminer toute contrainte potentielle.

Tableau 27 – Couple de serrage recommandé

Diamètre de bride (po)	Couple maximal recommandé Face pleine/Van Stone pour service intensif (pi.lb)	PVC Vanstone
1/2– 1 1/2	15	15
2 – 4	30	30
6 – 8	50	50
10	70	65
12 – 24	100	75

* En se basant sur des brides en PVC et en PVCC à face de joint plate, un joint d'étanchéité de face pleine en néoprène et une quincaillerie bien lubrifiée, le serrage étant effectué dans le bon ordre et le couple de serrage étant appliqué en plusieurs passes. Dans le cas du raccordement de brides à face de joint surélevée et d'une bride en vinyle sur une bride métallique (ou en d'autres matériaux), ces couples de serrage peuvent différer.

Note : lorsqu'on utilise des brides en thermoplastiques munies d'anneaux en PVC sur des robinets à papillon ou d'autres composants n'offrant pas de support continu sur une face pleine, installer un anneau support ou un anneau en Fiberloc afin d'empêcher la fissuration de la face de bride.



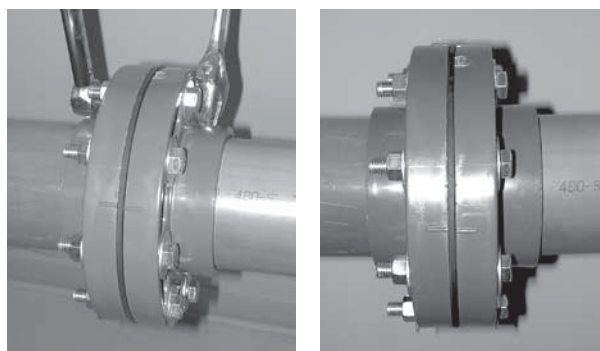
Tableau 28 – Boulons de brides recommandés

Diamètre de tuyau	Nbre de trous	Diamètre de boulon	Longueur de boulon
1/2	4	0,50	1,75
3/4	4	0,50	2,00
1	4	0,50	2,00
1 1/4	4	0,50	2,25
1 1/2	4	0,50	2,50
2	4	0,63	2,75
2 1/2	4	0,63	3,00
3	4	0,63	3,00
4	8	0,63	3,25
6	8	0,75	3,50
8	8	0,75	4,00
10	12	0,88	5,00
12	12	0,88	5,00
14	12	1,00	7,00
16	16	1,00	7,00
18	16	1,13	8,00
20	20	1,13	9,00
24	20	1,25	9,50

* La longueur des boulons diffère si on utilise des anneaux supports métalliques.

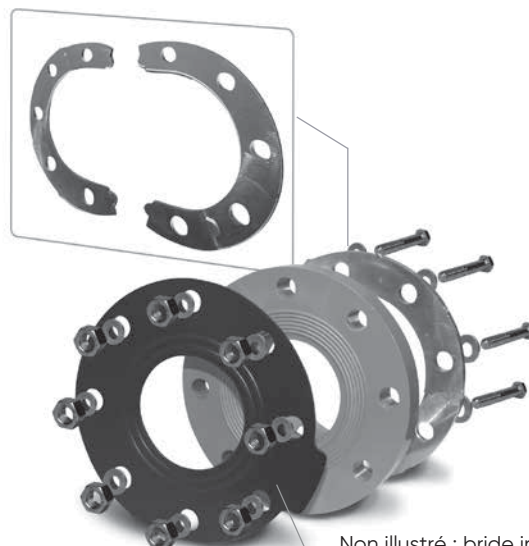
! ATTENTION

1. Ne pas trop serrer les boulons de brides.
2. Serrer les boulons dans le bon ordre.
3. S'assurer que le système est bien aligné.
4. Ne pas se servir des brides pour rapprocher des tronçons de tuyauterie.
5. Installer des rondelles plates sous chaque écrou et chaque tête de boulon.



Trousse de bride à pression maximale Xirtec PVCC

- Un (1) anneau support en acier en deux pièces
- Un (1) joint d'étanchéité Stress-Saver XP (dureté 75-80 au duromètre)
- Boulons SAE J429 grade 8 munis des écrous hexagonaux associés*
- Deux rondelles plates par boulon
- Une (1) bride à emboîtement monobloc en PVCC Xirtec



Non illustré : bride insérée entre le joint d'étanchéité et la rondelle

Les trousse de brides Xirtec en PVCC à pression maximale (FP) sont spécialement conçues pour augmenter la capacité de pression d'une bride monobloc Xirtec en PVCC Schedule 80 de dimensions IPS. Les trousse de brides Xirtec en PVCC FP ont une cote de pression égale à celle des tuyaux Xirtec en PVCC Schedule 80 dans chacun des 4 diamètres offerts (2 1/2 à 6 pouces). La cote de pression s'applique aux raccords à des brides métalliques massives à face plate ou à une autre trousse de bride Xirtec en PVCC FP.

L'ensemble de la trousse de bride est enregistré selon la norme NSF 14 et répond aux exigences définies par la norme F1970 de l'American Society of Testing Materials (ASTM).

Le joint d'étanchéité spécial et la bride monobloc Xirtec en PVCC contenus dans cette trousse sont certifiés selon la norme ANSI/NSF 61.

Limitations à haute température

Pour une trousse de brides à pression maximale IPEX en PVCC Xirtec, la température de service moyenne d'un système sous pression varie de 40 °F (4 °C) à 200 °F (93 °C). À haute température la résistance à la pression d'un joint de trousse de brides à pression maximale ne doit pas dépasser les valeurs indiquées ci-dessous.

Résistance à la pression d'un joint de trousse de brides à pression maximale

Température de service		Diamètre			
°F	°C	2 1/2 po	3 po	4 po	6 po
73	23	420	370	320	280
80	27	403	355	307	269
90	32	382	337	291	255
100	38	344	303	262	230
110	43	311	274	237	207
120	49	273	241	208	182
130	54	244	215	186	162
140	60	210	185	160	140
150	66	189	167	144	126
160	71	168	148	128	112
170	77	139	122	106	92
180	82	105	93	80	70
200	93	84	74	64	56
212	100	*	*	*	*

* Recommandé uniquement pour un drainage intermittent

Directives d'installation des trousse de brides Xirtec PVCC à pression maximale

Contexte

Pour une installation adéquate de ce produit, dans le cas d'un assemblage sur une bride métallique, utiliser tous les composants fournis afin d'obtenir une pression nominale égale à celle de la tuyauterie (c'est-à-dire maximale).

Contenu de la trousse

- Anneau support en deux pièces en acier
- Joint d'étanchéité Stress-Saver XP (dureté 75-80 au duromètre)
- Boulons SAE J429 grade 8 munis des écrous hexagonaux associés*
- Deux (2) rondelles plates par boulon
- Bride à emboîtement monobloc en PVCC Xirtec

*Note : la longueur de boulon varie selon le diamètre de bride et le genre d'assemblage. La longueur des boulons fournis avec cette trousse convient à un raccordement sur une bride métallique. Dans le cas d'un assemblage entre brides Xirtec PVCC, les boulons doivent être plus longs de 1/2 po, de sorte qu'ils dépassent environ de 1/4 po minimum par rapport à l'écrou après assemblage définitif.

Pour un assemblage adéquat l'installateur doit aussi utiliser une clé dynamométrique.

Procédure d'installation

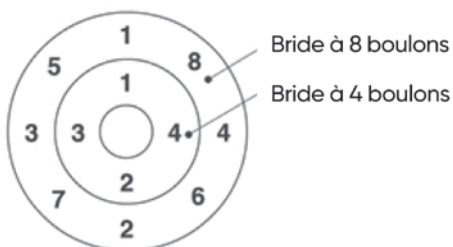
1. Assembler une bride Xirtec PVCC et un tuyau Xirtec PVCC de la manière habituelle, selon les méthodes d'installation par collage au solvant détaillées dans le Manuel technique sur les systèmes de tuyauterie de procédés en vinyle.
2. Attendre que le temps de durcissement du joint ait été atteint avant d'installer les autres composants de la trousse à pression maximale (se reporter au tableau 22 pour connaître les durées de durcissement recommandées en fonction de la température et du diamètre).
3. Débuter l'installation en plaçant l'anneau support sur l'arrière du collet de la bride Xirtec PVCC, en vérifiant que les trous de boulons sont alignés.
4. Glisser le joint d'étanchéité fourni entre les deux brides, puis rapprocher la bride Xirtec PVCC de celle à assembler.
5. Insérer les boulons dans les trous des deux brides et de l'anneau support. Utiliser exclusivement les boulons fournis ou ceux recommandés ci-dessus. Prévoir une rondelle plate sous les écrous et les têtes de boulons.
6. Une fois les boulons installés, mettre en place une clé dynamométrique sur l'écrou (et non sur la tête de boulon). Commencer par serrer l'écrou à la main, ce qui correspond à un couple de 20 pi•lb environ.

7. Next, tighten the nuts to the specified torque values indicated below (Table 1). A multi-step tightening process is recommended with each step requiring the installer to tighten the nuts in a star pattern (Figure 1).

Tableau 1: Couple (pi • lb)

Diamètre (po)	Étape 1	Étape 2	Étape 3	Étape 4
2 1/2	20	40	70	–
3	20	40	70	–
4	20	40	80	110
6	20	40	80	110

Figure 1: Ordre de serrage



8. Once this assembly is complete, perform a check pass of the bolts by starting at one and going around in a clockwise direction ensuring each nut is tightened to the highest recommended torque level for that size.
9. Do not use the flanged connection to support the weight of a metal system component such as a ball or butterfly valve. Those items should be supported independently.

Notes :

- Une fois la tuyauterie installée et la colle à solvant complètement durcie, le système doit être soumis à une épreuve hydraulique (eau) selon les exigences des codes locaux. Ne pas utiliser d'air ni de gaz comprimés pour l'épreuve. Se reporter au Manuel technique sur les systèmes de tuyauterie de procédés en vinyle pour de plus amples renseignements sur les essais.
- Il n'est pas possible d'installer les trousse de brides sur des surfaces comportant un joint d'étanchéité intégré, comme c'est le cas avec un robinet à papillon à corps sans brides méplat. Le joint d'étanchéité fourni avec la trousse de bride à pression maximale doit être le seul utilisé lors de l'assemblage.
- Cet assemblage entre brides a été certifié selon la norme ASTM F1970. Par conséquent, tout composant de rechange doit être conforme à l'enregistrement pour que la certification soit maintenue. Les pièces de rechange doivent être les suivantes : joint d'étanchéité Stress-Saver XP (dureté au duromètre 75-80), boulons SAE J429 grade 8 munis chacun des écrous hexagonaux associés et de deux rondelles plates (2).

Note : la longueur de boulon varie selon le diamètre de bride et le genre d'assemblage. La longueur des boulons fournis avec cette trousse convient à un raccordement sur une bride métallique. Dans le cas d'un assemblage entre brides Xirtec PVCC, les boulons doivent être plus longs de 1/2 po, de sorte qu'ils dépassent environ de 1/4 po minimum par rapport à l'écrou après assemblage définitif.

⚠ ATTENTION



En cas de mauvaise installation d'une bride, il peut y avoir fuite au joint ou rupture de ce joint, avec possibilité de blessures graves et de dommages à la propriété.

⚠ ATTENTION

- Ne pas trop serrer les boulons de brides.
- Serrer les boulons dans le bon ordre.
- S'assurer que le système est bien aligné.
- Ne pas se servir des brides pour ramener deux tuyauteries l'une vers l'autre.
- Prévoir des rondelles plates sous les écrous et les têtes de boulons.

MÉTHODES D'ASSEMBLAGE – RAINURAGE POUR ROULAGE OU RAINURAGE PAR TAILLAGE (PVC SEULEMENT)

Introduction

Les tuyaux en PVC de IPEX peuvent être rainurés par roulage ou par taillage à chaque extrémité, pour un assemblage rapide au moyen de raccords mécaniques spécialement conçus pour les tuyaux en PVC. On peut utiliser cette méthode dans toute installation pour laquelle les tuyaux en PVC conviennent et lorsqu'on désire un assemblage rapide dans des conditions difficiles.

Caractéristiques

- Système à pression entièrement réutilisable, sans filetage, ni collage par solvant, ni brides.
- Les joints sont bloqués mécaniquement, pour un assemblage sûr et étanche, sous pression ou sous vide. (Se reporter aux informations du fabricant des produits pour plus de détails sur la résistance à la pression).
- En prévoyant un raccord union à chaque joint, on accélère et on facilite l'assemblage et l'entretien sur le site.
- Dans une installation avec fluide abrasif, on peut facilement faire tourner les tuyaux pour répartir l'usure.
- Ce système flexible se pose aisément sur un terrain cahoteux ou dont la surface est irrégulière.
- Lorsqu'on utilise un raccord mécanique à joint d'étanchéité, chaque joint de raccordement absorbe une certaine dilatation et une certaine contraction dues à la température.
- Un système à rainures (formées par roulage ou taillage) facilite et accélère l'agrandissement, la modification ou le déplacement de la tuyauterie.



Tableau 29 – Tuyaux recommandés pour assemblage par rainurage par roulage ou taillage

Matériau de tuyauterie	Assemblages à rainures recommandés
PVC Sch 40 (2 po – 8 po)	Rainures par roulage ou par taillage avec rayons
PVC Sch 80 (2 po – 12 po)	
PVC DR 26 (6 po – 12 po)	
PVC DR 21 (4 po – 12 po)	* Peut être à rainures par taillage
PVC 14 po	
PVC 16 po	
PVC 18 po	
PVC 24 po	

* Consulter un représentant IPEX pour informations détaillées sur la conception

Directives d'installation

1. Toujours utiliser des raccords mécaniques rainurés, conçus et recommandés pour les tuyaux en PVC. Le tableau 29 indique des systèmes de tuyauterie recommandés pour un assemblage au-dessus du sol.
2. Les rainures sont habituellement usinées ou roulées dans l'extrémité du tuyau par IPEX avant expédition. Les dimensions de la rainure doivent être celles recommandées par le fabricant des raccords mécaniques rainurés, selon le tableau 30, intitulé «Dimensions des joints rainurés».
3. Dans un système de tuyauterie en PVC assemblé par rainurage, la pression de service et/ou la pression d'essai ne doit pas dépasser les valeurs recommandées, indiquées dans le tableau 31, intitulé «Pression maximale pour tuyauteries en PVC assemblées par rainurage», à une température inférieure ou égale à 73 °F (23 °C).
4. Les pressions de service maximales recommandées dans le tableau 31 doivent être multipliées par les facteurs indiqués dans le tableau 32, intitulé «Facteurs de correction de température pour joints rainurés», lorsque le système fonctionne à une température constamment supérieure à 73 °F (23 °C). La température de service maximale recommandée pour un système de tuyauterie en PVC assemblé par rainurage est de 100 °F (38 °C).
5. Dans une installation de tuyauterie en PVC assemblée par rainurage, on doit s'assurer que :
 - a. Les forces de poussée soient absorbées aux points de déflexion ou aux extrémités de conduites par des supports ou des dispositifs de retenue externes. Les forces de poussée ne soient en aucun cas transmises délibérément, lors de la conception, aux joints de raccordement.
 - b. Les tuyaux soient bien alignés aux joints, au moyen d'un système de support convenable.
 - c. Le déplacement dû à la dilatation/contraction ne dépasse pas 0,0625 po par joint.

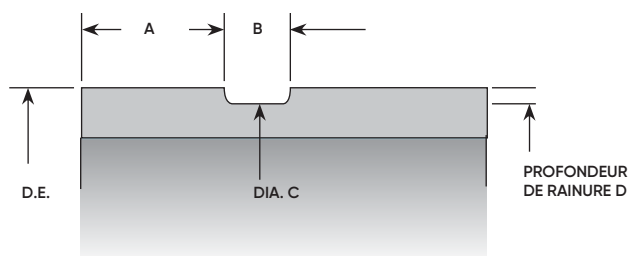


Tableau 30 – Dimensions des joints rainurés

Diamètre de tuyau (po)	D.E. (po)	A ± 0,031 (po)	B ± 0,031 (po)	C moyenne (po)	D* (po)
2	2,375	0,625	0,312	2,250 ± 0,015	0,062
2 1/2	2,875	0,625	0,312	2,720 ± 0,018	0,078
3	3,500	0,625	0,312	3,344 ± 0,018	0,078
4	4,500	0,625	0,375	4,334 ± 0,020	0,083
6	6,625	0,625	0,375	6,455 ± 0,022	0,085
8	8,625	0,750	0,437	8,441 ± 0,025	0,092
10	10,750	0,750	0,500	10,562 ± 0,027	0,094
12	12,750	0,750	0,500	12,531 ± 0,030	0,109

* La dimension D n'est qu'une référence pratique; c'est la dimension C qui doit être respectée

Tableau 31 – Pression maximale (psi) pour tuyauteries en PVC assemblées par rainurage par taillage, à 73 °F (23 °C)

Diamètre de tuyau (po)	DR 26	DR 21	SCH 40	SCH 80
2	-	-	100	170
2 1/2	-	-	110	175
3	-	-	100	160
4	-	75	85	140
6	60	80	70	125
8	65	85	65	115
10	70	90	-	110
12	70	90	-	110

Tableau 32 – Facteurs de correction de température pour les joints rainurés

Température de service		Facteur de correction
°F	°C	
73	38	1,00
80	27	0,90
90	32	0,75
*100	38	0,62

* Température de service maximale recommandée pour les systèmes de tuyauterie en PVC assemblées par rainurage.

SUPPORTS ET DISPOSITIFS DE RETENUE

Poussée

Des forces de poussée peuvent apparaître aux endroits d'un système de tuyauterie où il y a changement de direction ou variation de l'aire de la section droite, ou encore aux endroits où l'on a installé des robinets. Ces forces doivent être absorbées par des ancrages, des butées, des supports ou par encastrement. La méthode choisie dépend de l'installation : souterraine ou aérienne. Se reporter également à la section sur les tuyauteries souterraines dans ce manuel.

Les dimensions des renforcements éventuels doivent être basées sur une évaluation par l'ingénieur concepteur des vitesses d'écoulement, ainsi que des augmentations de pression dues à l'inertie du fluide. Noter que, au niveau d'un raccord non retenu, la poussée peut être considérable (comme le montre le tableau 33). Des dispositions doivent être prises pour absorber cette poussée lors de l'installation. Pour de plus amples informations sur les méthodes de calcul et d'absorption des forces de poussée, se reporter à un manuel d'ingénierie comme, par exemple, le Uni-Bell Handbook of PVC Pipe (Manuel Uni-Bell sur les tuyauteries en PVC).

Noter que les robinets doivent être ancrés. Cela s'applique aux robinets installés en cours de conduite, dans une chambre et à ceux que l'on utilise peu souvent. Il est recommandé d'installer des tiges d'ancrage autour du corps de robinet ou dans les oreilles de fixation. Les tiges doivent être encastrées dans le béton sous le robinet.

Tableau 33 – Poussée au niveau des raccords, en lb pour 100 psi (pression interne)

Dia. de tuyau (po)	Extrémités bouchées et embranch.	Coudes 90°	Coudes 45°	Coudes 22-1/2°	Coudes 11-1/4°
1/2	60	85	50	25	15
3/4	90	130	70	35	20
1	140	200	110	55	30
1 1/4	220	320	170	90	45
1 1/2	300	420	230	120	60
2	450	630	345	180	90
2 1/2	650	910	500	260	130
3	970	1 360	745	385	200
4	1 600	2 240	1 225	635	320
6	3 450	4 830	2 650	1 370	690
8	5 850	8 200	4 480	2 320	1 170
10	9 100	12 750	6 980	3 610	1 820
12	12 790	17 900	9 790	5 080	2 550
14	15 400	21 500	11 800	6 100	3 080
16	20 100	28 150	15 400	7 960	4 020
18	25 400	35 560	19 460	10 060	5 080
20	31 400	43 960	24 060	12 440	6 280
24	45 300	63 420	34 700	17 940	9 060

Principes généraux de support

Pour tout système de tuyauterie il est de la plus haute importance d'avoir un supportage adéquat. En pratique, l'espacement des supports est fonction du diamètre de la tuyauterie, de la température de service, de l'emplacement des robinets ou raccords les plus lourds, ainsi que des propriétés mécaniques du matériau de tuyauterie.

Pour assurer le fonctionnement satisfaisant d'un système de tuyauterie en thermoplastique, l'emplacement et le type des pendants doivent être soigneusement étudiés. Les principes de conception utilisés pour un système de tuyauterie en acier s'appliquent de manière générale à un système en thermoplastique mais, dans ce dernier cas, certains points particuliers sont à considérer.

1. Supporter directement les charges concentrées (robinets, brides, etc.) afin d'éliminer toute concentration de contraintes trop grandes sur la tuyauterie. En cas d'impossibilité, supporter la tuyauterie juste à côté de la charge.
2. Dans un système de tuyauterie soumis à de grandes variations de température, prendre les dispositions nécessaires pour absorber la dilatation et la contraction. Du fait que les changements de direction dans un système suffisent habituellement à absorber la dilatation et la contraction, les supports doivent être positionnés de manière à ne pas empêcher les déplacements (se reporter également à la rubrique Dilatation - contraction dans la section Conception de ce manuel). Noter que dans certains cas, il peut être bon d'utiliser un support à collier pour orienter le déplacement dû à la dilatation ou à la contraction thermique dans une direction particulière. Un support à collier ne doit pas déformer la tuyauterie une fois qu'il a été serré. (Voir la figure 9 Supports de tuyauterie recommandés).
3. Aux changements de direction (coudes à 90° par exemple), les supports doivent se trouver le plus près possible des raccords afin d'éviter toute contrainte de torsion excessive dans le système.
4. Du fait que le PVC et le PVCC sont sensibles aux entailles, les supports doivent offrir la surface d'appui la plus grande possible. Ne pas utiliser de supports trop étroits ou de supports aux arêtes vives sur ces matériaux, car il y aurait endommagement mécanique de la tuyauterie lors des déplacements.
5. Prévoir des contreventements sur les robinets pour absorber le couple de manœuvre. Supporter les robinets métalliques lourds de sorte qu'aucune contrainte supplémentaire ne soit engendrée dans le système de tuyauterie thermoplastique.

Les tableaux 34 et 35 indiquent l'espacement maximal recommandé pour les supports de tuyauterie en PVC et en PVCC à diverses températures. Les données sont basées sur un fluide dont la densité est de 1,0. Pour un fluide plus dense, l'espacement des supports obtenu doit être multiplié par le facteur de correction indiqué dans le tableau 36.

Noter que ces valeurs maximales d'espacement doivent toujours être vérifiées en fonction des codes de plomberie et de mécanique locaux, ainsi qu'auprès des autorités locales compétentes.

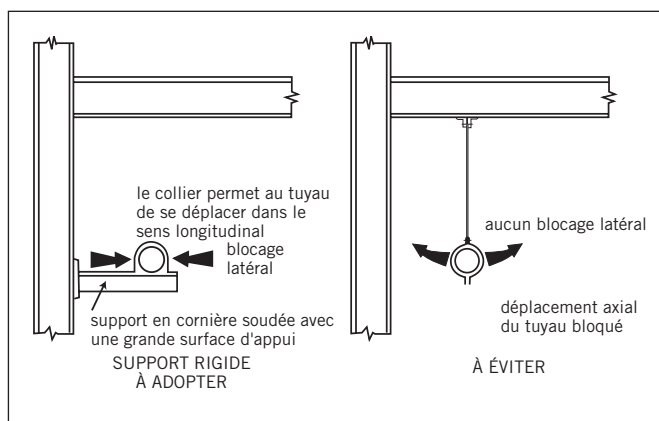
Support des tuyauteries

Un plastique ayant un coefficient de dilatation thermique plus élevé que celui d'un métal, la dilatation et la contraction des tronçons de tuyauterie peuvent devenir très importantes lorsque la température varie.

Le principe à retenir consiste à absorber la dilatation en bloquant la tuyauterie latéralement, tout en la laissant se déplacer dans le sens longitudinal.

Lorsqu'on supporte la tuyauterie avec des supports, il n'y a aucun blocage latéral mais plutôt un serpentement : c'est pourquoi il faut éviter dans la mesure du possible ce genre de supports.

Le dessin ci-dessous illustre des techniques de support à adopter et à éviter.



Dans certains cas, il est physiquement impossible ou peu pratique d'installer un support rigide entre deux colonnes trop éloignées l'une de l'autre. Dans ce cas, utiliser des tiges de suspension avec des colliers non serrés.

Les tuyauteries en plastique nécessitent un plus grand nombre de supports que les tuyauteries métalliques. La distance maximale recommandée entre les supports d'une tuyauterie d'eau est indiquée dans le tableau 34 (voir Espacement maximal des supports recommandé); cette distance s'applique à des tuyaux dont le contenu est à la température indiquée.

Installer les supports de tuyauterie de sorte que l'alignement soit uniforme et que la pente soit également uniforme et égale à 1/8 po au pied, ou conforme au code de plomberie local ou aux exigences de l'organisme compétent.

Calcul de l'espacement des supports basé sur une limite de fléchissement

$$L = \frac{[(SL \times E \times I)]}{(1,302 \times Wt)^{0,333}} \times 12$$

Où:

L = longueur entre supports, «longueur de portée», pi.

SL = limite de fléchissement; flèche maximale admissible entre deux supports, exprimée en pourcentage de la longueur de la portée (pour 0,2 %) - SL = 0,2)

E = module d'élasticité du matériau de la tuyauterie, psi (voir tableau 15)

OD = diamètre extérieur de la tuyauterie, po

$$I = \frac{\pi}{64} \times (OD^4 - ID^4)$$

Wt = $0,02837 \times (\delta\text{-tuyau} \times (OD^2 - ID^2) + \delta\text{-fluide} \times ID^2)$

$\delta\text{-tuyau}$ = Masse volumique du matériau de la tuyauterie, g/cm³ = densité $\times 0,9975$

$\delta\text{-fluide}$ = Masse volumique du fluide, g/cm³

ID = Diamètre intérieur de la tuyauterie, po

Exemple 17

Pour une tuyauterie en PVC de 1 1/2 po, Schedule 80, utilisée à une température de 140 °F, calculer l'espacement maximal admissible des supports, si la limite de fléchissement est de 0,2% (masse volumique du fluide véhiculé : 1,0 g/cm³).

Étape 1 : calculer le poids du système de tuyauterie

$$Wt = 0,02837 \times (\delta\text{-tuyau} \times (OD^2 - ID^2) + \delta\text{-fluide} \times ID^2)$$

Connaissant:

Densité relative du PVC = 1.42 (d'après le tableau 1)

E = Module d'élasticité = 280 000 psi

DE = 1,900" (d'après le tableau A-14)

$\delta\text{-tuyau} = 1,42 \times 0,9975 = 1,416 \text{ g/cm}^3$

DI = 1,590 po (d'après le tableau A-14)

$$wt = 0,02837 \times (1,416 \times (1,900^2 - 1,590^2) + 1,0 \times 1,590^2)$$

$$wt = 0,11518$$

Étape 2: calculer le moment d'inertie

$$I = \frac{\pi}{64} \times (1,900^4 - 1,590^4)$$

$$I = 0,326$$

Étape 3: calculer l'espacement maximal des supports admissible

$$L = \frac{[(0,2 \times 280\,000 \times 0,326)]}{(1,302 \times 0,11518)^{0,333}} \times 12$$

$$L = 4,114 \text{ pi}$$

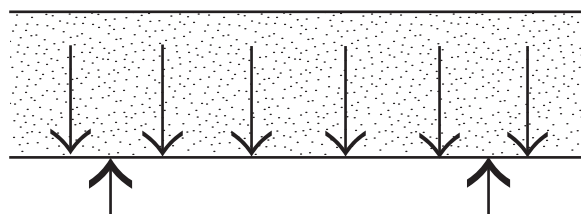
Tableau 34 – Espacement maximal des supports recommandé, en pieds, pour du PVC Xirtec *

Diamètre du tuyau (po)	Schedule 40 en PVC			Schedule 80 en PVC		
	60 °F (15 °C)	100 °F (38 °C)	140 °F (60 °C)	60 °F (15 °C)	100 °F (38 °C)	140 °F (60 °C)
1/2	3,0	2,9	2,6	3,1	3,0	2,7
3/4	3,4	3,2	3,0	3,5	3,4	3,1
1	3,9	3,7	3,4	4,0	3,9	3,6
1 1/4	4,3	4,2	3,9	4,6	4,4	4,1
1 1/2	4,7	4,5	4,1	5,0	4,8	4,4
2	5,2	5,0	4,6	5,6	5,4	5,0
3	6,7	6,4	5,9	7,2	6,9	6,4
4	7,6	7,3	6,7	8,2	7,9	7,3
6	9,2	8,9	8,2	10,3	9,9	9,2
8	10,7	10,2	9,5	12,0	11,5	10,6
10	12,0	11,5	10,7	13,7	13,1	12,1
12	13,2	12,7	11,8	15,2	14,6	13,5
14	14,0	13,5	12,4	16,2	15,6	14,4
16	15,3	14,7	13,6	17,6	16,9	15,7
18	16,6	15,9	14,7	19,0	18,3	16,9
20	17,5	16,8	15,5	20,0	19,5	18,1
24	19,6	18,8	17,4	20,0	20,0	20,0

* valeurs basées sur une limite de fléchissement de 0,2% de la portée, correspondant à une contrainte de flexion nettement inférieure à la valeur limite du matériau. Ce calcul prudent comporte aussi une marge de sécurité pour tenir compte de la dilatation et de la contraction, ainsi que des pointes de pression et de l'accumulation d'air dans les conduites.

Note 1 : un espacement maximal de 20 pi est donc recommandé.

Note 2 : Les supports doivent permettre un mouvement axial libre du tuyau à toutes les températures et doivent fournir un support de roulement adéquat au tuyau. Les supports doivent être exempts d'arêtes vives pour éviter d'endommager le tuyau.



On suppose que la charge est uniformément répartie sur la longueur de portée

Tableau 35 – Espacement maximal des supports recommandé, en pieds, pour du PVCC Xirtec *

Diamètre de de tuyau (po)	Schedule 80 en PVCC						
	73°F (23°C)	100°F (38°C)	120°F (49°C)	140°F (60°C)	160°F (71°C)	180°F (82°C)	200°F (92°C)
1/2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,7	2,5
3/4	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,8
1	4,1	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,3
1 1/4	4,6	4,5	4,4	4,2	4,1	4,0	3,7
1 1/2	5,0	4,8	4,7	4,6	4,4	4,3	4,0
2	5,6	5,5	5,3	5,2	5,0	4,9	4,5
2 1/2	6,5	6,3	6,1	5,9	5,7	5,6	5,2
3	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,2	5,8
4	8,3	8,1	7,8	7,6	7,4	7,1	6,7
6	10,4	10,1	9,8	9,5	9,2	9,0	8,4
8	12,1	11,7	11,4	11,0	10,7	10,4	9,7
10	13,8	13,4	13,0	12,6	12,3	11,9	11,1
12	15,4	15,0	14,5	14,1	13,7	13,3	12,4
14	16,4	15,9	15,4	15,0	14,5	14,1	13,2
16	17,8	17,3	16,8	16,3	15,4	14,9	14,3

Diamètre de tuyau (po)	Schedule 40 en PVCC						
	73°F (23°C)	100°F (38°C)	120°F (49°C)	140°F (60°C)	160°F (71°C)	180°F (82°C)	200°F (92°C)
1/2	3,0	2,9	2,8	2,7	2,7	2,6	2,4
3/4	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,7
1	3,9	3,8	3,7	3,5	3,4	3,3	3,1
1 1/4	4,4	4,3	4,1	4,0	3,9	3,8	3,5
1 1/2	4,7	4,6	4,4	4,3	4,2	4,0	3,8
2	5,3	5,1	5,0	4,8	4,7	4,5	4,2
2 1/2	6,1	5,9	5,7	5,6	5,4	5,2	4,9
3	6,7	6,5	6,3	6,1	6,0	5,8	5,4
4	7,7	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,2
6	9,4	9,1	8,8	8,6	8,3	8,1	7,5
8	10,8	10,5	10,2	9,9	9,6	9,3	8,7
10	12,2	11,8	11,5	11,1	10,8	10,5	9,8
12	13,4	13,0	12,7	12,3	11,9	11,5	10,6
14	14,2	13,8	13,4	13,0	12,6	12,2	11,3
16	15,5	15,1	14,6	14,2	13,8	13,4	12,1

*valeurs basées sur une limite de fléchissement de 0,2% de la portée.

Note 1: lorsque la température dépasse 200 °F, il est nécessaire de prévoir un support continu.

Note 2: Les supports doivent permettre un mouvement axial libre du tuyau à toutes les températures et doivent fournir un support de roulement adéquat au tuyau. Les supports doivent être exempts d'arêtes vives pour éviter d'endommager le tuyau.

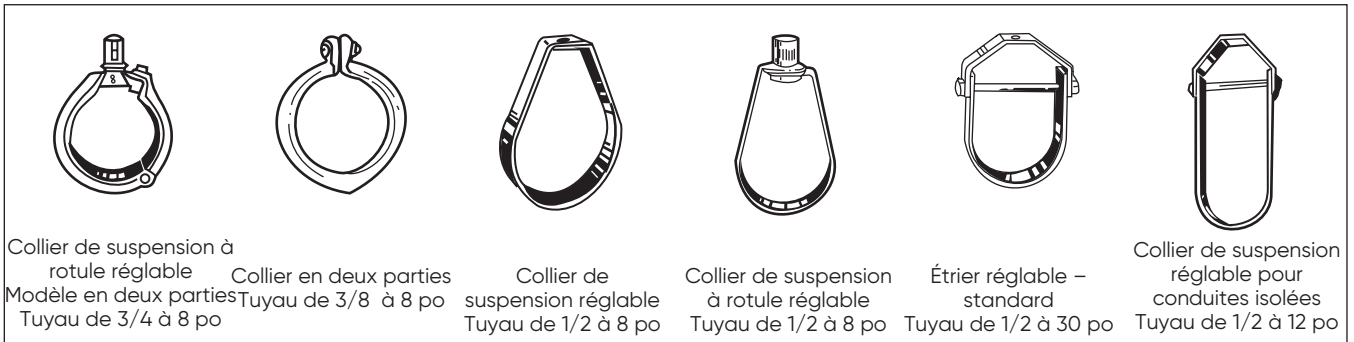
Tableau 36 – Facteurs de correction de l'espacement des supports

Densité relative	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5
Facteur de correction:	1,00	0,98	0,96	0,93	0,90	0,85	0,80

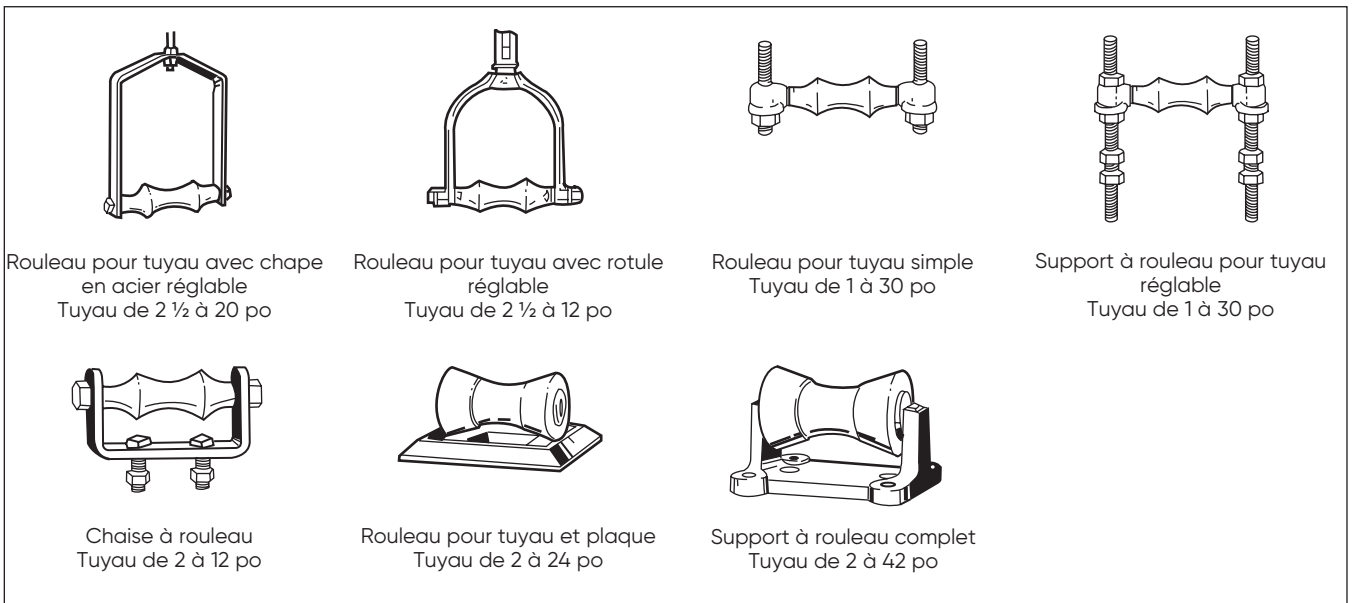
Lorsque le fluide a une densité relative supérieure à celle de l'eau (1,0), la distance de supportage doit être réduite en multipliant la distance entre supports recommandée par le facteur de correction approprié.

Figure 9 – Supports recommandés pour les systèmes de tuyauterie thermoplastiques

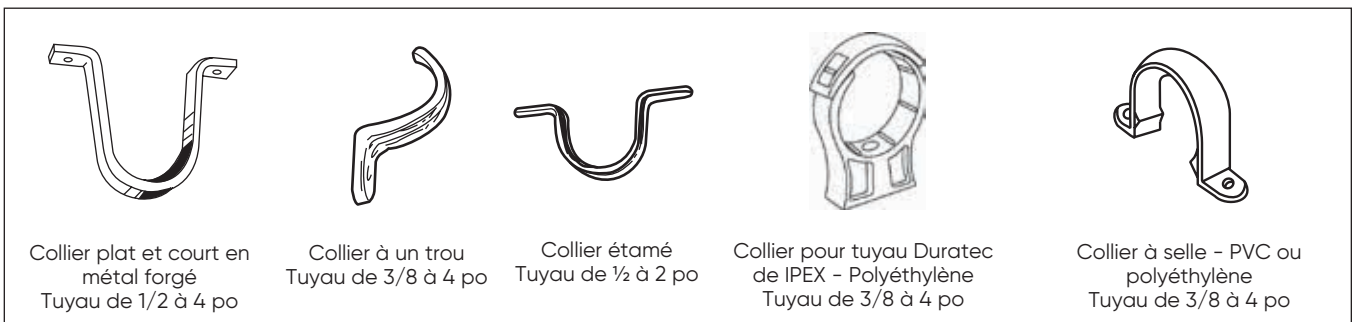
Colliers de suspension



Rouleaux pour tuyauteries



Colliers plats et crochets



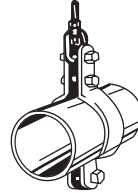
Colliers de tuyauterie

Tous les colliers de tuyauterie doivent permettre un déplacement axial à toute température et offrir une surface d'appui suffisante pour supporter la conduite. Utiliser des colliers et supports métalliques sans arêtes vives, afin de ne pas endommager la tuyauterie.

Colliers de fixation pour tuyauterie

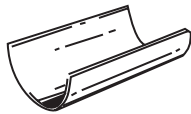


Collier pour tuyau - Moyen
Tuyau de 1/2 à 24 po



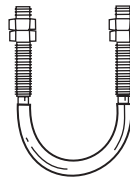
Collier pour tuyau à double boulon
Tuyau de 3/4 à 36 po

Protection de tuyau



Écran de protection d'isolation
Tuyau de 1/2 à 24 po

Boulon



Étrier en U*
Standard : tuyau de 1/2 à 30 po
Léger : tuyau de 1/2 à 10 po

*Également offert
avec revêtement
en plastique.

Note : les colliers utilisés comme ancrages (comme les étriers, etc.), lorsqu'ils sont trop serrés, peuvent engendrer des contraintes de poinçonnement dans la tuyauterie. Il peut alors y avoir fissuration ou éclatement prématuré. Si on doit utiliser des étriers, placer une plaque de protection métallique entre ces étriers et la surface de la tuyauterie. Lorsqu'on ancre une tuyauterie en plastique, il est toujours préférable de répartir la charge sur une grande surface de contact.

INSTALLATION DES TUYAUTERIES SOUTERRAINES

Introduction

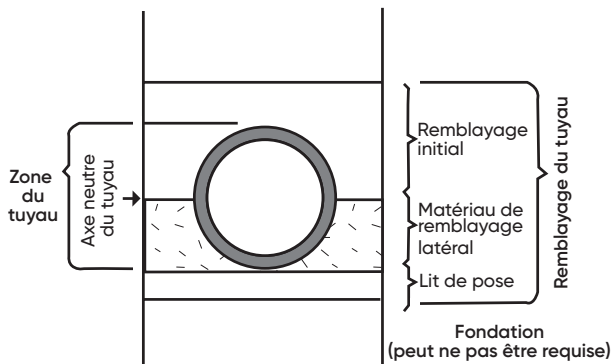
Tout système de tuyauterie souterrain est soumis à la fois à des charges internes et externes. Les charges internes sont reliées au fluide véhiculé et aux propriétés du matériau de la tuyauterie, comme nous l'avons déjà vu dans la section Conception. Du point de vue des charges externes, une tuyauterie en vinyle est considérée comme flexible (fléchit sans se rompre); elle supporte ces charges grâce à sa paroi et au sol qui l'enveloppe. Autrement dit, le sol et la tuyauterie forment une structure intégrale. Selon les conditions de charge, la tuyauterie dévie ou se comprime.

Les charges externes à déterminer sont celles dues au sol, ainsi que les charges statiques et dynamiques. La méthode détaillée de détermination des caractéristiques des charges sort du cadre de ce manuel. Pour de plus amples renseignements à ce sujet, nous renvoyons le lecteur à d'autres manuels d'ingénierie comme, par exemple, le Manuel Uni-Bell sur les tuyauteries en PVC.

Préparation d'une tranchée

Les documents d'ingénierie du projet spécifient le parcours et la pente de la tranchée; il est cependant bon de garder à l'esprit certains points lors de la préparation d'une tranchée.

Si la largeur de la tranchée à sa partie supérieure dépend généralement des conditions locales, sa largeur au voisinage de la tuyauterie doit être aussi réduite que possible. La règle générale veut que la largeur maximale au niveau du dessus de la tuyauterie ne dépasse pas le diamètre extérieur de cette tuyauterie plus 24 pouces. S'il n'est pas possible de respecter cette règle et que la largeur de tranchée dépasse le maximum, mettre en place un matériau de remblayage compacté de chaque côté de la tuyauterie, sur une distance de deux diamètres et demi (de tuyauterie), jusqu'aux parois de la tranchée; cela s'applique aux tuyauteries dont le diamètre ne dépasse pas 10 pouces. Pour une tuyauterie de plus grand diamètre (14 po à 24 po), mettre en place le matériau de remblayage latéral compacté sur une largeur d'un diamètre de tuyauterie ou de 24 pouces (choisir la valeur la plus grande), de chaque côté.



Profondeur de tranchée

Comme nous l'avons mentionné dans la section Conception de ce manuel, une tuyauterie thermoplastique a tendance à fléchir, plutôt qu'à se rompre sous l'effet d'une charge. La valeur de la déflexion se calcule à partir de la profondeur d'enfouissement, de la rigidité de la tuyauterie et de la valeur de la charge (sol, circulation) sur la tuyauterie. Bien que la déflexion maximale admissible soit de 7,5% en prenant un facteur de sécurité de 4 :1, le flambage critique se produit à 30%. Pour une installation donnée, on peut calculer la déflexion réelle et la profondeur d'enfouissement.

Pour de plus amples informations sur la profondeur d'enfouissement et le calcul de la déflexion dans diverses conditions, contacter votre représentant IPEX.

Couverture minimale

Même si le devis technique du projet précise la profondeur d'enfouissement à respecter, les directives suivantes, concernant la couverture minimale peuvent être utiles :

- Installer la tuyauterie à 6 pouces en dessous de la limite de gel.
- Dans une zone de circulation de camions (surcharge routière H20), prévoir une couverture minimale de 12 pouces (ou d'un diamètre de tuyauterie : choisir la valeur la plus grande), ce qui permet d'obtenir un module de réaction du sol $E' = 1\ 000$ au minimum.
- Dans une zone de circulation intense de camions ou de trains (surcharge voie ferrée E80), prévoir une couverture minimale de 36 pouces (ou d'un diamètre de tuyauterie : choisir la valeur la plus grande), ce qui permet d'obtenir un module de réaction du sol $E' = 1\ 000$ au minimum.

Couverture maximale

Il n'est pas non plus conseillé de poser une tuyauterie à une trop grande profondeur, pour des questions de coûts et de charges. Se reporter au tableau 37 pour la hauteur de couverture maximale recommandée.

Tableau 37 - Couverture maximale recommandée

Classe de sol*	Plage de densité Proctor standard (%)	E' Module de réaction du sol (psi)	Hauteur de couverture maximale (pi)
I	-	3 000	50
II	85-95	2 000	50
	75-85	1 000	50
	65-75	200	17
III	85-95	1 000	50
	75-85	400	28
	65-75	100	12
IV	85-95	400	28
	75-85	200	17
	65-75	50	9

* selon la norme ASTM D2321

Source : Uni-Bell Plastic Pipe Association

Fond de tranchée

Pour un bon support de la tuyauterie, le fond de la tranchée doit être continu, relativement lisse et exempt de pierres. En présence d'une couche durcie ou de blocs rocheux, le fond de la tranchée doit être revêtu d'un lit de pose constitué par un minimum de 4 po de gravillon ou de sable sous la tuyauterie. La tuyauterie ne doit être ni supportée ni posée (lit de pose) sur des matériaux gelés.

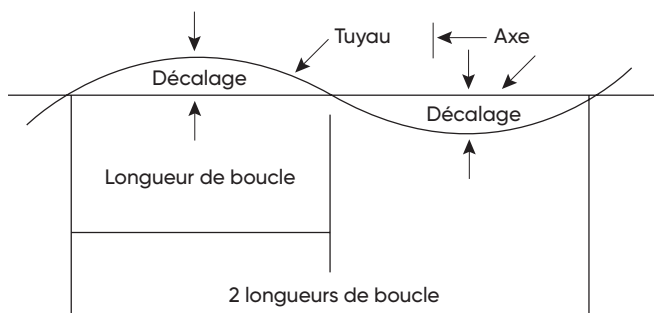
Lorsque le sol est instable (matériaux organiques), excaver le fond de la tranchée à une profondeur un peu plus grande, puis ramener ce fond au bon niveau en remplissant avec un matériau convenable.

Mise en place de la tuyauterie

Placer les tuyaux et raccords dans la tranchée au moyen de cordes et de plateaux, d'élingues fixées à un godet de pelle rétrocaveuse ou encore à la main. Ne pas jeter ou laisser tomber les tuyaux ou les raccords dans la tranchée, pour ne pas les endommager. Faire particulièrement attention lors de la manipulation des tuyaux par temps froid, car la résistance aux chocs du matériau diminue à basse température. Avant assemblage, s'assurer que les composants et matériaux sont en bon état.

Serpentement de la tuyauterie

Une fois les tuyauteries en PVC et en PVCC collées au solvant, il est conseillé de les faire serpenter à côté de la tranchée, selon les recommandations ci-dessous. FAIRE PARTICULIÈREMENT ATTENTION DE NE PAS EXERCER DE CONTRAINTE SUR LES JOINTS QUI NE SONT PAS ENCORE SECS. Ce serpentement est nécessaire pour absorber toute contraction thermique possible de la canalisation qui vient d'être installée.



Serpentement de la tuyauterie

Décalage de boucle en pouces, pour absorber la contraction

Variation maximale de température, en °F, entre le moment du collage au solvant et la mise en service			
Degrés	Longueur de boucle		
	20 pi	50 pi	100 pi
10	3 po	7 po	13 po
20	4 po	9 po	18 po
30	5 po	11 po	22 po
40	5 po	13 po	26 po
50	6 po	14 po	29 po
60	6 po	16 po	32 po
70	7 po	17 po	35 po
80	7 po	18 po	37 po
90	8 po	19 po	40 po
100	8 po	20 po	42 po

Il est particulièrement important de faire serpenter les longueurs qui ont été collées au solvant à la fin d'un chaud après-midi d'été, car le séchage se poursuit durant la nuit, plus fraîche, et la contraction thermique qui se produit alors peut engendrer des efforts suffisants pour provoquer le déboîtement des joints. Le serpentement est aussi spécialement nécessaire pour les tuyauteries posées dans leur tranchée (celle-ci devant avoir une largeur plus grande que celle recommandée) puis recouvertes de terre fraîche avant que les joints n'aient fini de sécher.

Assemblage

Assembler les joints selon les directives de la section Installation, sous la rubrique Méthodes d'assemblage.

Absorption des forces de poussée

Dans une installation de tuyauterie sous pression souterraine, des forces de poussée peuvent apparaître aux endroits où la tuyauterie change de direction ou encore de section de passage. Ces forces doivent être réduites au moyen de butées en béton ou d'encastres dans le béton. À cet effet, on peut couler du béton dans des coffrages de forme et de dimensions appropriées aux endroits de la conduite où des forces de poussée sont engendrées. Une butée en béton doit être placée entre le raccord et le sol naturel (non remué) sur le côté de la tranchée.

Pour de plus amples renseignements sur le calcul et l'absorption des forces de poussée, se reporter au Guide d'installation IPEX et aux manuels d'ingénierie comme, par exemple, le *Uni-Bell Handbook of PVC Pipe* (manuel Uni-Bell sur les tuyauteries en PVC).

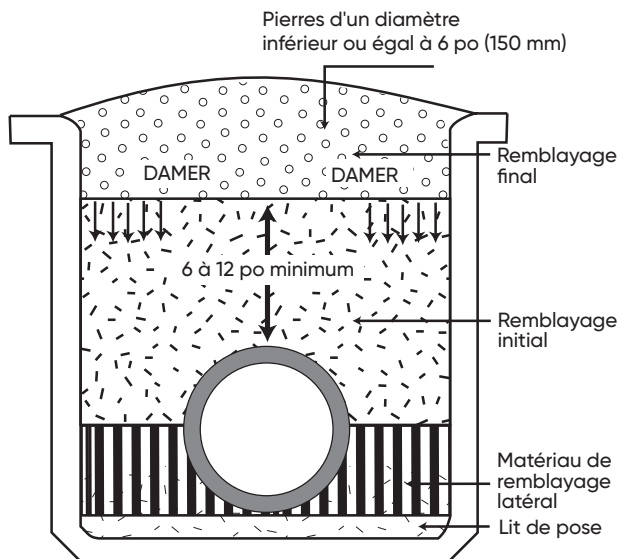
Remblayage initial

Le remblayage initial consiste à recouvrir la tuyauterie d'une épaisseur de 6 po à 12 po de matériau de remblayage convenable, sans pierres, ni objets coupants, ni débris ou particules de taille supérieure à 3 po. Ajouter le matériau de remblayage par couches de 6 po; veiller à ce que le bon niveau de compaction ait été atteint pour chaque couche et continuer à remplir jusqu'à ce que la génératrice supérieure de la tuyauterie soit recouverte de 6 po à 12 po de matériau.

S'assurer que les joints restent dégagés pour inspection visuelle. Laisser la tuyauterie reposer et se stabiliser du point de vue dimensionnel, puis vérifier l'étanchéité des joints. Lorsque la tuyauterie est jugée satisfaisante, damer la couche de remblayage initial.

Note 1: lors du damage, veiller à ce que l'alignement de la tuyauterie, aussi bien vertical qu'horizontal, soit maintenu.

Note 2: Par temps chaud, il est recommandé de remblayer le matin, lorsqu'il fait moins chaud, la tuyauterie étant alors entièrement contractée, afin d'éviter une mauvaise compaction due à la dilatation de la tuyauterie.



Essai du système

Une fois le système assemblé et le remblayage initial terminé, un essai d'étanchéité doit être effectué. Noter que le remblayage de la tuyauterie doit être suffisant pour empêcher tout déplacement lors de l'essai.

Réaliser un essai sous pression selon la procédure d'essai présentée dans la section Installation de ce manuel, sous la rubrique Essais. Lorsque l'essai a réussi, le système peut être recouvert. Sinon, effectuer les réparations nécessaires et reprendre l'essai jusqu'à ce que le système soit acceptable.

Compactage du matériau de remblai final

Le matériau de remblai final est celui que l'on met en place par-dessus le matériau de remblai initial, jusqu'en haut de la tranchée.

Compacter le matériau de remblayage latéral, de remblayage initial et de remblayage final au moyen d'équipements manuels selon les indications des dessins du projet. Prendre les précautions suivantes :

- 1) Lorsqu'on utilise un matériau à autocompaction, comme la pierre concassée, s'assurer que ce matériau ne forme pas d'arches ou de ponts en-dessous de la zone latérale de la tuyauterie. Comblers les vides éventuels avec une pelle.
- 2) Lors du compactage du matériau en dessous et sur les côtés de la tuyauterie, faire attention de ne pas heurter cette tuyauterie avec l'outil ou la machine.
- 3) Lorsqu'il est exigé une compaction supérieure à 85 % de densité Proctor standard dans la zone latérale, s'assurer que la tuyauterie ne s'écarte pas de la pente voulue sous l'effet des forces de compactage. Si la tuyauterie se déplace lors du compactage, ramener cette tuyauterie à la bonne pente.
- 4) Il n'est pas nécessaire de compacter le matériau de remblayage initial directement au-dessus de la tuyauterie pour préserver la résistance structurale de cette dernière. Un compactage peut toutefois être nécessaire pour le maintien de l'intégrité d'une voie de circulation.
- 5) Lors de la pose d'une grande longueur de tuyauterie par temps chaud (air chaud), il est recommandé de commencer à un point fixe, comme l'entrée ou la sortie d'un bâtiment, puis de travailler en s'éloignant de ce point, en faisant les essais et en remblayant selon les directives ci-dessus. En procédant ainsi, la température de la tuyauterie peut s'adapter progressivement à celle du sol au fur et à mesure que l'installation se poursuit.

ESSAI

Essai sous pression au chantier

Le but d'un essai sous pression au chantier est de confirmer que la section de conduite installée, et en particulier les joints et raccords, vont pouvoir résister à la pression de service considérée lors de la conception, plus une certaine marge de sécurité, sans perte de pression ni de fluide.

Une pression d'essai égale à une fois et demie la pression de service de la tuyauterie installée suffit généralement. Dans la mesure du possible, il est recommandé de réaliser une épreuve hydraulique. Il est suggéré de réaliser l'épreuve hydraulique selon la méthode ci-après, une fois que les joints assemblés par collage au solvant ont durci au moins 24 heures à 73 °F (23 °C) (durée comptée à partir du moment où le dernier joint assemblé a commencé à durcir). Pour de plus amples informations, se reporter aux durées de durcissement dans le tableau 22 de la section Installation.

Méthode d'épreuve hydraulique

1. Effectuer une inspection complète de la tuyauterie installée, à la recherche de dommages mécaniques et/ou de joints douteux.
2. Diviser le système en sections d'essai ne dépassant pas 1 000 pi.
3. Remplir lentement la section de tuyauterie avec de l'eau froide, de préférence à une vitesse d'écoulement inférieure ou égale à 1.0 pi/s. Évacuer l'air emprisonné par les points hauts. Ne pas mettre sous pression à ce point.
4. Laisser reposer la section pendant au moins une heure, afin que les températures s'équilibrent.
5. Vérifier s'il y a des fuites dans le système. Si tout va bien, vérifier s'il reste de l'air et l'évacuer, le cas échéant, puis augmenter la pression jusqu'à 50 psi. Ne pas aller au-delà de cette pression à ce point.
6. Maintenir la pression dans la section pendant 10 minutes. En cas de baisse de pression, vérifier s'il y a des fuites. Si la pression demeure constante, augmenter lentement la pression d'épreuve hydraulique jusqu'à une fois et demie la pression de service nominale.
7. Maintenir la pression dans la section pendant 1 heure au maximum. Durant cette période, la pression ne doit pas changer.

S'il y a une forte chute de pression statique ou s'il faut beaucoup de temps pour obtenir la pression voulue, la conduite fuit à un joint ou il reste de l'air dedans. Vérifier s'il y a des fuites; s'il n'y en a pas, réduire la pression et vérifier s'il n'y a pas d'air emprisonné. On doit l'évacuer avant de poursuivre l'épreuve.

Réparer les joints qui fuient et les laisser durcir au moins 24 heures avant de les mettre de nouveau sous pression.



ATTENTION



- NE JAMAIS utiliser d'air ou de gaz comprimés dans des tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF.
- NE JAMAIS utiliser d'air ou de gaz comprimés, ni de dispositif de surpression pneumatique, pour l'épreuve de tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF.
- N'UTILISER les tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF que pour de l'eau et des produits chimiques approuvés.

L'utilisation d'air ou de gaz comprimés dans des tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF peut provoquer une rupture par explosion et causer des blessures graves ou mortelles.

RÉPARATIONS

Réparations d'installations souterraines

Les joints défectueux ou les sections endommagées de tuyauterie souterraines se réparent rapidement et facilement au moyen de manchons de réparation à joints d'étanchéité, de la manière suivante :

1. Couper la section endommagée (à une longueur minimale de 18 po).
2. Ramener les extrémités d'équerre et les chanfreiner à 45° pour faciliter l'insertion des tuyaux dans les raccords.
3. Mesurer la longueur à remplacer et couper une section neuve de tuyau à cette longueur moins ¼ pouce.
4. Prévoir un chanfrein de 45° aux extrémités de cette section neuve.
5. Nettoyer la tuyauterie existante et la tuyauterie neuve. Ne pas poncer.
6. Enfiler les manchons de réparation à joints toriques sur les extrémités exposées de la tuyauterie existante.
7. Mettre en place la section de tuyauterie neuve.
8. Ramener les manchons de réparation sur la tuyauterie neuve, de sorte que les joints entre les tuyaux soient au centre des manchons.

Note 1 : ne pas utiliser de colle à solvant, ni de produits de nettoyage au méthyléthylcétone sur les manchons de réparation à joints d'étanchéité.

Note 2 : étudier le parcours de la tuyauterie afin de s'assurer qu'il n'y aura pas de déplacement axial lors de la mise en pression du système. S'il y a un risque de déplacement, prévoir des ancrages suffisants pour résister aux poussées dues à la pression.

Réparation des joints

Compte tenu du coût des matériaux, du temps nécessaire et des coûts de la main-d'œuvre, il est préférable, la plupart du temps, que l'installateur coupe le joint défectueux et le refasse entièrement avec de nouveaux matériaux, en prenant beaucoup de précautions lors du processus d'assemblage.

Il est cependant possible de réparer une petite fuite dans un joint en déposant un cordon de soudure en angle.



Réparation d'un joint de tuyauterie thermoplastique

Objet

La méthode la plus couramment utilisée pour la réparation d'un joint défectueux ou qui fuit est le soudage au gaz chaud à l'angle formé par le rebord de l'emboîture du raccord et le tuyau. Le soudage en angle des thermoplastiques est très semblable au soudage à l'acétylène ou au brasage des métaux. Les différences essentielles résident dans le fait que la baguette en plastique doit être constituée du même matériau de base que les pièces à assembler et que le gaz, chauffé plutôt que chauffant, sert à faire fondre la baguette et les surfaces adjacentes.

Le soudage des plastiques se limite à une fusion en surface car, contrairement aux métaux, il ne doit jamais y avoir de «bain de fusion». Il s'ensuit que la soudure n'est pas aussi résistante que le matériau de base constituant le tuyau et le raccord. C'est la raison pour laquelle la technique de réparation par soudage en angle n'est recommandée que dans le cas de petites fuites. Cette méthode ne doit pas normalement servir à l'assemblage d'un système utilisé sous pression.

Outils et matériaux de soudage

- Pistolet de soudage pour plastiques avec régulateur de pression, manomètre et flexible
- Baguette de matériau d'apport
- Toile émeri
- Chiffons en coton
- Pincés coupantes
- Meuleuse portable (optionnelle)
- Alimentation en air comprimé et bouteille d'azote (voir la rubrique ATTENTION)
- Source d'air comprimé

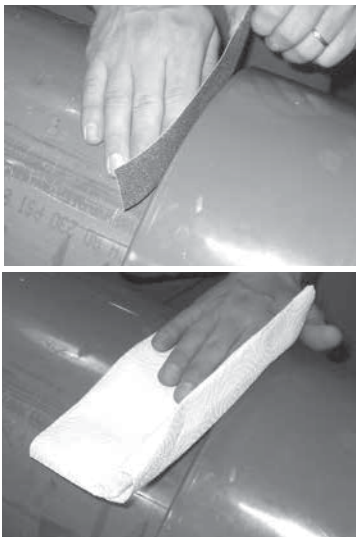
Préparation de la zone de soudage

Essuyer la zone du joint pour en ôter la saleté, l'huile et l'humidité. Il peut être nécessaire d'utiliser un solvant doux pour ôter l'huile.

ATTENTION : s'assurer qu'il ne reste plus de liquide dans la partie du système de tuyauterie sur laquelle on doit réaliser la soudure.

Soudage d'un joint défectueux

1. Enlever la colle à solvant résiduelle de la zone de soudage à l'aide d'une toile émeri. Lors du soudage d'un joint fileté, supprimer les filets à l'aide d'une lime, dans la zone à souder.
2. Essuyer la zone de soudage, pour en ôter la poussière, la saleté et l'humidité.



3. Déterminer la longueur de la baguette de matériau d'apport (voir tableau) nécessaire pour faire une passe complète sur le périmètre du joint, en entourant le tuyau à souder de la baguette. Augmenter suffisamment la longueur ainsi trouvée pour pouvoir manipuler la baguette à la fin de la passe.
4. Couper l'extrémité avant de la baguette de matériau d'apport à un angle d'environ 60°. Il sera ainsi plus facile d'amorcer la fusion et d'assurer la fusion simultanée de la baguette et du matériau de base au début du soudage.
5. La température de soudage varie selon le matériau thermoplastique (de 500 °F à 550 °F (260 °C à 288 °C) pour le PVC et le PVCC). La température de soudage se règle pour les divers matériaux thermoplastiques, ainsi que la vitesse de soudage, en faisant varier la pression à la sortie du régulateur (assurant le contrôle du débit de gaz) entre 3 et 8 psi.



ATTENTION : lorsqu'un gaz comprimé doit être utilisé avec le pistolet de soudage, il est préférable d'utiliser de l'azote, plutôt que de l'air comprimé, lorsque le système d'air de l'usine ne comprend pas les moyens de séchage et de filtration adéquats.

Du fait qu'il est économique, l'air comprimé représente habituellement le gaz de choix pour le soudage de la plupart des matières plastiques. Pour les joints réalisés au chantier, il est souvent préférable d'utiliser un pistolet de soudage muni de sa propre alimentation d'air, lorsqu'on n'exige pas une résistance maximale des soudures. Lorsqu'un gaz comprimé doit être utilisé avec le pistolet de soudage, il est préférable d'utiliser de l'azote, plutôt que de l'air comprimé, lorsque le système d'air de l'usine ne comprend pas les moyens de séchage et de filtration adéquats. (La présence d'humidité dans le courant gazeux entraîne une défaillance prématurée de l'élément chauffant du pistolet de soudage. Les impuretés contenues dans le courant gazeux, particulièrement celles contenues dans l'huile, peuvent oxyder le polymère et réduire la résistance du joint. Ce genre de problème est bien connu dans le cas du polypropylène).

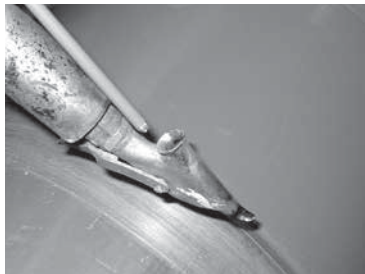
6. Une fois que l'air ou le gaz inerte s'écoule dans le pistolet de soudage, brancher la fiche de l'élément chauffant dans une prise de courant appropriée, pour chauffer le gaz, puis attendre environ 7 minutes que le gaz de soudage atteigne la bonne température.

ATTENTION : le corps métallique du pistolet de soudage abrite l'élément chauffant, de sorte que sa température peut être extrêmement élevée. Éviter tout contact avec le corps, ainsi qu'avec tout matériau combustible.

Le diamètre de la baguette d'apport et le nombre de passes nécessaires à la réalisation d'une bonne soudure sur matière plastique dépendent du diamètre de la tuyauterie à souder, selon le tableau ci-dessous :

Dia. du tuyau (po)	Dia. de baguette (po)	Nombre de passes
1/2 – 3/4 _s	3/32	3
1 – 2	1/8	3
2 1/2 – 4	3/16	3
6 – 8	3/16	5
10 – 12	3/16	5

7. Placer l'extrémité avant de la baguette d'apport dans l'ouverture de la pointe et la diriger dans l'angle formé par la jonction du tuyau et l'emboîture du raccord (entrée). Maintenir la buse



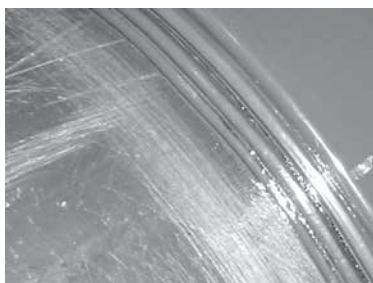
de soudage à un angle de 45° par rapport au raccord et la déplacer dans la zone à souder tout en exerçant une légère pression en poussant sur la baguette du côté entrée. Maintenir la buse de soudage à une distance d'environ 1/4 po à 1/2 po du matériau.

8. Terminer chacune des passes en amenant l'extrémité de la baguette exactement au point de départ. Il ne doit pas y avoir de chevauchement sur le dessus, ni sur le côté de



la zone de départ. Une soudure doit se terminer très précisément au point de départ.

9. Pour une tuyauterie de grand diamètre, il peut être nécessaire de réaliser plus de 3 passes de soudage. Déposer le premier cordon de soudure au fond de l'angle et les cordons suivants de chaque côté du premier. Lors d'une opération



de soudage par passes multiples, les points de départ des cordons doivent être décalés les uns par rapport aux autres; en outre, on doit laisser refroidir un cordon suffisamment longtemps avant d'en ajouter un autre.

10. Une bonne soudure sur matière plastique se reconnaît à la présence de petites lignes d'écoulement ou de vagues de chaque côté du cordon déposé. Cela prouve que la baguette et les matériaux de base ont été suffisamment chauffés pour une fusion adéquate et qu'une pression suffisante a été exercée sur la baguette pour une bonne liaison entre la partie fondue de la baguette et le matériau de base fondu. Lorsqu'on soude du PVC ou du PVCC en ne chauffant pas assez, la baguette d'apport conserve sa forme originale et se décolle facilement du matériau de base. Un excès de chauffage se traduit par contre par une décoloration de la soudure, qui prend une teinte brune ou noire.

Principes de soudage

Pour réaliser une bonne soudure sur thermoplastique, il suffit d'appliquer les quatre principes de base ci-après :

- **un chauffage adéquat**
En cas d'excès de chauffage, il y a carbonisation ou fusion exagérée. En cas de manque de chauffage, la fusion est incomplète.
- **une pression convenable**
Une pression excessive peut entraîner une fissuration sous tension lors du refroidissement de la soudure. Une pression insuffisante entraîne par contre un manque de fusion du matériau de la baguette avec le matériau de base.
- **un angle correct**
Lorsque la baguette n'est pas orientée selon le bon angle, il y a étirement du matériau de cette dernière, ainsi que du matériau de base.
- **une vitesse convenable**
Une vitesse de soudage excessive provoque un étirement du cordon de soudure et des fissures vont apparaître lors du refroidissement.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'INSTALLATION

Air emprisonné

L'air emprisonné dans les conduites sous pression est un sujet très étudié et très discuté. La plupart des concepteurs sont conscients de ce problème, mais peuvent ne pas en saisir toute l'importance ou connaître les méthodes à utiliser pour réduire les risques dus à une accumulation d'air emprisonné. Cette question est en effet très complexe. Le comportement de l'air dans un système de tuyauterie n'est pas facile à analyser, mais ses effets peuvent être dévastateurs.

Causes d'entrée d'air dans une conduite

Il existe plusieurs causes possibles d'entrée d'air dans une conduite d'un système. La plupart du temps, de l'air entre lors du remplissage, soit lors de la mise en service, soit après une vidange. Dans certains systèmes, de l'air entre à chaque fois qu'une pompe s'arrête, car les conduites se vident par des extincteurs automatiques ou des robinets ouverts en position basse.

L'air entre souvent dans un système au même endroit que l'eau. Ce problème est très courant dans le cas des conduites alimentées par gravité, mais il se produit également dans les systèmes avec pompage. Même l'eau pompée dans un puits profond peut contenir de l'air provenant de l'eau retombant en cascades dans le puits.

Une cause moins évidente de la présence d'air dans un système est la libération de l'air dissout dans l'eau, sous l'effet des variations de température et/ou de pression. Même si les quantités mises en jeu sont faibles dans ce cas, une accumulation dans le temps peut finir par créer des problèmes.

Il arrive aussi fréquemment que de l'air entre par les purgeurs d'air mécaniques ou les casse-vide, lorsque la pression devient inférieure à la pression atmosphérique. Ce phénomène peut se produire à l'arrêt d'une pompe ou lors d'une fluctuation de pression négative.

Pourquoi l'air emprisonné représente-t-il un problème?

Dans un système de tuyauterie, l'air a tendance à s'accumuler aux points hauts, lorsque le débit est faible ou inexistant. Au fur et à mesure que le débit augmente, l'eau qui se déplace dans la conduite entraîne l'air, qui peut alors s'accumuler à des points hauts plus élevés où il réduit la section de passage du fluide. Les poches d'air ainsi formées constituent des obstacles à l'écoulement, réduisant le rendement et les performances du système.

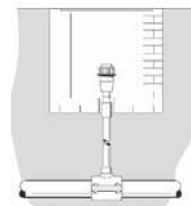
Au fur et à mesure qu'une poche d'air grossit, la vitesse de l'écoulement à cet endroit augmente, jusqu'à ce que l'air finisse par être balayé vers une sortie. Si une réduction de la section de passage d'une conduite est un problème, de l'air s'échappant rapidement d'un système sous pression peut être un problème encore plus grave. À 100 psi, l'eau est environ cinq fois plus dense que l'air; par conséquent, lorsqu'une poche d'air comprimé arrive à une sortie comme, par exemple, une tête d'extincteur automatique ou un purgeur d'air, elle s'échappe très rapidement. Au même moment, l'eau s'écoule à grande vitesse pour combler le vide.

Au moment où l'eau atteint l'ouverture, la vitesse de l'écoulement diminue brusquement, étant donné que l'air sort environ cinq fois plus vite que l'eau à 100 psi. L'effet produit est similaire à celui de la fermeture instantanée d'un robinet, à ceci près que la variation de vitesse peut largement dépasser la vitesse normale de l'écoulement dans la conduite. Lors d'essais réalisés à l'Université de l'État du Colorado (Colorado

State University), on a enregistré des surpressions jusqu'à 15 fois supérieures à la pression de service, au moment où l'air emprisonné sous pression s'échappait à grande vitesse. Les composants du système peuvent ne pas avoir une résistance suffisante pour absorber de telles surpressions et, même lorsqu'elles sont de moindre intensité, mais qu'elles se répètent, elles peuvent finir par affaiblir le système.

Comment résoudre le problème que représente l'air emprisonné

Évidemment, le meilleur moyen de ne pas avoir de problème d'air emprisonné serait d'empêcher l'air d'entrer dans le système. Des précautions doivent donc être prises afin d'empêcher toute entrée d'air. Lors du remplissage d'un système, soit à la mise en route, soit après une vidange pour hibernation ou réparation, réduire le débit pour ne pas dépasser une vitesse de 1,0 pi/s; de plus, évacuer l'air par les points hauts avant de mettre le système sous pression. Même en prenant ces précautions, une certaine quantité d'air peut demeurer dans le système.



Pour évacuer cet air résiduel ou de l'air généré par le procédé lui-même, prévoir un ou plusieurs purgeurs d'air à fonctionnement continu sur la conduite. L'une des solutions consisterait à utiliser des robinets de purge manuels comme, par exemple, des robinets à tournant sphérique. Ce n'est pas la solution idéale car, si des robinets de purge manuelle peuvent, lorsqu'ils sont judicieusement positionnés, évacuer l'air emprisonné lors de la mise en route, ils ne pourront pas chasser automatiquement ou efficacement l'air accumulé avec le temps. De plus, en utilisant des purgeurs manuels, on s'expose inévitablement à des risques de déversement, avec possibilité de contamination du site ou de blessures des opérateurs (selon le fluide véhiculé).

Pour une évacuation efficace de l'air emprisonné, il est de loin préférable d'utiliser des purgeurs à action continue. Ces purgeurs sont munis d'un mécanisme à flotteur permettant à l'air de sortir par un petit orifice, même lorsque la conduite est sous pression.

On trouve également sur le marché des appareils combinant les purgeurs d'air et les casse-vide. Ces produits remplissent deux fonctions. Par exemple, lors du remplissage d'un réservoir, l'air emprisonné peut s'échapper et le liquide entrer à plein débit sans être ralenti par des poches d'air. À l'inverse, lors de la vidange d'un réservoir, un mécanisme ouvre l'appareil de robinetterie pour laisser entrer l'air, qui comble l'espace précédemment occupé par le liquide, empêchant ainsi la formation d'un vide potentiellement dangereux.



IPEX offre le purgeur d'air VA, un appareil à piston combinant un purgeur d'air et un casse-vide, dans les diamètres de 3/4 po, 1 1/4 po et 2 po. Il est important de noter que les fonctions d'ouverture et de fermeture de cet appareil de robinetterie «intelligent» sont contrôlées par le fluide et non par la pression, contrairement à d'autres purgeurs d'air. Cette caractéristique présente plusieurs avantages. L'ouverture ou la fermeture de l'appareil n'exige ni pression minimale, ni vide minimal, garantissant une bonne rapidité de réaction dans toutes les conditions de service, éliminant aussi toute possibilité de déversement.

Lumière ultraviolette

On utilise couramment des stérilisateurs à rayons ultraviolets pour tuer les bactéries dans l'eau désionisée. Avec le temps, la lumière intense générée par ces stérilisateurs peut provoquer une fissuration sous tension des composants en PVC et en PVCC directement raccordés dessus. Pour minimiser ce problème, on recommande d'installer un siphon de transition entre le stérilisateur et la tuyauterie en vinyle.

Ozone

L'ozone (O₃) est une forme d'oxygène. À l'état pur, c'est un gaz instable de couleur bleue et d'odeur piquante. On utilise l'ozone comme bactéricide dans les systèmes d'eau désionisée, à une faible concentration variant de 0,04 à 5 ppm. Sous sa forme aqueuse, il ne présente aucun danger pour les tuyauteries thermoplastiques.

Note: ne pas utiliser une tuyauterie en PVC ou en PVCC sur de l'ozone gazeux.

Les mélanges commerciaux contiennent habituellement 2 % d'ozone et sont produits par irradiation électronique de l'air. On le fabrique habituellement sur place, car il est trop cher à transporter.

Le caoutchouc butyle et le caoutchouc éthylène-propylène (EPDM) ont une bonne résistance à l'ozone, ainsi que le caoutchouc fluoré (Viton) et le polyéthylène chloro-sulfoné (Hypalon). LE NÉOPRÈNE ET LE BUNA-N OU LE NITRILE SONT GRAVEMENT DÉTÉRIORÉS PAR L'OZONE.

Résistance chimique

Tuyaux, robinets et raccords

Les thermoplastiques ont une résistance remarquable à une vaste gamme de réactifs chimiques. Une telle résistance dépend de la température et de la concentration; de plus, certains produits chimiques ne peuvent être transportés que pour des plages de température et de concentration limitées. Dans les cas limites, il peut y avoir une attaque limitée, qui se traduit généralement par un léger gonflement dû à l'absorption. Il y a également de nombreux cas où une attaque peut se produire jusqu'à un certain degré dans des conditions bien spécifiques. Pour de telles applications, des raisons économiques justifient l'utilisation de matières plastiques plutôt que d'autres matériaux. La résistance chimique est souvent affectée (et fréquemment réduite) lorsqu'on transporte des produits ou composés chimiques contenant des impuretés. Pour une application particulière donnée, il vaut souvent mieux réaliser des essais sur le fluide qui sera effectivement manipulé dans l'installation.

En général, le PVC résiste bien à la plupart des acides forts, alcalis, solutions aqueuses, hydrocarbures aliphatiques, fluorures, solutions de développement photographique et de placage, à la saumure et aux huiles minérales. Ne pas l'utiliser en présence d'aldéhydes et de cétones, d'éthers, d'esters ou encore d'hydrocarbures aromatiques et chlorés.

Le PVCC a une résistance aux produits chimiques semblable à celle du PVC ou légèrement meilleure.

Joint d'étanchéité plats et joints

L'EPDM a une excellente résistance aux produits engendrés par l'oxydation mais il gonfle un peu au contact des huiles minérales et de pétrole, ainsi que des lubrifiants à base de diesters et des solvants organiques.

Le nitrile est un polymère à usage général résistant aux huiles connu sous le nom de caoutchouc nitrile. Le nitrile est un copolymère du butadiène et de l'acrylonitrile. Le nitrile possède une bonne résistance aux solvants, aux huiles, à l'eau et aux fluides hydrauliques. Il se comporte bien en compression et il résiste à l'abrasion tout en ayant une bonne résistance à la traction. Ne pas utiliser le nitrile en présence de solvants hautement polaires, comme l'acétone et la méthyléthylcétone, ni en présence d'hydrocarbures chlorés, d'ozone ou d'hydrocarbures azotés. La plage de température est de -65 °F (-54 °C) à 275 °F (135 °C).

Le FPM (Viton) a une excellente résistance aux agents chimiques. Il est pratiquement inerte en présence d'huile et de la plupart des solvants; il se comporte également très bien au contact de nombreux hydrocarbures aromatiques et aliphatiques.

Se reporter au Guide IPEX de résistance chimique pour des directives plus détaillées.



Chauffage par traçage

Bien que les tuyauteries thermoplastiques soient de mauvais conducteurs de la chaleur, un chauffage par traçage peut être nécessaire pour maintenir un liquide visqueux à une température suffisamment élevée, pour empêcher un liquide de geler ou encore éviter qu'un liquide comme de l'hydroxyde de sodium à 50 % cristallise dans une conduite. Un dispositif de chauffage par traçage électrique doté d'un ruban à détection de température autorégulateur permet de maintenir une température de 90 °F (32 °C) afin d'empêcher l'hydroxyde de sodium de geler. Le ruban doit être enroulé en S sur la tuyauterie, permettant les réparations et empêchant toute déflexion due à un chauffage d'un seul côté de la tuyauterie.

Le dispositif de chauffage par traçage doit être posé directement sur la tuyauterie, sous l'isolation, et doit respecter les critères de conception du système : température, pression et résistance chimique.

Dans certains cas, il peut être nécessaire d'installer 2 câbles ou plus, d'une puissance réduite, pour assurer une distribution et une pénétration de la chaleur plus homogènes, sans dépasser la température maximale de fonctionnement des tuyaux.

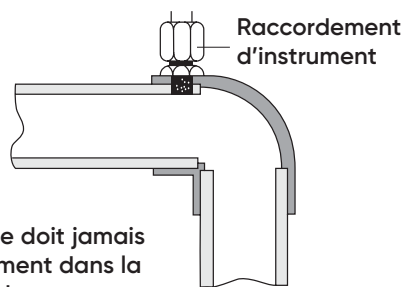
Piquage par taraudage pour raccordement d'instruments

Pour installer un embranchement sur un système en PVC existant (par piquage), suivre les consignes ci-après :

- a. Le perçage et le piquage par taraudage ne doivent être réalisés que lorsque le système n'est plus sous pression.
- b. IPEX recommande d'utiliser des tuyaux et raccords schedule 80 afin de maximiser l'épaisseur de paroi.
- c. Le piquage doit être réalisé par perçage dans la zone de chevauchement du tuyau et de l'emboîture du raccord. Dans cette zone, l'épaisseur de paroi est maximale, ce qui permet d'avoir suffisamment de filets.
- d. Étanchéiser les filets au moyen d'un ruban adhésif en Téflon^{MD} (PTFE) ou d'un produit d'étanchéité pour filets approuvé IPEX.

Les diamètres de tuyauterie et les diamètres maximums des raccordements sont indiqués ci-dessous :

Diamètre de tuyauterie	Diamètre de raccordement
1/4 po à 2 po	Utiliser des tés, des bagues de réduction et des raccords filetés
2 1/2 po à 4 po	Taraudage maxi 1/2 po NPT
6 po et plus	Taraudage maxi 1 po NPT



Un taraudage ne doit jamais être fait uniquement dans la paroi du raccord.

Piquage direct

Pour installer un embranchement sur une conduite existante en PVC (par piquage direct), suivre les consignes ci-après :

- a. Le perçage et le piquage ne doivent être réalisés que lorsque la conduite n'est plus sous pression.
- b. Un piquage direct ne doit être effectué que sur une tuyauterie de schedule 80 :
- i. IPEX ne recommande pas le piquage direct sur des tuyauteries de diamètres 1/4 po à 2 po.

- ii. Les diamètres des orifices ne doivent pas dépasser 1/2 po NPT pour les tuyauteries de 2 1/2 po à 4 po.
 - iii. Les diamètres des orifices ne doivent pas dépasser 1 po NPT pour les tuyauteries de 6 po et plus.
- c. Ne pas faire de piquage à moins de 3 pieds de l'extrémité de la tuyauterie (à moins que le perçage ne traverse en même temps l'emboîture d'un raccord).
 - d. Étanchéiser les filets au moyen d'un ruban adhésif en Téflon^{MD} (PTFE) ou d'un produit d'étanchéité pour filets approuvé IPEX.
 - e. En cas de raccordement à l'aide d'une selle, le diamètre de l'orifice ne doit pas dépasser la moitié du diamètre nominal de la tuyauterie :
 - i. Pour l'assemblage d'une selle sur une tuyauterie en PVC, IPEX recommande la colle Industrial Polychemical Service (IPS) n° 719 ou un produit équivalent.
 - ii. Bien qu'il soit possible de réaliser des raccordements de bonne qualité sans utiliser de sangles, IPEX recommande de poser un collier de serrage ou une sangle à l'étape d'assemblage afin d'assurer une bonne compression entre les surfaces de la tuyauterie et du raccord lors du durcissement de la colle.

Pour de plus amples informations, contacter votre représentant IPEX.

Toujours suivre ces recommandations en tenant compte des codes locaux de plomberie et de mécanique, ainsi que de l'avis vie des autorités compétentes locales.

Électricité statique

L'absence de conductivité des matériaux de tuyauterie thermoplastiques, comme le PVC et le PVCC, est généralement considérée comme un avantage, particulièrement en électricité ou en électronique. Dans certaines autres applications, cette propriété est considérée comme un inconvénient, car le fluide transporté peut générer des charges électrostatiques qui vont s'accumuler. Cette accumulation peut devenir telle que les charges se transforment en une source d'inflammation susceptible de créer des étincelles.

L'électricité statique (charge électrostatique) est générée par la séparation puis l'isolation de corps semblables. Ce phénomène se produit généralement lors du transport de solides en vrac secs, de poudres et de liquides chargés. Dans le cas d'une poudre, des charges électriques peuvent s'accumuler sur plusieurs composants de la tuyauterie, incluant notamment, sans que la liste soit exhaustive : le matériau lui-même, les récipients dans lesquels le matériau est déversé, les équipements métalliques utilisés pour verser le matériau ou situés à proximité, ainsi que les opérateurs eux-mêmes.

Afin d'éviter toute accumulation de charge, les équipements et le personnel doivent être mis à la terre et des mesures doivent être prises pour évacuer directement les charges en augmentant la conductivité de la tuyauterie. On dispose à cet effet de plusieurs méthodes :

- Revêtir la surface de la tuyauterie d'une poudre métallique conductrice sans solvant, puis mettre cette tuyauterie à la terre.
- Enrouler un fil conducteur autour de la tuyauterie, sur toute sa longueur, puis mettre ce fil à la terre.
- Augmenter l'humidité relative de l'atmosphère. Un mince film d'humidité sur la tuyauterie peut améliorer la conductivité. Bien que ce soit une mesure temporaire, on peut améliorer la qualité du film en traitant la surface de la tuyauterie avec un savon hygroscopique compatible (hydrophile).

NOTES

SECTION QUATRE : PRODUITS DE TUYAUTERIE À USAGE SPÉCIALISÉ

Tubage de puits en PVC – ASTM F 480



Les tuyaux en PVC IPEX à extrémités à emboîture pour tubage de puits assurent une protection contre la corrosion sans entretien pour les colonnes descendantes de puits et les pompes submersibles. Leur légèreté facilite l'installation par des méthodes courantes et avec des outils conventionnels. Ils sont fabriqués selon les normes ASTM et sont offerts partout en Amérique du Nord par les centres de distribution IPEX, qui possèdent des stocks complets.

Caractéristiques

- Conformité aux normes ASTM D 1784, D 1785, D 2665* et F 480.
- Certification par tierce partie selon NSF.
- Les joints collés au solvant sont résistants et étanches à l'eau.
- L'installation peut se faire au moyen d'équipements plus légers que pour une tuyauterie métallique.
- Non conducteurs de l'électricité, d'où une réduction des dangers sur le site de l'installation.
- Ni toxicité, ni lixiviation, avec excellente résistance chimique.
- Offerts avec extrémités à emboîtures en 2 po – 16 po ou à bouts unis pour filetage en 2 po – 12 po.

* Tuyaux de Schedule 40 seulement

Tableau 38 – Dimensions des tuyaux Xirtec en PVC pour tubage de puits – ASTM F480

Diamètre tuyau (po)	Diamètre extérieur (po)		Épaisseur minimale de paroi (po)			Longueur d'emb. (po)
	Moyen	Tolérance sur la moyenne	SDR21	Sch 40	Sch 80	
2	2,375	±0,006	0,113	0,154	0,218	3,03
2 1/2	2,875	±0,007	0,137	0,203	0,276	3,50
3	3,500	±0,008	0,167	0,216	0,300	4,02
4	4,500	±0,009	0,214	0,237	0,337	5,00
5	5,563	±0,010	0,265	0,258	0,375	5,98
6	6,625	±0,011	0,316	0,280	0,432	6,50
8	8,625	±0,015	0,410	0,322	0,500	7,40
10	10,750	±0,015	0,511	0,365	0,593	9,17
12	12,750	±0,015	0,606	0,406	0,687	9,49
14	14,000	±0,020	0,667	0,437	0,750	10,51
16	16,000	±0,020	0,762	0,500	0,843	11,50

* offert seulement sur les marchés spécialisés. Contacter votre bureau IPEX local pour de plus amples informations

Conduits de ventilation en PVC et PVCC

IPEX PVC & CPVC Ventilation Duct systems provide effective solutions for industrial ventilation, protecting workers and the environment from contaminated air.



Caractéristiques

- Conduit en PVC extrudé sans soudure dans tous les diamètres standard de 6 à 24 pouces
- Le PVC résiste à des températures de gaz d'évacuation jusqu'à 60 °C (140 °F)
- PVC avec classification 12454 selon ASTM 1784
- Pour utilisation dans les systèmes d'évacuation des fumées industriels et institutionnels exigeant une haute résistance à la corrosion par les vapeurs.
- Idéal pour les installations de placage, de finissage de métal et de laboratoires
- Faible coût installé par rapport aux métaux anticorrosion
- Sa légèreté permet d'avoir de plus grandes longueurs droites et facilite l'installation par des méthodes et avec des outils simples
- Peu d'entretien sur de longues durées d'utilisation
- Faible indice de propagation de la flamme : 10, selon CAN/ULC S102.2.

Caractéristiques des conduits en PVCC

- Conduit en PVCC extrudé sans soudure dans tous les diamètres standard de 6 à 16 pouces
- Le PVCC résiste à des températures de gaz d'évacuation jusqu'à 93 °C (200 °F)
- Classification des cellules du PVCC de 23447 selon ASTM D1784
- Le PVCC est inerte vis-à-vis de la plupart des acides minéraux, bases, sels et hydrocarbures aliphatiques, et se compare favorablement à d'autres matériaux non métalliques dans des environnements chimiques corrosifs
- Idéal pour les traitements chimiques, la fabrication de semi-conducteurs, le placage et la finition des métaux, la pâte à papier et le papier, les usines de traitement des eaux usées et les installations de laboratoire
- Faible coût d'installation par rapport aux systèmes de métaux exotiques non corrosifs et du PVDF
- Le poids léger permet des distances plus longues entre supports et une installation plus rapide avec des outils et des techniques de tuyauterie simples
- Peu d'entretien sur de longues périodes de service
- Le matériau des tuyaux en PVCC a des indices de propagation de la flamme et de dégagement de

fumée faibles, respectivement 10 et 25, selon la norme CAN/ULC S102.2

- Le composé de PVCC Xirtec^{MD} est enregistré comme répondant au « protocole d'essai d'inflammabilité des matériaux pour salle blanche » de la norme FM 4910

Tableau 39 – Dimensions des conduits en PVC

Diamètre du conduit (pouces)	Diamètre extérieur moyen (po)	Diamètre intérieur moyen (po)	Épaisseur moyenne de paroi (po)	Poids (lb/pi) PVC	Poids (lb/pi) PVCC
6	6 625	6 251	0,187	2 319	2 519
8	8 625	8 251	0,187	3 040	3 301
10	10 750	10 376	0,187	3 805	4 133
12	12 750	12 376	0,187	4 528	4 916
14	14 000	13 626	0,187	4 978	5 405
16	16 000	15 626	0,187	5 697	6 188
18	18 000	17 626	0,187	6 420	–
20	20 000	19 500	0,250	9 515	–
24	24 000	23 500	0,250	11 442	–

* Les conduits en PVCC sont disponibles seulement jusqu'à 16 pouces de diamètre



ATTENTION

1. L'écoulement de l'air dans un conduit de plastique peut générer une très importante charge d'électricité statique, particulièrement si l'air est très sec. Si on véhicule des particules ou des gaz combustibles, on doit mettre en œuvre les diverses techniques de mise à la terre. Consulter un expert dans ce domaine lors de la conception.
2. Il peut être nécessaire de prévoir un système d'extincteurs automatiques à tête fermée si des résidus combustibles ou des matériaux oxydables sont susceptibles de s'accumuler dans les conduits avec le temps.
3. La résistance chimique et la température de service doivent être évaluées de la même manière que pour une tuyauterie standard en PVC. En cas de doute, consulter votre service à la clientèle IPEX local.

Soudage par colle aux solvants

Pour le soudage par colle aux solvants des conduits de ventilation en PVC et PVCC, reportez-vous à la section intitulée « Méthodes d'assemblage – Colle aux solvants » de ce manuel.

Note : IPEX recommande l'utilisation d'une colle extra-épaisse pour le soudage à la colle aux solvants de conduits de ventilation en PVC ou PVCC.

Espacement des supports

Pour assurer le fonctionnement satisfaisant d'un système de tuyauterie de ventilation en PVC ou PVCC, l'emplacement et le type des étriers de support doivent être soigneusement pris en compte.

1. Les charges concentrées (c.-à-d. les ventilateurs, hottes, épurateurs, clapets, brides, etc.) doivent être supportées directement pour éliminer toute concentration de contraintes élevées sur le reste de la tuyauterie.
2. Les vapeurs transportées dans un système de conduits de ventilation peuvent provoquer des réactions chimiques et créer des solides. Par conséquent, il est important de considérer l'accumulation de solides lors de la conception des supports du système de tuyauterie, car ces solides peuvent entraîner des charges de contrainte supplémentaires dans le système.
3. Dans les systèmes de tuyauterie où des fluctuations de température se produisent, les supports doivent permettre le mouvement axial libre des tuyaux pour compenser la dilatation et la contraction thermiques dans le système de tuyauterie.
4. Hangers should provide as much bearing surface as possible. Les étriers de support doivent fournir autant de surface d'appui que possible. Ne pas utiliser des supports tranchants ou des arêtes vives sur les supports, car cela pourrait provoquer des dommages mécaniques si le tuyau bouge.

Les tableaux suivants indiquent l'espacement maximal recommandé des supports horizontaux des conduits de ventilation en PVC ou PVCC rempli d'air à diverses températures.

Espacement maximal recommandé (en pieds) des supports horizontaux des conduits de ventilation en PVC

Diamètre du tuyau (pouces)	Température							
	23 °C (73 °F)	27 °C (80 °F)	32 °C (90 °F)	38 °C (100 °F)	43 °C (110 °F)	49 °C (120 °F)	54 °C (130 °F)	60 °C (140 °F)
6	10	10	9,5	9	8,5	8	7,5	6,5
8	10	10	10	10	9	9	8	7,5
10	10	10	10	10	10	10	9	8,5
12	12	12	12	12	10	10	10	9,5
14	12	12	12	12	11,5	11,5	11	10
16	12	12	12	12	12	12	11	10
18	12	12	12	12	12	12	11,5	11
20	12	12	12	12	12	12	12	11,5
24	12	12	12	12	12	12	12	12

Espacement maximal recommandé (en pieds) des supports horizontaux des conduits de ventilation en PVCC

Diamètre du tuyau (pouces)	Température						
	23 °C (73 °F)	38 °C (100 °F)	49 °C (120 °F)	60 °C (140 °F)	71 °C (160 °F)	82 °C (180 °F)	93 °C (200 °F)
6	10	10	10	10	10	8	8
8	10	10	10	10	10	8	8
10	10	10	10	10	10	10	10
12	10	10	10	10	10	10	10
14	12	12	12	12	10	10	10
16	12	12	12	12	12	10	10

Note 1 : Les recommandations d'espacement maximal entre les supports doivent toujours être comparées aux codes locaux de plomberie et de mécanique et vérifiées avec les autorités locales compétentes.

Note 2 : Les supports de tuyaux doivent être installés de manière à ce que les tuyaux horizontaux soient alignés uniformément.

Essais

Une fois le système installé et tous les raccords soudés avec de la colle aux solvants suffisamment durcis, un test d'étanchéité doit être effectué avant la mise en service du système de tuyauterie de conduits de ventilation. Les tests doivent être effectués conformément aux exigences des codes locaux de plomberie et de mécanique, ainsi que des autorités locales compétentes.

Pendant les tests, les sections assemblées doivent être inspectées visuellement pour vérifier l'absence de fuite au niveau des joints dans tout le système. If a leak is discovered at a solvent weld joint, the joint must be removed and replaced or alternatively may be back-welded in place by a worker certified or experienced in thermoplastic welding. Si une fuite est découverte au niveau d'un joint assemblé par collage aux solvants, le joint doit être retiré et remplacé ou peut être soudé en place par un travailleur certifié ou expérimenté en soudage thermoplastique.

Des précautions de sécurité et un équipement de protection appropriés doivent être utilisés pendant toutes les procédures de test.



AVERTISSEMENT

- **NE JAMAIS** utiliser d'air ou de gaz comprimés dans des tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF.
- **NE JAMAIS** utiliser d'air ou de gaz comprimés, ni de dispositif de surpression pneumatique, pour l'épreuve de tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF.
- **UTILISER** les tuyaux et raccords en PVC/PVCC/PP/PVDF que pour de l'eau et des produits chimiques approuvés.



SECTION CINQ : SPÉCIFICATIONS

NORMES

Il existe des normes permettant d'assurer que les systèmes de tuyauterie thermoplastiques satisfont aux exigences de performance voulues pour une application donnée. Les ingénieurs et le personnel technique de IPEX participent activement à l'élaboration des normes de matériaux thermoplastiques dans toute l'Amérique du Nord. Ces activités se traduisent par l'adoption de nouvelles normes et des améliorations aux normes existantes dans le domaine des tuyauteries thermoplastiques.

Organismes de normalisation

Les produits IPEX satisfont aux exigences des normes élaborées par plusieurs organismes de normalisation. Pour de plus amples informations sur les normes et la conformité à celles-ci, contacter les organismes suivants.

CSA Group, www.csagroup.org

ASTM International, www.astm.org

Laboratoires des assureurs du Canada, www.ulc.ca

NSF International, www.nsf.org

Normes applicables

La liste ci-après indique les normes s'appliquant aux systèmes de tuyauterie en PVC et en PVCC de IPEX. Cette liste est à jour au moment de l'impression de ce manuel.

ASTM

Normes sur la terminologie relative aux plastiques

- | | |
|-------|---|
| D883 | intitulée « Terminology Relating to Plastics (Terminologie relative aux plastiques) » |
| D1600 | intitulée « Terminology for Abbreviated Terms Relating to Plastics (Terminologie portant sur les abréviations relative aux plastiques) » |
| F412 | intitulée « Terminology Relating to Plastic Piping Systems (Terminologie relative aux systèmes de tuyauterie en plastique) » |
| D2749 | intitulée « Standard Symbols for Dimensions of Plastic Pipe Fittings (Symboles standards relatifs aux dimensions des raccords de tuyauterie en plastique) » |

Normes relatives aux plastiques

- | | |
|-------|---|
| D1784 | intitulée « Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Compounds and Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds » |
| D2564 | intitulée « Solvent Cements for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Piping Systems » |
| D2672 | intitulée « Joints for IPS PVC Pipe Using Solvent Cement » |
| D3138 | intitulée « Solvent Cements for Transition Joints Between Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) and Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Non-Pressure Piping Components » |
| D3915 | intitulée « Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) and Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds for Plastic Pipe and Fittings used in Pressure Applications » |
| D4396 | intitulée « Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) and Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds for Plastic Pipe and Fittings Used in Nonpressure Applications » |
| F493 | intitulée « Solvent Cements for Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe and Fittings » |
| F656 | intitulée « Primers for Use in Solvent Cement Joints of Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe and Fittings » |

Normes relatives aux tuyaux en plastique

- D1785 intitulée « Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedules 40, 80, and 120 »
- D2241 intitulée « Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR Series) »
- D2665 intitulée « Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Drain, Waste, and Vent Pipe and Fittings »
- D3139 intitulée « Joints for Plastic Pressure Pipes Using Flexible Elastomeric Seals »
- D3212 intitulée « Joints for Drain and Sewer Plastic Pipes Using Flexible Elastomeric Seals »
- F441/ F441M intitulée « Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe, Schedules 40 and 80 »
- F442/ F442M intitulée « Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe (SDR-PR) »
- F477 intitulée « Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe »
- F480 intitulée « Thermoplastic Well Casing Pipe and Couplings Made in Standard Dimension Ratios (SDR), Sch 40 & Sch 80 »
- F913 intitulée « Thermoplastic Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe »

Normes relatives aux raccords en plastique

- D2464** intitulée « **Threaded Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings Schedule 80** »
- D2466 intitulée « Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40 »
- D2467 intitulée « Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80 »
- D2665 intitulée « Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Drain, Waste and Vent Pipe and Fittings »
- F437 intitulée « Threaded Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80 »
- F438 intitulée « Socket-Type Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40 »
- F439 intitulée « Socket-Type Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80 »
- F1803 intitulée « Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Closed Profile Gravity Pipe and Fittings Based on Controlled Inside Diameter »
- F1866 intitulée « Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Schedule 40 Drainage and DWV Fabricated Fittings »
- F1970 intitulée « Special Engineered Fittings, Appurtenances or Valves for use in Poly (Vinyl Chloride) (PVC) or Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) systems »

Normes relatives aux méthodes d'essais

- D256 intitulée « Test Method for Determining the IZOD Pendulum Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics »
- D570 intitulée « Test Method for Water Absorption of Plastics »
- D635 intitulée « Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position »
- D638 intitulée « Test Method for Tensile Properties of Plastics »
- D648 intitulée « Test Method for Deflection Temperature of Plastics Under Flexural Load in the Edgewise Position »
- D790 intitulée « Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials »
- D1598 intitulée « Test Method for Time-to-Failure of Plastic Pipe Under Constant Internal Pressure »
- D1599 intitulée « Test Method for Short-Time Hydraulic Failure Pressure of Plastic Pipe, Tubing and Fittings »
- D2122 intitulée « Test Method for Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings »
- D2152 intitulée « Test Method for Adequacy of Fusion of Extruded Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pipe and Molded Fittings by Acetone Immersion »
- D2412 intitulée « Test Method for Determination of External Loading Characteristics of Plastic Pipe by Parallel-Plate Loading »
- D2444 intitulée « Test Method for Determination of Impact Resistance of Thermoplastic Pipe and Fittings by Means of a Tup (Falling Weight) »
- D2837 intitulée « Test Method for Obtaining Hydrostatic Design Basis for Thermoplastic Pipe Materials »
- D3212 intitulée « Joints for Drain and Sewer Plastic Pipes Using Flexible Elastomeric Seals »
- F610/ F610M intitulée « Evaluating the Quality of Molded Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Fittings by the Heat Reversion Technique »

Normes relatives aux pratiques

- D543 intitulée « Practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemical Reagents »
- D618 intitulée « Practice for Conditioning Plastics for Testing »
- D2321 intitulée « Practice for Underground Installation of Thermoplastic Pipe for Sewers and Other Gravity-Flow Applications »
- D2855 intitulée « Practice for Making Solvent-Cemented Joints with Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pipe and Fittings »
- D4703 intitulée « Practice for Compression Molding Thermoplastic Materials into Test Specimens, Plaques or Sheets »
- F402 intitulée « Practice for Safe Handling of Solvent Cements, Primers and Cleaners Used for Joining Thermoplastic Pipe and Fittings »
- F1057 intitulée « Practice for Estimating the Quality of Extruded Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pipe by the Heat Reversion Technique »

NSF

- ANSI/NSF 14 intitulée « Plastic Piping System Components and Related Materials »
ANSI/NSF 61 intitulée « Drinking Water System Components – Health Effects »

CSA

- B137.0 intitulée « Definitions, General Requirements and Methods of Testing for Thermoplastic Pressure Piping »
B137.2 intitulée « PVC Injection-Molded Gasketed Fittings for Pressure Applications »
B137.3 intitulée « Rigid Polyvinyl Chloride (PVC) Pipe for Pressure Applications »
B181.2 intitulée « PVC Drain, Waste and Vent Pipe and Pipe Fittings »

NFPA/UL/ULC/ASTM – Combustion

- ASTM E84 intitulée « Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials »
CAN/ULC S102.2 intitulée « Surface Burning Characteristics of Flooring, Floor Covering and Miscellaneous Materials »
NFPA255 intitulée « Standard Method of Test of Surface Burning Characteristics of Building Materials »
UL 94 intitulée « Test for Flammability of Plastic Materials for Ports in Devices and Appliances »
UL 723 intitulée « Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials »

SPÉCIFICATIONS DES PRODUITS

Tuyaux et raccords industriels en PVC Xirtec Schedules 40 et 80

Objet

Cette fiche technique définit les exigences du fabricant concernant les tuyaux et raccords en PVC sous pression de Schedule 40 et Schedule 80, dans les diamètres IPS. Les tuyaux et raccords satisfont aux exigences (ou les dépassent) des normes ASTM, NSF et CSA pertinentes et on peut les utiliser sur de l'eau potable.

Matériaux en PVC Xirtec

Le PVC (polychlorure de vinyle) rigide utilisé pour la fabrication des tuyaux et raccords de Schedule 40 et Schedule 80 satisfait aux exigences de la norme ASTM D1784 (anciennement type 1, grade 1). Ce matériau présente une classification des cellules de 12454. Le PVC de base utilisé dans la fabrication devra contenir les quantités prescrites de pigments de couleur, stabilisants et autres additifs. Les matériaux PVC utilisés sont enregistrés selon les exigences de la norme NSF 61 pour usage avec de l'eau potable.

Dimensions

Les dimensions et les propriétés physiques des tuyaux en PVC Xirtec Schedule 40 et Schedule 80 devront satisfaire aux exigences de la norme ASTM D1785 et/ou être certifiées selon la norme CSA B137.3. Les dimensions des emboîtures des tuyaux à emboîtement à tulipe devront être conformes aux normes ASTM D2672 ou F480.

Les dimensions et les propriétés physiques des raccords (de type à emboîture) en PVC Xirtec Schedule 40 et Schedule 80 devront satisfaire, respectivement, aux exigences des normes ASTM D2466 et D2467. Les dimensions et propriétés physiques des raccords en Xirtec en PVC de Schedule 80 - filetés - devront être conformes aux exigences de la norme ASTM F2464. Les raccords filetés ont des filets coniques pour tubes selon ANSI/ASME B1.20.1.

Marquage

Les tuyaux en PVC Xirtec Schedule 40 et Schedule 80 sont marqués selon les prescriptions des normes ASTM D1785, NSF 14 et/ou CSA B137.0/137.3. Le marquage comprend les éléments suivants : IPEX; Xirtec PVC; IPS PVC, ainsi que l'épaisseur et la cote de pression à 23 °C (73 °F); ASTM D1785; CSA B137.3; NSF 14 et NSF 61 eau potable.

Modèle de spécification

Tous les tuyaux en PVC Xirtec Schedule 40 et Schedule 80 devront être conformes aux exigences de la norme ASTM D1785, et être certifiés par un organisme tiers à la norme NSF 14 et/ou CSA B137.0/137.3. Les raccords Xirtec Schedule 40 devront être conformes à la norme ASTM D2466. Les raccords à emboîture Xirtec en PVC Schedule 80 doivent satisfaire aux exigences de la norme ASTM D2467 et les raccords filetés Schedule 80 aux exigences de la norme ASTM D2464. Tous les raccords doivent être certifiés par un organisme tiers selon la norme NSF 14.

Tous les raccords assemblés Xirtec en PVC Schedule 80 devront être renforcés de plastique renforcé de fibre de verre (FRP). Tous les raccords en PVC devront être moulés ou assemblés avec du composé de PVC Xirtec compatible avec le matériau employé pour les tuyaux.

Seuls les tuyaux Xirtec en PVC Schedule 80 doivent être filetés, la cote de pression étant alors réduite de 50 %. Les dimensions des emboîtures des tuyaux à emboîtement à tulipe devront être conformes aux normes ASTM D2672 ou F480.

Tous les tuyaux, raccords et robinets Xirtec en PVC devront être compatibles et produits par un seul fabricant ; ils doivent être identiques à ceux fournis par IPEX.

Tuyaux industriels en PVCC Xirtec Schedules 40 et 80 et raccords en PVCC Schedule 80

Objet

Cette fiche technique définit les exigences du fabricant concernant les tuyaux en PVCC à pression Schedule 40 et Schedule 80, ainsi que les raccords à pression de Schedule 80, dans les diamètres IPS. Les tuyaux et raccords satisfont aux exigences (ou les dépassent) des normes ASTM et NSF pertinentes et on peut les utiliser sur de l'eau potable.

Matériaux en PVCC

Le PVCC (polychlorure de vinyle surchloré) rigide utilisé pour la fabrication des tuyaux Schedule 40 et Schedule 80, ainsi que des raccords de Schedule 80, satisfait aux exigences de la norme ASTM D1784. Ce matériau présente une classification des cellules de 24448 (23447 dans les diamètres de 10 à 16 pouces). Le PVCC rigide utilisé pour la fabrication des raccords de Schedule 80 devra satisfaire aux exigences de la norme ASTM D1784, présenter une classification des cellules de 23447 et présenter une cote de pression certifiée par le PPI (Plastic Pipe Institute).

Le PVCC de base utilisé dans la fabrication devra contenir les quantités prescrites de pigments de couleur, stabilisants et autres additifs. Les matériaux PVCC utilisés sont enregistrés selon les exigences de la norme NSF 61 pour usage avec de l'eau potable. De plus, les indices de propagation de la flamme et de dégagement des fumées du matériau PVCC doivent être respectivement de 10 et de 25, les essais ayant été réalisés conformément à la norme CAN/ULC S102.2.

Dimensions

Les dimensions et propriétés physiques des tuyaux Xirtec en PVCC de Schedule 40 et Schedule 80 devront être conformes aux exigences (ou les dépasser) de la norme ASTM F441. Les dimensions de l'emboîture en tulipe du tuyau sont conformes à la norme ASTM D2672.

Les dimensions et propriétés physiques des raccords en Xirtec en PVCC de Schedule 80 filetés devront être conformes aux exigences de la norme ASTM F439. Les dimensions et propriétés physiques des raccords en Xirtec en PVCC de Schedule 80 - filetés - devront être conformes aux exigences de la norme ASTM F437. Les raccords filetés ont des filets coniques pour tubes selon ANSI/ASME B1.20.1.

Marquage

Les tuyaux Xirtec en PVCC Schedule 40 et Schedule 80 sont marqués selon les dispositions des normes ASTM F441 et NSF 14. Le marquage comprend les éléments suivants : IPEX; Xirtec PVCC 24448 (ou 23447); IPS PVCC, ainsi que l'épaisseur et la cote de pression à 23 °C (73 °F), ASTM F441, NSF 14 et NSF 61 eau potable.

Les raccords en PVCC Schedule 80 sont marqués selon les dispositions des normes ASTM F437 et F439. Le marquage comprend les éléments suivants :

IPEX, PVCC et le diamètre du raccord, ASTM F437 ou ASTM F439, NSF 14 et NSF 61 eau potable.

Modèle de spécification

Tous les tuyaux Xirtec en PVCC Schedule 80 devront satisfaire aux exigences ASTM F441/F 441M et devront être certifiés par un organisme tiers comme conformes à la norme NSF 14. Tous les tuyaux Xirtec en PVCC Schedule 40 et Schedule 80, de ½ à 8 pouces, doivent être fabriqués à partir d'un composé Xirtec de PVCC ayant une classification minimale de 24448. Les raccords à emboîture Xirtec en PVCC Schedule 80 doivent satisfaire aux exigences de la norme ASTM F439 et les raccords filetés Schedule 80 aux exigences de la norme ASTM F437. Tous les raccords doivent être certifiés par un organisme tiers selon la norme NSF 14. Les composés des raccords en PVCC doivent avoir une cote de pression conforme à la norme ASTM D2837 et disposer d'une contrainte hydrostatique de référence (HDB) de 4 000 psi, à 22 °C (72 °F) et 1 000 psi à 82 °C (180 °F), comme spécifié dans la publication PPI TR-4.

Tous les raccords assemblés Xirtec en PVCC Schedule 80 devront être renforcés de plastique renforcé de fibre de verre (FRP). Les raccords Xirtec en PVCC doivent être moulés ou assemblés avec du composé de PVCC compatible avec le matériau employé pour les tuyaux.

Seuls les tuyaux Xirtec en PVCC Schedule 80 doivent être filetés, la cote de pression étant alors réduite de 50 %.

Tous les tuyaux, raccords et robinets Xirtec en PVCC devront être compatibles et produits par un seul fabricant ; ils doivent être identiques à ceux fournis par IPEX.

Trousse de bride à pression maximale en Xirtec PVCC

Objet

Cette spécification définit les exigences portant sur la trousse de bride à pression maximale Xirtec en PVCC, conçue et testée pour une utilisation avec une bride monobloc Xirtec en PVCC. Le but est d'amener la capacité de pression d'un raccord de bride monobloc Xirtec en PVCC à une valeur aussi élevée que la cote de pression correspondante des tuyaux Xirtec en PVCC. Les trousse de brides Xirtec en PVCC à pression maximale (FP) satisfont aux exigences des normes ASTM F1970 et NSF 61.

Matériaux

Les brides monoblocs en PVCC fabriquées par IPEX sont moulées avec du matériau PVCC Corzan. Les matériaux utilisés pour les brides à pression maximale en PVCC Xirtec ne doivent pas être substitués. La trousse de bride à pression maximale en PVCC Xirtec contient les éléments suivants : un (1) joint d'étanchéité Stress-Saver XP à pression maximale (dureté 75-80 au duromètre), une (1) bague d'appui en deux pièces en acier galvanisé, fournie avec des étiquettes autocollantes informant le personnel d'entretien des exigences d'installation, quatre (4) ou huit (8) boulons à tête six pans en zinc jaune classe 8, selon la configuration de boulonnage de la bride, quatre (4) ou huit (8) écrous six pans en zinc jaune classe 8, selon le nombre de boulons requis, huit (8) ou seize (16) rondelles plates de grande résistance en acier durci par une trempe à cœur puis galvanisé, selon le nombre de boulons requis, et un (1) manuel d'installation. Le joint doit être certifié par NSF International pour utilisation avec l'eau potable.

Dimensions et propriétés

La capacité de pression d'une bride monobloc en PVCC Xirtec d'IPEX, assemblée avec la trousse de bride à pression maximale en PVCC Xirtec d'IPEX, répond aux exigences de la norme ASTM F1970. La trousse de bride peut uniquement être utilisée avec une bride monobloc en PVCC Xirtec d'IPEX du même diamètre nominal de tuyaux.

Marquage

Le marquage d'une bride monobloc en PVCC Xirtec d'IPEX répond aux exigences de la norme ASTM F1970. L'autocollant sur la bague d'appui de la bride indique à l'utilisateur final quel joint et quels boulons utiliser pour installer la bague, ainsi que la pression nominale élevée. La boîte de la trousse de bride contient des instructions d'installation.

Tuyaux à pression en PVC SDR

Objet

Cette fiche technique définit les exigences du fabricant concernant les tuyaux en PVC à pression définis par un rapport de dimension standard (SDR). Les tuyaux satisfont aux exigences (ou les dépassent) des normes ASTM, NSF et CSA pertinentes et on peut les utiliser sur de l'eau potable.

Matériaux en PVC

Le PVC (polychlorure de vinyle) rigide utilisé pour l'extrusion des tuyaux à pression SDR doit satisfaire aux exigences de la norme ASTM D1784 (anciennement type 1, grade 1) et avoir une classification des cellules de 12454. La matière première utilisée dans le procédé d'extrusion devra contenir les quantités prescrites de pigments de couleur, stabilisants et autres additifs. Les composés utilisés sont enregistrés selon les exigences de la norme NSF 61 pour usage sur de l'eau potable.

Dimensions (extrémités droites)

Les dimensions et propriétés physiques des tuyaux à pression SDR en PVC devront satisfaire aux exigences des normes ASTM D2241 (offerts dans les diamètres de 1/2 à 48 pouces) et CSA B137.3.

Dimensions (extrémités avec emboîture)

Les dimensions et propriétés physiques des extrémités à emboîtement à tulipe des tuyaux à pression SDR en PVC devront satisfaire aux exigences des normes ASTM D2672 ou F480.

Marquage

Les tuyaux à pression en PVC SDR sont marqués selon les dispositions des normes ASTM D2241 et/ou CSA B137.3, de la manière suivante : IPEX, PVC, n° SDR et/ou pression nominale en psi à 73 °F (23 °C), ASTM D2241, CSA B137.3 et NSF 61, eau potable.

Modèle de spécification

Les tuyaux en PVC SDR/PR 160 et 200 devront être conformes aux exigences des normes ASTM D2241 et/ou CSA B137.0/137.3. Les emboîtures des tuyaux à emboîtement devront être conformes aux normes ASTM D2672 ou ASTM F480. Les tuyaux SDR et les raccords Schedule 40 devront être compatibles, et produits par un seul fabricant ; ils doivent être identiques à ceux fournis par IPEX.

Tuyaux pour conduits de ventilation en PVC

Objet

Cette fiche technique définit les exigences du fabricant concernant les tuyaux de conduits de ventilation en PVC. Les tuyaux satisfont aux exigences (ou les dépassent) des normes ASTM et ULC pertinentes.

Matériaux en PVC

Le PVC (polychlorure de vinyle) rigide utilisé pour l'extrusion des tuyaux pour conduits de ventilation doit satisfaire aux exigences de la norme ASTM D1784 (anciennement type 1, grade 1) et avoir une classification des cellules de 12454.

La matière première utilisée dans le procédé d'extrusion devra contenir les quantités prescrites de pigments de couleur, stabilisants et autres additifs. De plus, l'indice de propagation de la flamme du matériau des tuyaux doit être de 10, les essais ayant été réalisés conformément à la norme CAN/ULC S102.2.

Marquage

Les tuyaux en PVC pour conduits de ventilation sont marqués selon les dispositions des normes applicables ci-dessus : on indique le diamètre du tuyau, la désignation du matériau, la conformité à la norme et le nom du fabricant ou la marque de commerce.

Modèle de spécification

Tous les tuyaux en PVC extrudé pour conduits de ventilation doivent être fabriqués à partir d'un composé de PVC conforme à la norme ASTM D1784 (anciennement type 1, grade 1) et avoir une classification des cellules de 12454. Le matériau utilisé pour extruder les tuyaux des conduits de ventilation en PVC doit être conforme à la norme CAN/ULC S102.2 et présenter un indice de propagation de la flamme de 10.

Tous les tuyaux devront être produits par un seul fabricant et être identiques à ceux fournis par IPEX.

Tuyaux pour conduits de ventilation en PVCC

Objet

Cette fiche technique définit les exigences du fabricant concernant les tuyaux en PVCC pour conduits de ventilation. Les tuyaux satisfont aux exigences (ou les dépassent) des normes ASTM et ULC pertinentes.

Matériaux en PVCC

Le PVCC (polychlorure de vinyle surchloré) rigide utilisé pour l'extrusion des tuyaux pour conduits de ventilation doit satisfaire aux exigences de la norme ASTM D1784 (anciennement type 1, grade 1) et avoir une classification des cellules de 23447.

La matière première utilisée dans le procédé d'extrusion devra contenir les quantités prescrites de pigments de couleur, stabilisants et autres additifs. Le matériau des tuyaux doit être de grade Corzan. De plus, les indices de propagation de la flamme et de dégagement des fumées du matériau des tuyaux doivent être respectivement de 10 et de 25, les essais ayant été réalisés conformément à la norme CAN/ULC S102.2. Le matériau PVCC Xirtec^{MD} est enregistré comme répondant au « protocole d'essai d'inflammabilité des matériaux pour salle blanche » de la norme FM 4910.

Marquage

Les tuyaux en PVCC pour conduits de ventilation sont marqués selon les dispositions des normes applicables ci-dessus : on indique le diamètre du tuyau, la désignation du matériau, la conformité à la norme et le nom du fabricant ou la marque de commerce.

Modèle de spécification

Tous les tuyaux en PVCC extrudé pour conduits de ventilation doivent être fabriqués à partir d'un composé de PVCC conforme à la norme ASTM D1784 (anciennement type 1, grade 1) et avoir une classification des cellules de 23447. Le matériau utilisé pour extruder les tuyaux des conduits de ventilation en PVCC doit être conforme à la norme CAN/ULC S102.2 et présenter des indices de propagation de la flamme et de dégagement des fumées respectivement de 10 et de 25. Le matériau PVCC est enregistré comme répondant au « protocole d'essai d'inflammabilité des matériaux pour salle blanche » de la norme FM 4910.

Tous les tuyaux doivent être en Xirtec et produits par un seul fabricant ; ils doivent être identiques à ceux fournis par IPEX.

Tuyaux d'évacuation avec mise à l'air libre (DWV)

Objet

Cette fiche technique définit les exigences du fabricant concernant les tuyaux en PVC DWV, utilisés pour le drainage, l'évacuation des eaux usées et la mise à l'air libre. Les tuyaux satisfont aux exigences (ou les dépassent) des normes ASTM, NSF et CSA pertinentes.

Matériaux en PVC

Le PVC (polychlorure de vinyle) rigide utilisé pour l'extrusion des tuyaux DWV doit satisfaire aux exigences de la norme ASTM D1784 (anciennement type 1, grade 1) et avoir une classification des cellules de 12454.

Dimensions

Les dimensions physiques et les tolérances des tuyaux en PVC DWV devront satisfaire aux exigences des normes ASTM D2665 ou CSA B181.2.

Marquage

Les tuyaux en PVC DWV sont marqués selon les dispositions des normes ASTM D2665 ou CSA B181.2. Le marquage comprend les éléments suivants :

IPEX, diamètre nominal du tuyau, PVC DWV, ASTM D2665, NSF 14 ou CSA B181.2.

Modèle de spécification

Les tuyaux en PVC DWV devront être conformes aux prescriptions des normes ASTM D1785 et/ou CSA B181.2. Au Canada, les tuyaux et raccords devront être des produits « Système 15 » d'IPEX.

Les tuyaux et raccords devront être compatibles et produits par un seul fabricant ; ils doivent être identiques à ceux fournis par IPEX.

Raccords préfabriqués

Pression nominale

La pression nominale du raccord devra être la même que celle du tuyau utilisé pour le fabriquer. Le tuyau devra être certifié selon les normes CSA B 37.3 et NSF 14.

Épreuve hydraulique des raccords

Sur demande de l'ingénieur ou du client, des échantillons représentatifs des raccords pourront être assemblés et soumis à une épreuve hydraulique d'une durée de 1 000 heures, à une fois et demie la pression nominale des tuyaux, à 73 °F (23 °C). À la fin de cette période de 1 000 heures, la pression devra être augmentée à deux fois et demie la pression nominale pendant deux minutes. Il ne devra y avoir aucune défaillance.

Épreuves de contrôle de la qualité

Les joints des raccords devront être soumis à un essai à l'étincelle (source d'alimentation électrique à 24 000 volts). Aucune étincelle ne devra traverser le joint à un quelconque endroit de la soudure.

Renforcement en fibre de verre

Lorsqu'un raccord reçoit un renforcement en fibre de verre, ce dernier doit avoir l'épaisseur nécessaire et être posé de manière telle que les exigences prescrites pour l'épreuve hydraulique soient respectées. Le collage devra être réalisé au moyen d'une résine d'apprêt afin d'obtenir une bonne adhérence au tuyau en PVC.

Marquage

Les raccords doivent porter une étiquette à l'extérieur, indiquant le diamètre, le modèle, la pression nominale et le nom du fabricant.

Profondeur d'emboîture pour soudage avec emboîtement

Une emboîture pour collage au solvant doit avoir une profondeur minimale égale à la moitié du diamètre de la tuyauterie.

Un seul fournisseur

Tous les éléments d'un système de tuyauterie, incluant notamment les tuyaux, les raccords et les robinets, devront être fournis par un seul fabricant ; ils devront être identiques à ceux fournis par IPEX.

Assemblage

Les tuyaux et les raccords à emboîture en PVC et en PVCC devront être assemblés au moyen de colles à solvant fabriquées selon les exigences de la norme ASTM D2564. Les bouts des tuyaux devront être coupés d'équerre; les tuyaux et les emboîtures des raccords devront être nettoyés ; la saleté et la graisse devront être ôtées ; le fini brillant devra être éliminé. Les joints devront être réalisés selon les recommandations du fabricant des tuyaux et conformément à la pratique recommandée pour le collage de joints au solvant, décrite dans la norme ASTM D2855. Les bouts des tuyaux et les emboîtures des raccords devront être préparés au moyen d'un apprêt pour tuyaux approuvé et enduits d'une colle à solvant approuvée, puis les tuyaux insérés dans les raccords. Pour le raccordement à d'autres matériaux de tuyauterie ou à d'autres raccords, des adaptateurs à emboîtures appropriés devront être utilisés. Lorsqu'on utilise des manchons ou autres modes de raccordement métalliques, les recommandations du fabricant doivent être suivies à la lettre.

Collage au solvant

Les joints à emboîtement devront être réalisés au moyen d'apprêts et de colles à solvant qui satisfont aux exigences (ou les dépassent) des normes ASTM F656 et ASTM F493 respectivement. La pratique d'utilisation sécuritaire standard de l'apprêt et de la colle devra être conforme à la norme ASTM F402 et aux fiches de données de sécurité (FDS) du fabricant. Les joints en PVC collés au solvant devront être réalisés exclusivement en employant un apprêt et une colle à solvant pour PVC. Les joints en PVCC collés au solvant devront être réalisés exclusivement en employant un apprêt et une colle à solvant pour PVCC.

Installation

Les tuyaux et raccords devront être installés de sorte que les déplacements dus à la dilatation et à la contraction thermiques soient possibles. Lorsqu'une tuyauterie n'est pas libre de se déplacer, des boucles de dilatation, des décalages latéraux ou des joints de dilatation doivent être prévus.

Lorsqu'un tronçon de tuyauterie comporte de petits décalages latéraux dans le but d'éviter des obstacles, ce tronçon doit être solidement ancré de chaque côté des raccords, afin d'éviter les contraintes dues à la dilatation et à la contraction thermiques sur les joints et les raccords.

Sur un long tronçon de tuyauterie, lorsqu'il n'y a pas suffisamment de décalages pour absorber la dilatation et la contraction thermiques, et qu'il n'y a pas assez de place pour installer des boucles de dilatation, des joints de dilatation compatibles avec le fluide transporté doivent être prévus.

Les supports standards pour tuyaux devront avoir une grande surface d'appui et ne pas comporter d'arêtes vives au point de contact avec la tuyauterie. L'espacement des supports devra être conforme aux recommandations du fabricant des tuyaux ou aux exigences des autorités locales compétentes.

Les robinets et équipements devront être supportés indépendamment de la tuyauterie. Les robinets devront être ancrés de façon à ce que le couple de manœuvre ne soit pas transmis à la tuyauterie.

Les colonnes montantes devront être supportées en dessous de l'épaulement d'un raccord, tous les 20 pieds (6 mètres). Au passage d'un mur, d'un plancher ou d'une cloison, les tuyauteries devront être munies de chemises et ne pas être ancrées à ces endroits.

Essais

Les exigences relatives à l'épreuve hydraulique (à l'eau) d'un système de tuyauterie complet varient énormément en fonction de la pression de service, de la température, des conditions d'installation, de la méthode d'assemblage et du fluide véhiculé. Lorsque les conditions d'une épreuve n'ont pas été établies par l'ingénieur ou ne sont pas régies par un code, le fabricant doit être contacté.



AVERTISSEMENT

De l'air ou un gaz comprimé ne devront jamais être utilisés lors d'un essai sous pression d'un système de tuyauterie en thermoplastique rigide

SECTION SIX: ANNEXES

ANNEXE A: TABLEAUX DE RÉFÉRENCE ET DE CONVERSION

Tableau A-1	Capacité des tuyaux
Tableau A-2	Poids d'eau
Tableau A-3	Fractions de pouces – Équivalents décimaux et en millimètres
Tableau A-4	Conversion des volumes
Tableau A-5	Conversion des pressions
Tableau A-6	Conversion des débits
Tableau A-7	Conversion des températures
Tableau A-8	Conversion des longueurs
Tableau A-9	Conversion des aires
Tableau A-10	Conversion des poids
Tableau A-11	Conversion des masses volumiques
Tableau A-12	Conversion des énergies
Tableau A-13	Conversion des puissances
Tableau A-14	Dimensions, poids et pressions nominales Tableau 1 – Propriétés physiques

ANNEXE B: FORMULES UTILES

- Aire d'un cercle
- Circonférence d'un cercle
- Longueur d'un arc de cercle
- Aire d'un secteur de cercle
- Équation d'un cercle (coordonnées cartésiennes)
- Équation d'une droite (formule quadratique)
- Fonctions trigonométriques de base
- Aire d'une ellipse
- Circonférence d'une ellipse
- Aire d'un triangle
- Aire d'un trapézoïde
- Aire d'un parallélogramme
- Aire d'une sphère
- Volume d'une sphère
- Aire d'un cylindre
- Volume d'un cylindre
- Aire d'un réservoir elliptique
- Volume d'un réservoir elliptique
- Aire d'un cône
- Volume d'un cône
- Aire d'un solide rectangulaire
- Volume d'un solide rectangulaire

TABLEAU A-1 CONTENANCE D'UN TUYAU

Diamètre (po)	Diamètre extérieur – Tuyau D.E. IPS			Volume pour longueur de un pied de tuyau				
	po	pi	cm	po ³	pi ³	cm ³	Gal US	Gal Imp
1/4	0,250	0,021	0,098	0,589	0,0003	9,648	0,003	0,002
3/8	0,375	0,031	0,148	1,325	0,001	21,708	0,006	0,005
1/2	0,500	0,042	0,197	2,355	0,001	38,591	0,010	0,008
3/4	0,750	0,063	0,295	5,299	0,003	86,831	0,023	0,019
1	1,000	0,083	0,394	9,420	0,005	154,366	0,041	0,034
1 1/4	1,250	0,104	0,492	14,719	0,009	241,196	0,064	0,053
1 1/2	1,500	0,125	0,591	21,195	0,012	347,322	0,092	0,076
2	2,000	0,167	0,787	37,680	0,022	617,462	0,163	0,136
3	3,000	0,250	1,181	84,780	0,049	1 389,290	0,367	0,306
4	4,000	0,333	1,575	150,720	0,087	2 469,849	0,652	0,543
5	5,000	0,417	1,969	235,500	0,136	3 859,139	1,019	0,849
6	6,000	0,500	2,362	339,120	0,196	5 557,159	1,468	1,222
8	8,000	0,667	3,150	602,880	0,349	9 879,395	2,610	2,173
10	10,000	0,833	3,937	942,000	0,545	15 436,554	4,078	3,396
12	12,000	1,000	4,724	1 356,480	0,785	22 228,638	5,872	4,890
14	14,000	1,167	5,512	1 846,320	1,068	30 255,646	7,993	6,655
16	16,000	1,333	6,299	2 411,520	1,396	39 517,578	10,439	8,693
18	18,000	1,500	7,087	3 052,080	1,766	50 014,435	13,212	11,002
20	20,000	1,667	7,874	3 768,000	2,181	61 746,216	16,312	13,582
24	24,000	2,000	9,449	5 425,920	3,140	88 914,551	23,489	19,559

TABLEAU A-2 POIDS D'EAU

Unités de volume	Poids	
	livres	kilogrammes
1 Gallon US	8,350	3,791
1 Gallon impérial	10,020	4,549
1 litre	2,210	1,003
1 verge cube	1 685,610	765,267
1 pied cube	62,430	28,343
1 pouce cube	0,036	0,016
1 cm cube	0,002	0,001
1 mètre cube	2 210,000	1 000,000

TABEAU A-3 ÉQUIVALENCE DES FRACTIONS EN DÉCIMALES ET MILLIMÈTRES

Pouces			Pouces		
Fractions	Décimales	Millimètres	Fractions	Décimales	Millimètres
1/64	0,015625	0,397	33/64	0,515625	13,097
1/32	0,03125	0,794	17/32	0,53125	13,494
3/64	0,046875	1,191	35/64	0,546875	13,891
1/16	0,0625	1,588	9/16	0,5625	14,288
5/64	0,078125	1,984	37/64	0,578125	14,684
3/32	0,09375	2,381	19/32	0,59375	15,081
7/64	0,109375	2,778	39/64	0,609375	15,478
1/8	0,125	3,175	5/8	0,625	15,875
9/64	0,140625	3,572	41/64	0,640625	16,272
5/32	0,15625	3,969	21/32	0,65625	16,669
11/64	0,171875	4,366	43/64	0,671875	17,066
3/16	0,1875	4,763	11/16	0,6875	17,463
13/64	0,203125	5,159	45/64	0,703125	17,859
7/32	0,21875	5,556	23/32	0,71875	18,256
15/64	0,234375	5,953	47/64	0,734375	18,653
1/4	0,250	6,350	3/4	0,750	19,050
17/64	0,265625	6,747	49/64	0,765625	19,447
9/32	0,28125	7,144	25/32	0,78125	19,844
19/64	0,296875	7,541	51/64	0,796875	20,241
5/16	0,3125	7,938	13/16	0,8125	20,638
21/64	0,328125	8,334	53/64	0,828125	21,034
11/32	0,34375	8,731	27/32	0,84375	21,431
23/64	0,359375	9,128	55/64	0,859375	21,828
3/8	0,375	9,525	7/8	0,875	22,225
25/64	0,390625	9,922	57/64	0,890625	22,622
13/32	0,40625	10,319	29/32	0,90625	23,019
27/64	0,421875	10,716	59/64	0,921875	23,416
7/16	0,4375	11,113	15/16	0,9375	23,813
29/64	0,453125	11,509	61/64	0,953125	24,209
15/32	0,46875	11,906	31/32	0,96875	24,606
31/64	0,484375	12,303	63/64	0,984375	25,003
1/2	0,500	12,700	1	1,000	25,400

TABEAU A-4 CONVERSION DE VOLUME

Unités de volume	po ³	pi ³	vg ³	cm ³	m ³	litre	gal US	gal imp
pouce cube	1	0,00058	-	16,387	-	0,0164	0,0043	0,0036
pied cube	1728	1	0,0370	28 317,8	0,0283	28,32	7,481	6,229
verge cube	46,656	27	1	-	0,7646	764,55	201,97	168,8
centimètre cube	0,0610	-	-	1	-	0,001	0,0003	0,0002
mètre cube	61 023,7	35,31	1,308	-	1	1000	264,17	220,0
litre	61,02	0,0353	0,0013	1000	0,001	1	0,2642	0,22
Gallon US	231	0,1337	0,0050	3785,4	0,0038	3,785	1	0,8327
Gallon impérial	277,42	0,1605	0,0059	4546,1	0,0045	4,546	1,201	1

TABLEAU A-5 CONVERSION DE LA PRESSION

Unités de pression	atm	bar	lb/po ²	lb/pi ²	kg/cm ²	kg/m ²	po H ₂ O	po Hg	po air	pi H ₂ O	pi air	mm Hg	mm H ₂ O	kilopascal	N/m ²
atmosphère (atm)	1	0,987	0,068	-	0,968	-	0,002	0,033	-	0,029	-	0,001	-	0,01	-
bar	1,013	1	0,069	-	0,981	-	0,002	0,034	-	0,03	-	0,001	-	0,01	-
livre par pouce carré (psi)	14,7	14,5	1	0,007	14,22	0,001	0,036	0,491	-	0,434	0,001	0,019	0,001	0,145	-
livre par pied carré (psf)	2 116	2,089	144	1	2 048	0,205	5,2	70,73	0,006	62,43	0,076	2,784	0,205	20,89	0,021
kilogramme par centimètre carré	1,033	1,02	0,07	-	1	0,0001	0,003	0,035	-	0,03	-	0,001	-	0,01	-
kilogramme par mètre carré	10 332	10 197	703	4,88	10 000	1	25,4	345,3	0,031	304,8	0,373	13,6	1	101,97	0,102
po d'eau (H ₂ O) (4 °C)	406,78	401,46	27,68	0,192	393,7	0,039	1	13,6	0,001	12	0,015	0,535	0,039	4,015	0,004
po de mercure (Hg) (0 °C)	29,921	29,53	2,036	0,014	28,96	0,003	0,074	1	-	0,883	0,001	0,039	0,003	0,295	-
po d'air (15 °C)	332 005	327 664	22 592	148,7	321 328	32,13	816,2	11 096	1	9 794	12	436,8	32,13	3,277	3,106
pi d'eau (4 °C)	33,9	33,46	2,307	0,016	32,81	0,003	0,083	1,133	-	1	-	0,045	0,003	0,335	-
pi d'air (15 °C)	27 677	27 305	1 883	13,07	26 777	2,678	0,006	924,7	0,083	816,2	1	36,4	2,678	273,1	0,273
millimètre de mercure (0 °C)	760	750	51,71	0,36	735,6	0,074	1,868	25,4	0,002	22,42	0,027	1	0,074	7,5	0,008
millimètre d'eau (4 °C)	10 332	10 197	703	4,88	10 000	1	25,4	345,3	0,031	304,8	0,373	13,6	1	101,97	0,102
kilopascal (kPa)	101,3	100	6,89	0,048	98,07	0,01	0,249	3,386	-	2,99	0,004	0,133	0,01	1	0,001
Newton par mètre carré	-	-	-	0,021	-	0,102	0,004	-	3,277	-	0,273	0,008	0,102	0,001	1

TABLEAU A-6 CONVERSION DE DÉBIT

Unités de débit	gps US	gpm US	gph US	gpd US	gps imp	gpm imp	gph imp	gpd imp	litres/sec	litres/min	litres/h	litres/jour
Gal US/sec (gps)	1	0,017	-	-	1,2	0,02	-	-	0,264	0,004	-	-
Gal US/min (gpm)	60	1	0,017	0,001	72,06	1,2	0,02	0,001	15,85	0,264	0,004	-
Gal US/h (gph)	3 600	60	1	0,042	4 323	72,06	1,2	0,05	951,02	15,85	0,264	0,011
Gal US/jour (gpd)	86 400	1 440	24	1	103 762	1 729,40	28,82	1,2	22 824	380,41	6,34	0,264
Gal impérial/sec	0,833	0,014	-	-	1	0,017	-	-	0,22	0,004	-	-
Gal impérial/min	49,96	0,833	0,014	0,001	60	1	0,017	0,001	13,2	0,22	0,004	-
Gal impérial/h	2 997,60	49,96	0,833	0,035	3 600	60	1	0,042	791,89	13,2	0,22	0,009
Gal impérial/jour	71 943	1 199	19,98	0,833	86 400	1 440	24	1	19 005	316,76	5,279	0,22
Litres/sec	3,79	0,063	0,002	-	4,55	0,076	0,001	-	1	0,017	-	-
Litres/min	227,12	3,785	0,063	0,003	272,77	4,55	0,076	0,003	60	1	0,017	0,001
Litres/h	13 627	227,12	3,785	0,158	16 366	272,77	4,55	0,189	3 600	60	1	0,042
Litres/jour	327 060	5 451	90,85	3,785	392 782	6 546	109,11	4,55	86 400	1 440	24	1
pi cube/sec (cfs)	0,134	0,002	-	-	0,161	0,003	-	-	0,035	0,001	-	-
pi cube/min (cfm)	8,02	0,134	0,002	-	9,633	0,161	0,003	-	2,119	0,035	0,001	-
pi cube/h (cfh)	481,25	8,02	0,134	0,006	577,96	9,63	0,161	0,007	127,13	2,119	0,035	0,001
pi cube/jour (cfd)	11 550	192,5	3,21	0,134	13 871	231,18	3,853	0,161	3 051,20	50,85	0,848	0,001
po acre/min	0,002	-	-	-	0,003	-	-	-	0,001	-	-	-
po acre/h	0,133	0,002	-	-	0,159	0,003	-	-	0,035	-	-	-
po acre/jour	3,182	0,053	0,001	-	3,821	0,064	0,001	-	0,841	0,001	-	-
m cube/sec	0,004	-	-	-	0,005	-	-	-	0,001	-	-	-
m cube/min	0,227	0,004	-	-	0,273	0,005	-	-	0,06	0,001	-	-
m cube/h	13,628	0,227	0,004	-	16,366	0,273	0,005	-	3,6	0,06	0,001	-
m cube/jour	327,06	5,451	0,091	0,004	392,78	6,546	0,109	0,005	86,4	1,44	0,024	0,001

Unités de débit	pi ³ /sec	pi ³ /min	pi ³ /h	pi ³ /jour	po acre/min	po acre/h	po acre/jour	m ³ /sec	m ³ /min	m ³ /h	m ³ /jour
Gal US/sec (gps)	7 48	0,125	0,002	-	452,6	7,54	0,31	264,2	4,4	0,073	0,003
Gal US/min (gpm)	448,8	7,48	0,125	0,005	27 154	452,6	18,86	15,850	264,2	4,403	0,183
Gal US/h (gph)	26 930	448,83	7,481	0,312	1,629E+06	27 154	1 131	951 019	15 850	264,17	11,007
Gal US/jour (gpd)	646 317	10 772	179,53	7,481	3,910E+07	651 703	27 154	2,282E+07	380 408	6 340	264,17
Gal impérial/sec	6,229	0,104	0,002	-	376,8	6,28	0,26	220	3,67	0,061	0,003
Gal impérial/min	373,73	6,229	0,104	0,004	22 611	376,8	15,7	13 198	220	3,666	0,153
Gal impérial/h	22 424	373,73	6,229	0,259	1,357E+06	22 611	942,1	791 889	13 198	220	9,165
Gal impérial/jour	538 171	8 970	149,49	6,229	3,256E+07	542 656	22 611	1,901E+07	316 756	5,279	220
Litres/sec	28,32	0,472	0,008	-	1 713	28,6	1,19	1 000	16,67	0,278	0,012
Litres/min	1 699	28,32	0,472	0,2	102 790	1 713	71,38	60 000	1 000	16,67	0,694
Litres/h	101 941	1 669	28,32	1,18	6,167E+06	102 790	4 283	3,600E+06	60 000	1 000	42,67
Litres/jour	2 446 575	40 776	679,6	28,32	1,480E+08	2,467E+06	102 790	8,640E+07	1,440E+06	24 000	1 000
pi cube/sec (cfs)	1	0,017	-	-	60,5	1,008	0,042	35,31	0,589	0,01	-
pi cube/min (cfm)	60	1	0,017	-	3 630	60,5	2,52	2 119	35,31	0,59	0,025
pi cube/h (cfh)	3 600	60	1	0,042	217 800	3 630	151,25	127 133	2 119	35,31	1,471
pi cube/jour (cfd)	86 400	1 440	24	1	5,227E+06	87 120	3 30	3 051 187	50 ,853	847,55	35,31
po acre/min	0,017	-	-	-	1	0,017	0,001	0,584	0,01	-	-
po acre/h	0,992	0,001	-	-	60	1	0,042	35,02	0,584	0,01	-
po acre/jour	23,8	0,033	0,006	-	1 440	24	1	840,55	14,001	0,233	0,001
m cube/sec	0,028	-	-	-	1,71	0,029	0,001	1	0,017	-	-
m cube/min	1,7	0,028	-	-	102,8	1,71	0,071	60	1	0,017	0,001
m cube/h	101,94	1,7	0,028	0,001	6 167	102,8	4,283	3 00	60	1	0,042
m cube/jour	2446,6	40,78	0,68	0,028	148 018	2 467	102,79	86 400	1 400	24	1

TABLEAU A-7 CONVERSION DE TEMPÉRATURE

°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C
-60		-6,1	49	9,4	77	25,0	150	66	
-50	-51	22	-5,6	50	10,0	78	25,6	160	71
-40	-46	23	-5,0	51	10,6	79	26,1	170	77
-30	-40	24	-4,4	52	11,1	80	26,7	180	82
-20	-34	25	-3,9	53	11,7	81	27,2	190	88
-10	-29	26	-3,3	54	12,2	82	27,8	200	92
0	-23,0	27	-2,8	55	12,8	83	28,3	210	99
1	-17,8	28	-2,2	56	13,3	84	28,9	212	100
2	-17,2	29	-1,7	57	13,9	85	29,4	220	104
3	-16,7	30	-1,1	58	14,4	86	30,0	230	110
4	-16,1	31	-0,6	59	15,0	87	30,6	240	116
5	-15,6	32	0,0	60	15,6	88	31,1	250	121
6	-15,0	33	0,6	61	16,1	89	31,7	260	127
7	-14,4	34	1,1	62	16,7	90	32,2	270	132
8	-13,9	35	1,7	63	17,2	91	32,8	280	138
9	-13,3	36	2,2	64	17,8	92	33,3	290	143
10	-12,8	37	2,8	65	18,3	93	33,9	300	149
11	-12,2	38	3,3	66	18,9	94	34,4	310	154
12	-11,7	39	3,9	67	19,4	95	35,0	320	160
13	-11,1	40	4,4	68	20,0	96	35,6	330	166
14	-10,6	41	5,0	69	20,6	97	36,1	340	171
15	-10,0	42	5,6	70	21,1	98	36,7	350	177
16	-9,4	43	6,1	71	21,7	99	37,2	360	182
17	-8,9	44	6,7	72	22,2	100	37,8	370	188
18	-8,3	45	7,2	73	22,8	110	43	380	193
19	-7,8	46	7,8	74	23,3	120	49	390	199
20	-7,2	47	8,3	75	23,9	130	54	400	204
21	-6,7	48	8,9	76	24,4	140	60		

Degrés Celsius °C = $\frac{5}{9}$ (°F - 32)

Degrés Fahrenheit °F = $\frac{9}{5}$ °C + 32

Degrés Kelvin °T = °C + 273,2

Degrés Rankine °R = °F + 459,7

TABLEAU A-8 CONVERSION DE LONGUEUR

Unités de longueur	po	pi	vg	mille	mm	cm	m	km
pouce	1	0,0833	0,0278	-	25,4	2,54	0,0254	-
pied	12	1	0,3333	-	304,8	30,48	0,3048	-
verge	36	3	1	-	914,4	91,44	0,9144	-
mille	-	5280	1760	1	-	-	1609,3	1,609
millimètre	0.0394	0,0033	-	-	1	0,100	0,001	-
centimètre	0.3937	0,0328	0,0109	-	10	1	0,01	-
mètre	39.37	3,281	1,094	-	1000	100	1	0,001
kilomètre	-	3281	1094	0,6214	-	-	1000	1

(1 micron = 0,001 millimètre)

TABLEAU A-9 CONVERSION DE SURFACE

Unité de surface	po ²	pi ²	acre	mille carré	cm ²	m ²	hectare carré	km ²
po carré	1	0,0069	-	-	6,452	-	-	-
pi carré	144	1	-	-	929,0	0,0929	-	-
acre	-	43 560	1	0,0016	-	4047	0,4047	0,004
mille carré	-	2,79E+6	640	1	-	2,59E+6	259,0	2,59
cm carré	0,155	0,001	-	-	1	0,0001	-	-
m carré	1550	10,76	-	-	10 000	1	0,0001	-
hectare	-	1,076E+5	2,471	0,004	-	10 000	1	0,01
km carré	-	1,076E+7	247	0,386	-	1,0E+6	100	1

TABLEAU A-10 CONVERSION DE POIDS

Unités de poids	grain	on	lb	tonne	gramme	kg	tonne métrique
grain	1	-	-	-	0,0648	-	-
once	437,5	1	0,0625	-	28,35	0,0283	-
livre	7000	16	1	0,0005	453,6	0,4536	-
tonne	-	32 000	2000	1	-	907,2	0,9072
gramme	15,43	0,0353	-	-	1	0,001	-
kilogramme	-	35,27	2,205	-	1000	1	0,001
tonne métrique	-	35 274	2205	1,1023	-	1000	1

TABLEAU A-11 CONVERSION DE DENSITÉ

Unités de densité	lb/po ³	lb/pi ³	lb/gal	g/cm ³	g/l
livre/po cube	1	1728	231,0	27,68	27 680
livre/pi cube	-	1	0,1337	0,0160	16,019
livre/gallon	0,00433	7,481	1	0,1198	119,83
gramme/cm cube	0,0361	62,43	8,345	1	1000,0
gramme/litre	-	0,0624	0,00835	0,001	1

TABLEAU A-12 CONVERSION D'ÉNERGIE

Unités d'énergie	p lb	BTU	g cal	Joule	kw h	cv h
pied/livre	1	0,001285	0,3240	1,3556	-	-
BTU	778,2	1	252,16	1054,9	-	-
gramme calorie	3,0860	0,003966	1	4,1833	-	-
Int. joule	0,7377	0,000948	0,2390	1	-	-
Int. kilowatt-heure	2 655 656	3412,8	860 563	-	1	1,3412
chevaux-vapeur-heure	1 980 000	2544,5	641 617	-	0,7456	1

TABLEAU A-13 CONVERSION DE FORCE

Unités de force	cv	watt	kw	BTU/sec	BTU/min	BTU/h	pi lb/sec	pi lb/min	pi lb/h	cal/sec	cal/min	cal/h	j/sec	j/min	j/h
chevaux-vapeur (international)	1	0,001	1,34	1,41	0,24	-	0,002	-	-	0,006	-	-	0,001	-	-
watt	745,7	1	1 000	1 055	17,58	0,29	1,36	0,023	-	4,19	0,07	0,001	1	0,017	-
kilowatt	0,746	0,001	1	1,06	0,018	-	0,001	-	-	0,004	-	-	0,001	-	-
BTU par seconde	0,707	0,001	0,948	1	0,017	-	0,001	-	-	0,004	-	-	-	-	-
BTU par minute	42,41	0,057	56,87	60	1	0,017	0,077	0,001	-	0,238	0,004	-	0,057	-	-
BTU par heure	2,544	3,412	3 412	3 600	60	1	4,63	0,077	0,001	14,29	0,238	0,004	3 412	0,057	0,001
pied livre par seconde	550	0,738	738	778	12,97	0,216	1	0,017	-	3,09	0,05	0,001	0,738	0,012	-
pied livre par minute	33 000	44,25	44 254	46 690	778	12,97	60	1	0,017	185,3	3,09	0,05	44,25	0,738	0,012
pied livre par heure	1,980E+06	2 655	2,655E+06	2,801E+06	46,69	778	3 600	60	1	11 117	185,28	3,09	2 655	44,25	0,738
calories par seconde	178	0,239	238,9	252	4,2	0,07	0,324	0,005	-	1	0,017	-	0,239	0,004	-
calories par minute	10 686	14,33	14 331	15 120	252	4,2	19,43	0,324	0,005	60	1	0,017	14,33	0,239	0,004
calories par heure	641 186	859,85	859 845	907 185	15 120	252	1 166	19,43	0,324	3 600	60	1	860	14,33	0,239
joules par seconde	746	1	1 000	1 055	17,58	0,29	1,36	0,023	-	4,19	0,07	0,001	1	0,017	-
joules par minute	44 742	60	60 000	63 303	1 055	17,58	81,35	1,36	0,023	251,2	4,19	0,07	60	1	0,017
joules par heure	2,685E+06	3 600	3,600E+06	3,798E+06	63 303	1 055	4 881	81,35	1,36	15 072	251,2	4,19	3 600	60	1

**TABLEAU A-14 DIMENSIONS,
POIDS ET PRESSIONS NOMINALES POUR LES TUYAUX EN PVC ET PVCC**

Schedule (DR) SDR	Dia. nominal de tuyau		Diamètre extérieur		Pression de service max		Épaisseur min de paroi		Dia. intérieur moyen		Poids du tuyau PVCC		Poids du tuyau PVC	
	po	mm	po	mm	psi	kPa	po	mm	po	mm	lb/pi	kg/m	lb/pi	kg/m
Sch 80 (DR 4.5)	1/4	6	0,540	13,7	1130	7 790	0,119	3,02	,302	7,67	-	-	0,10	0,150
Sch 80 (DR 5.4)	3/8	10	0,675	17,1	920	6 340	0,126	3,20	,423	10,74	-	-	0,14	0,210
Sch 40 (DR 8) Sch 80 (DR 6) DR 21	1/2	12	0,840	21,3	600	4 140	0,109	2,76	,602	15,26	0,18	0,269	0,17	0,253
850					5 860	0,147	3,72	,526	13,34	0,22	0,335	0,21	0,313	
200					1 380	0,080	2,02	,660	16,74	-	-	0,13	0,193	
Sch 40 (DR 10) Sch 80 (DR 7) DR 21	3/4	20	1,050	26,70	480	3 300	0,113	2,86	,804	20,46	0,24	0,354	0,22	0,327
690					4 760	0,154	3,90	,722	18,38	0,31	0,456	0,28	0,417	
200					1 380	0,080	2,02	,870	22,14	-	-	0,13	0,194	
Sch 40 (DR 10) Sch 80 (DR 8) DR 21	1	25	1,315	33,40	450	3 100	0,133	3,38	1,029	26,14	0,35	0,522	0,33	0,491
630					4 340	0,179	4,54	,936	23,78	0,45	0,663	0,41	0,610	
200					1 380	0,080	2,02	1,135	28,84	-	-	0,21	0,313	
Sch 40 (DR 12) Sch 80 (DR 9) DR 21	1 1/4	32	1,660	42,15	370	2 550	0,141	3,56	1,360	34,53	0,47	0,705	0,44	0,655
520					3 590	0,191	4,84	1,255	31,87	0,62	0,919	0,57	0,848	
200					1 380	0,080	2,02	1,480	37,59	-	-	0,27	0,402	
Sch 40 (DR 13) Sch 80 (DR 10) DR 21 DR 26	1 1/2	40	1,900	48,25	330	2 280	0,145	3,68	1,590	40,37	0,57	0,843	0,52	0,774
470					3 240	0,200	5,08	1,476	37,49	0,75	1,115	0,69	1,026	
200					1 380	0,090	2,28	1,700	43,17	-	-	0,35	0,521	
160					1 100	0,080	2,02	1,720	43,69	-	-	0,32	0,476	
Sch 40 (DR 16) Sch 80 (DR 11) DR 21 DR 26	2	50	2,375	60,35	280	1 930	0,154	3,90	2,047	52,03	0,76	1,129	0,70	1,042
400					2 760	0,218	5,54	1,913	48,61	1,04	1,545	0,96	1,429	
200					1 380	0,113	2,86	2,129	54,11	-	-	0,54	0,804	
160					1 100	0,091	2,30	2,173	55,23	-	-	0,45	0,670	
Sch 40 (DR 14) Sch 80 (DR 11) DR 21 DR 26	2 1/2	65	2,875	73,00	300	2 070	0,203	5,16	2,445	62,08	1,20	1,781	1,11	1,652
420					2 900	0,276	7,00	2,290	58,16	1,58	2,356	1,46	2,173	
200					1 380	0,137	3,48	2,581	65,54	-	-	0,78	1,161	
160					1 100	0,110	2,78	2,635	66,92	-	-	0,64	0,952	
Sch 40 (DR 16) Sch 80 (DR 12) DR 21 DR 26 DR 32.5 DR 41	3	75	3,500	88,90	260	1 790	0,216	5,48	3,042	77,28	1,57	2,336	1,45	2,158
370					2 550	0,300	7,62	2,864	72,74	2,12	3,153	1,96	2,917	
200					1 380	0,167	4,24	3,146	79,92	-	-	1,14	1,697	
160					1 100	0,135	3,42	3,210	81,54	-	-	0,94	1,399	
125					860	0,108	2,74	3,264	82,90	-	-	0,77	1,146	
100					690	0,085	2,16	3,310	84,08	-	-	0,63	0,938	
Sch 40 (DR 19) Sch 80 (DR 13) DR 21 DR 26 DR 32.5 DR 41	4	100	4,500	114,30	220	1 520	0,237	6,02	3,998	101,58	2,23	3,323	2,07	3,081
320					2 210	0,337	8,56	3,786	96,16	3,10	4,610	2,87	4,271	
200					1 380	0,214	5,44	4,046	102,76	-	-	1,88	2,798	
160					1 100	0,173	4,38	4,133	105,00	-	-	1,54	2,292	
125					860	0,138	3,50	4,204	106,78	-	-	1,25	1,860	
100					690	0,110	2,78	4,260	108,22	-	-	1,02	1,518	
Sch 40 (DR 22) Sch 80 (DR 15) DR 21 DR 26 DR 32.5 DR 41	5	125	5,563	141,30	190	1 310	0,258	6,54	5,016	127,42	-	-	2,81	4,182
290					2 000	0,375	9,52	4,768	121,12	-	-	4,02	5,982	
200					1 380	0,265	6,72	5,001	127,04	-	-	2,88	4,286	
160					1 100	0,214	5,44	5,107	129,74	-	-	2,35	3,497	
125					860	0,171	4,34	5,199	132,08	-	-	1,89	2,813	
100					690	0,136	3,44	5,271	133,90	-	-	1,53	2,277	
Sch 40 (DR 24) Sch 80 (DR 16) DR 21 DR 26 DR 32.5 DR 41	6	150	6,625	168,30	180	1 240	0,280	7,10	6,031	153,22	3,93	5,853	3,65	5,432
280					1 930	0,432	10,96	5,709	145,04	5,91	8,793	5,48	8,155	
200					1 380	0,315	8,02	5,955	151,28	-	-	4,09	6,087	
160					1 100	0,255	6,48	6,084	154,56	-	-	3,33	4,956	
125					860	0,204	5,18	6,193	157,32	-	-	2,69	4,003	
100					690	0,161	4,12	6,281	159,56	-	-	2,15	3,200	

psi à 73°F

kPa à 23°C

le poids est celui d'un tuyau à bouts unis

**TABLEAU A-14 DIMENSIONS,
POIDS ET PRESSIONS NOMINALES POUR LES TUYAUX EN PVC ET PVCC**

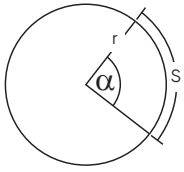
Schedule (DR) SDR	Dia. nominal de tuyau		Diamètre extérieur		Pression de service max		Épaisseur min de paroi		Dia. intérieur moyen		Poids du tuyau PVCC		Poids du tuyau PVC	
	po	mm	po	mm	psi	kPa	po	mm	po	mm	lb/pi	kg/m	lb/pi	kg/m
Sch 40 (DR 27)	8	200	8,625	219,05	160	1 100	0,322	8,18	7,941	201,71	5,92	8,812	5,50	8.185
Sch 80 (DR 17)					250	1 720	0,500	12,70	7,565	192,13	8,98	13,366	8,32	12.382
DR 21					200	1 380	0,411	10,40	7,756	196,99	-	-	6,91	10.283
DR 26					160	1 100	0,332	8,42	7,921	201,79	-	-	5,65	8.408
DR 32.5					125	860	0,266	6,72	8,063	204,79	-	-	4,55	6.771
DR 41					100	690	0,210	5,32	8,180	207,77	-	-	3,63	5.402
Sch 40 (DR 30)	10	250	10,750	273,05	140	970	0,365	9,26	9,976	253,41	8,40	12,497	7,78	11.578
Sch 80 (DR 18)					230	1 590	0,593	15,06	9,493	241,13	13,32	19,816	11,81	17.576
DR 21					200	1 380	0,512	12,98	9,667	245,55	-	-	10,73	15.968
DR 26					160	1 100	0,413	10,48	9,874	250,81	-	-	8,76	13.036
DR 32.5					125	860	0,331	8,40	10,048	255,23	-	-	7,08	10.536
DR 41					100	690	0,262	6,66	10,195	258,95	-	-	5,64	8.393
Sch 40 (DR 32)	12	300	12,750	323,90	130	900	0,406	10,30	11,888	302,04	11,13	16,565	10,30	15.328
Sch 80 (DR 19)					230	1 590	0,687	17,44	11,294	286,92	18,35	27,310	16,98	25.269
DR 21					200	1 380	0,607	15,38	11,465	291,28	-	-	15,10	22.471
DR 26					160	1 100	0,490	12,44	11,711	297,52	-	-	12,35	18.379
DR 32.5					125	860	0,392	9,96	11,919	302,78	-	-	9,94	14.792
DR 41					100	690	0,311	7,90	12,091	307,16	-	-	7,94	11.816
Sch 40 (DR 32)	14	350	14,000	355,60	130	910	0,438	11,13	13,072	332,03	13,16	19,590	12,18	18.130
Sch 80 (DR 19)					220	1 540	0,750	19,05	12,412	315,22	21,96	32,680	20,34	30.270
DR 21					200	1 380	0,665	16,88	12,590	319,80	-	-	18,18	27.065
DR 26					160	1 100	0,538	13,66	12,859	326,62	-	-	14,88	22.144
DR 32.5					125	860	0,431	10,76	13,100	332,78	-	-	11,83	17.615
DR 41					100	690	0,342	8,66	13,277	337,24	-	-	9,58	14.260
Sch 40 (DR 32)	16	400	16,000	406,40	130	910	0,500	12,70	14,936	379,38	17,21	25,617	15,96	23.75
Sch 80 (DR 19)					220	1 540	0,843	21,41	14,224	361,29	28,09	41,801	26,03	38.74
DR 21					200	1 380	0,760	19,30	14,388	365,48	-	-	23,76	35.36
DR 26					160	1 100	0,615	15,62	14,696	373,28	-	-	19,41	28.89
DR 32.5					125	860	0,492	12,32	14,970	380,24	-	-	15,47	22.99
DR 41					100	690	0,391	9,90	15,172	385,38	-	-	12,52	18.63
Sch 40 (DR 32)	18	450	18,000	457,20	130	910	0,562	14,27	16,809	429,46	-	-	20,11	29.93
Sch 80 (DR 19)					220	1 540	0,937	23,80	16,014	406,76	-	-	32,76	48.75
DR 21					200	1 380	0,857	21,72	16,182	411,14	-	-	30,11	44.81
DR 26					160	1 100	0,693	17,60	16,531	419,88	-	-	24,62	36.64
DR 32.5					125	860	0,554	14,06	16,825	427,36	-	-	19,86	29.55
DR 41					100	690	0,440	11,14	17,065	433,46	-	-	15,92	23.69
Sch 40 (DR 34)	20	500	20,000	508,00	120	840	0,593	15,06	18,743	476,07	-	-	23,62	35.15
Sch 80 (DR 19)					220	1 450	1,031	26,19	17,814	452,48	-	-	40,09	59.66
DR 21					200	1 380	0,952	24,12	17,982	456,86	-	-	37,17	55.32
DR 26					160	1 100	0,770	19,56	18,368	466,54	-	-	30,37	45.20
DR 32.5					125	860	0,615	15,62	18,696	474,88	-	-	24,47	36.42
DR 41					100	690	0,489	12,42	18,963	481,66	-	-	19,61	29.18
Sch 40 (DR 35)	24	600	24,000	609,60	120	840	0,687	17,45	22,544	572,62	-	-	32,87	48.92
Sch 80 (DR 20)					210	1 470	1,218	30,94	21,418	544,02	-	-	56,88	84.65
DR 21					200	1 380	1,143	28,96	21,576	548,20	-	-	53,54	79.68
DR 26					160	1 100	0,924	23,46	22,041	559,86	-	-	43,77	65.14
DR 32.5					125	860	0,740	18,80	22,431	569,74	-	-	35,35	52.61
DR 41					100	690	0,585	14,86	22,760	578,10	-	-	28,12	41.84

psi à 73°F

kPa à 23°C

le poids est celui d'un tuyau à bouts unis

ANNEXE B: FORMULES UTILES



Cercle

Diamètre = 2R

Circonférence = $\pi D = 2\pi R$

Aire = πR^2

Longueur d'un arc de cercle

$$S = \alpha \times \left(\frac{\pi}{180}\right) \times r \quad \alpha \text{ en degrés}$$

$$S = \alpha \times r \quad \alpha \text{ en radians}$$

Surface d'une section de cercle

$$A = \left(\frac{\alpha}{360}\right) \times \pi \times r^2 \quad \alpha \text{ en degrés}$$

$$A = \left(\frac{\alpha}{2}\right) \times r^2 \quad \alpha \text{ en radians}$$

Équation d'un cercle (coordonnées cartésiennes)
- pour un cercle de centre (j, k) et rayon (r)

$$(x - j)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

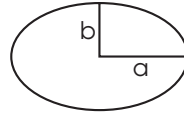
Équation d'une droite (formule quadratique)

$$ax + by + c = 0$$

ou

$$ax^2 + bx + c = 0$$

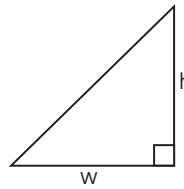
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



Ellipse

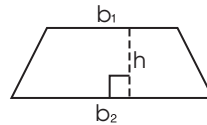
Aire = $\pi \times a \times b$

Circonférence = $\frac{1 + 4(a-b)^2}{(3a + 5b)(5a + 3b)}$



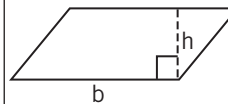
Triangle

Aire = $\frac{w \times h}{2}$



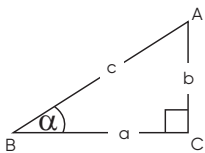
Trapézoïde

Aire = $\frac{1}{2} (b_1 + b_2) \times h$



Parallélogramme

Aire = $b \times h$



Trigonométrie

$$\sin \alpha = \frac{b}{c}$$

$$\cos \alpha = \frac{a}{c}$$

$$\tan \alpha = \frac{b}{a}$$

Loi des sinus

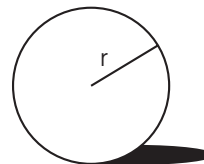
$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$$

Loi des cosinus

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$$

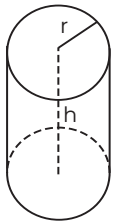
$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$



Sphère

Aire de la surface = $4 \pi r^2$

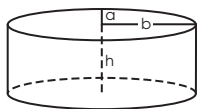
Volume = $\frac{4}{3} \pi r^3$



Cylindre

Aire de la surface = $(2 \pi r^2) + (2 \pi r h)$

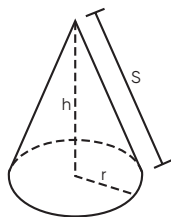
Volume = $\pi r^2 h$



Réservoir elliptique

Aire de la surface
= $2 \pi \left(\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \right) h + (2\pi ab)$

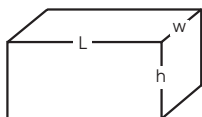
Volume = πabh



Cône

Aire de la surface = $\pi r S$

Volume = $\pi r^2 \times \frac{h}{3}$



Solide rectangulaire

Aire de la surface = $2 (Lw + Lh + wh)$

Volume = $L \times w \times h$

ANNEXE C: GLOSSAIRE

Adhésif Substance ayant la capacité de retenir des matériaux par liaison de surface.

Antioxydant Additif retardant une dégradation possible par contact avec de l'oxygène (air), particulièrement dans les procédés ou lors d'une exposition à haute température.

Assemblage à chaud Réalisation d'un joint de tuyauterie par chauffage des bords des pièces à raccorder, de sorte qu'elles fusionnent pour ne former pratiquement qu'une seule pièce, avec ou sans matériau supplémentaire.

Autoextinguible Se dit d'une matière plastique apte à résister à la combustion dès que la source de chaleur ou la flamme à l'origine de cette combustion a été retirée.

Caoutchouc Matière qui, après une déformation importante, est susceptible de revenir à son état d'origine rapidement et énergiquement. Voir «Élastomère».

Charge Matériau relativement inerte, que l'on ajoute à une matière plastique pour en modifier la résistance, la permanence, les propriétés en service ou autres qualités, ou encore pour réduire les coûts. Voir aussi la rubrique Plastique renforcé.

Chargement de poutre Application d'une charge sur un tuyau, entre deux points de support, habituellement exprimée en livres et par la distance entre les axes des supports.

Code d'identification standard de matériaux thermoplastiques pour tubes Méthode d'identification simple d'un matériau thermoplastique pour tubes, au moyen de trois éléments. Le premier élément est l'abréviation du type de produit chimique constituant la matière plastique, selon la norme ASTM D1600. Le second élément correspond au type et au grade (en se basant sur les propriétés définies par la norme de matériau ASTM). Dans le cas des normes ASTM dans lesquelles il n'y a pas de types, ni de grades, ou celles dans lesquelles on utilise le système de classification, l'industrie des tubes en plastique définit des nombres à deux chiffres, dont on se sert en remplacement des nombres plus grands. Le troisième élément est la contrainte hydrostatique de calcul recommandée («RHDS») pour l'eau à 23 °C (73 °F), en livres par pouce carré divisées par 100 et en ne tenant pas compte des décimales; par exemple : PVC 1120 indique que la matière plastique est du polychlorure de vinyle de type 1, grade 1, selon ASTM D1784, avec une RHDS de 2000 psi pour de l'eau à 73 °F. PE 3306 indique que la matière plastique est du polyéthylène de type III, grade 3, selon ASTM D1248, avec une RHDS de 630 psi pour de l'eau à 73 °F. PP 1208 est du polypropylène de classe I-19509, selon ASTM D 2146, avec une RHDS de 800 psi pour de l'eau à 73 °F; la désignation PP 12 pour le polypropylène classe I-19509 sera traitée dans les normes ASTM et de produits se rapportant aux tubes en polypropylène lors de leur émission.

Collage au solvant Réalisation d'un joint de raccordement de tuyauterie à l'aide d'une colle à solvant. Voir «Colle à solvant».

Colle Voir «Adhésif et solvants, colle».

Colle à solvant(s) organique(s) Dans le domaine des tuyauteries en matière plastique, c'est une colle contenant un solvant (des solvants) qui dissout ou ramollit les surfaces à coller, de sorte que l'assemblage des pièces collées ne forme pratiquement plus qu'une seule pièce de matière plastique du même type.

Colle adhésive, solvant Adhésif contenant comme véhicule un liquide organique volatil. Voir «Colle à solvant».

Composé Mélange intime d'un ou plusieurs polymères avec des ingrédients comme les charges, adoucisseurs, plastifiants, catalyseurs, pigments, colorants, agents de traitement, stabilisateurs, antioxydants, etc.

Conduit en plastique Tuyau en matière plastique utilisé comme enveloppe pour les câbles électriques.

Contrainte Lorsqu'elle s'applique à une tuyauterie, c'est la force par unité de surface exercée dans la paroi de cette tuyauterie, selon la circonférence, par la pression hydrostatique interne.

Contrainte circonférentielle Contrainte de traction, habituellement exprimée en livres par pouce carré (psi), orientée selon la circonférence, dans la paroi d'un tuyau, lorsque ce dernier contient un gaz ou un liquide sous pression.

Contrainte hydrostatique de calcul Contrainte de traction maximale estimée dans la paroi d'un tuyau, orientée selon la circonférence, due à la pression hydrostatique interne, et que l'on peut appliquer en continu avec un haut degré de certitude qu'il n'y aura pas de rupture du tuyau.

Craquelure sous l'effet de contraintes prolongées Fissures qui se forment lorsqu'un matériau est soumis à des contraintes en présence de produits chimiques spécifiques.

Déformation Rapport entre le changement de dimension d'une longueur en cours de déformation et cette longueur, lors de l'application d'une charge sur une pièce.

Déformation à chaud Voir Température de déflexion.

Dégradation, n. Changement dans la structure chimique d'une matière plastique. Voir aussi détérioration.

Détérioration Changement permanent dans les propriétés physiques d'une matière plastique, mis en évidence par une baisse de leur valeur.

Diffusion, n. Déplacement d'une matière, comme un gaz ou un liquide, dans le corps d'une matière plastique. Lorsque le gaz ou le liquide est absorbé par l'un des côtés d'une pièce en matière plastique et libéré par l'autre côté, le phénomène s'appelle perméabilité. La diffusion et la perméabilité ne sont pas dues à la présence de pores ou de trous dans une matière plastique, mais dépendent de mécanismes chimiques.

Domaine de ramollissement Plage de température dans laquelle une matière plastique passe d'un état rigide à un état mou.

Note : Les valeurs réelles dépendent de la méthode d'essai. Parfois désigné par point de ramollissement.

Durcissement Action d'amener un adhésif à un état stable ou durci par une intervention chimique ou physique, comme la condensation, la polymérisation, l'oxydation, la vulcanisation, la gélification, l'hydratation ou l'évaporation des constituants volatiles. Voir aussi Traitement.

Échantillon Petite partie ou portion, représentative de l'ensemble d'une matière plastique ou d'un produit en plastique.

Éclatement à très court terme Pression interne nécessaire à l'éclatement d'un tuyau ou d'un raccord, généralement dans un délai de 60 à 70 secondes.

Élasticité Propriété d'une matière plastique caractérisée par le fait que cette matière a tendance à retrouver ses dimensions et sa forme de départ après déformation.
Note : si la déformation est proportionnelle à la contrainte appliquée, on dit de la matière considérée qu'elle a une élasticité de Hook ou élasticité idéale.

Élastomère Matériau qui, à la température ambiante, peut être étiré de façon répétée à au moins deux fois sa longueur d'origine et qui, une fois la contrainte d'allongement supprimée, reprend avec force sa longueur de départ approximative.

Éprouvette Pièce ou partie individuelle d'un échantillon, utilisée pour un essai spécifique. Les essais spécifiques exigent habituellement des éprouvettes de formes et de dimensions particulières.

Équation ISO Équation montrant la relation entre la contrainte, la pression et les dimensions d'un tuyau :

$$S = \frac{P (ID + t)}{2t} \quad \text{ou} \quad \frac{P(OD - t)}{2t}$$

où S = contrainte
P = pression
DI = diamètre intérieur moyen
DE = diamètre extérieur moyen
t = épaisseur minimum de paroi de tuyau

Essai de qualification Examen effectué sur un produit, indépendamment d'un approvisionnement, pour établir si oui ou non ce produit satisfait à toutes les exigences de la spécification concernée.

Note : L'examen est généralement effectué par l'organisme responsable de la spécification, l'acheteur ou une firme approuvée par l'acheteur, à la demande du fournisseur désirant voir son produit figurer sur une liste de produits agréés.

Essai de réception Examen effectué sur un lot individuel d'un produit précédemment agréé par, ou sous la surveillance de l'acheteur, afin d'en établir la conformité à une entente d'achat.

Essai sous pression continue Essai sous pression interne constante pendant 1 000 heures.

Essais à haute température Essais sur un tuyau en matière plastique à une température supérieure à 23 °C (73 °F).

Exposition à l'extérieur Se dit de tuyaux en plastique mis en service ou stockés de telle sorte qu'ils ne soient pas protégés contre les intempéries normales, comme les rayons solaires, la pluie, l'air et le vent. Une exposition à des gaz industriels et des gaz résiduels, des produits chimiques, des gaz d'échappement de moteurs, etc. n'est pas considérée comme une exposition normale à l'extérieur.

Extrémité à emboîtement à tulipe Partie d'un tuyau dont le diamètre est agrandi, qui ressemble à l'emboîtement d'un raccord, destinée à un assemblage par insertion d'un autre tuyau. L'assemblage peut être réalisé par collage au solvant, adhésifs ou raccords mécaniques.

Extrusion Procédé de fabrication dans lequel on force une matière plastique, chauffée ou non, à passer dans un orifice de mise en forme, pour la transformer en une pièce par formage en continu.

Facteur de rigidité Propriété physique d'un tube en matière plastique qui définit le degré de flexibilité de ce tube, en présence de charges extérieures. Voir ASTM D 2413.

Facteur d'utilisation Facteur dont on se sert pour obtenir une contrainte de calcul en réduisant une valeur de résistance. Ce facteur varie en fonction des conditions de service, du danger représenté par l'installation, de la durée de vie utile désirée et des propriétés de la tuyauterie.

Fissure de contrainte Fissures externes ou internes dans une matière plastique, causées par des contraintes de traction inférieures à la résistance mécanique à court terme de cette matière plastique.

Note : la propagation de telles fissures s'accélère souvent sous l'effet de l'environnement dans lequel se trouve la matière plastique. Les contraintes à l'origine des fissures peuvent être internes ou externes ou les deux à la fois. Un réseau formé de petites fissures s'appelle un craquelage.

Fluage à froid Voir «Fluage».

Fluage, n. Partie de l'allongement résultant d'une contrainte, reliée au temps; c'est la variation de dimension avec le temps, due à l'application d'une charge au-delà de la déformation élastique.

Formage Procédé selon lequel la forme des pièces en matière plastique, telles que feuilles, tiges ou tubes, est modifiée pour obtenir la forme désirée. Voir aussi thermoformage.

Note : Le terme «formage» utilisé en technologie des plastiques ne s'applique pas aux opérations de moulage ou d'extrusion, au cours desquelles on fabrique des profilés ou des pièces à partir de matières ou de liquides à mouler.

Formage à chaud Voir «Thermoformage».

Joint de raccordement Endroit où deux tronçons de tuyau ou un tuyau et un raccord se raccordent l'un sur l'autre. Un joint peut être réalisé par adhésif, colle à solvant ou moyen mécanique, comme le filetage ou joint d'étanchéité annulaire.

Ligne de soudure Marque sur un objet moulé en plastique, formée par la réunion de deux ou plusieurs courants de matière plastique.

Matériau de récupération (thermoplastique) Matière plastique que l'on a retraitée, après l'avoir précédemment moulée, extrudée, etc. dans une usine de fabrication.

Matériau vierge Matière plastique sous forme de pastilles, granulés, poudre, flocons ou sous forme liquide, qui n'a pas été utilisée ou n'a pas subi de traitement autre que les opérations de fabrication originale.

Matière plastique acétobutyrate de cellulose Matière plastique fabriquée par mélange d'un ester d'acétobutyrate de cellulose et de plastifiants, ainsi que d'autres ingrédients. L'ester d'acétobutyrate de cellulose est un dérivé de la cellulose (obtenu à partir de coton et/ou de pâte cellulosique de bois), fabriqué par conversion de certains groupes hydroxyles de la cellulose en acétate et en groupes butyrates, au moyen de produits chimiques.

Matière plastique butylène Matière plastique à base de résines, fabriquée par polymérisation du butène ou copolymérisation de butène et d'un ou plusieurs composés non saturés, la quantité de butène étant la plus importante en poids.

Matière plastique polychlorure de vinyle Matière plastique obtenue par combinaison de polychlorure de vinyle et de colorants, charges, plastifiants, stabilisateurs, lubrifiants, autres polymères et autres composés. Tous ces agents modificateurs ne sont pas utilisés dans les composés pour tuyaux.

Matière plastique oléfinique Matière plastique à base de résines, fabriquée par polymérisation de styrène ou copolymérisation de styrène et d'autres composés non saturés, la quantité de styrène étant la plus importante en poids. Parmi les matières plastiques oléfines utilisées en tuyauterie, on trouve le polyéthylène, le polypropylène et le polybutylène.

Matière plastique polyoléfinique Matière plastique à base de polymère fabriquée avec une oléfine comme unique monomère.

Matière plastique polypropylène Matière plastique à base de polymère fabriquée avec le propylène comme unique monomère.

Matière plastique pour tuyaux et raccords en acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS) Matière plastique contenant des polymères et/ou des mélanges de polymères, dans laquelle la teneur minimale en butadiène est de 6 pour cent, la teneur minimale en acrylonitrile est de 15 pour cent, la teneur minimale en styrène et/ou styrène substitué est de 15 pour cent, et la teneur maximale de tous les monomères est de 5 pour cent; cette matière plastique contient aussi des lubrifiants, stabilisateurs et colorants.

Matière plastique pour tuyaux et raccords en styrène-caoutchouc (SR) Matière plastique contenant au moins 50% de plastique styrénique, combiné avec des caoutchoucs et d'autres matériaux de mélange, mais pas plus de 15% d'acrylonitrile.

Matière plastique propylénique Matière plastique à base de résines, fabriquée par polymérisation du propylène ou copolymérisation du propylène et d'un ou plusieurs autres composés non saturés, la quantité de propylène étant la plus importante en poids.

Matière plastique styrène-caoutchouc Compositions à base de caoutchoucs et de plastiques styréniques, ces derniers représentant la plus grande partie en poids.

Matière plastique styrénique Matière plastique à base de résines, fabriquée par polymérisation de styrène ou copolymérisation de styrène et d'autres composés non saturés, la quantité de styrène étant la plus importante en poids.

Matière plastique, nylon Matière plastique à base de résines composées essentiellement d'un amide polymérique synthétique à longue chaîne, qui possède des groupes amides récurrents faisant partie intégrante de la chaîne de polymère principale.

Mélange de poudre Voir Mélange sec.

Mélange sec Composé sec à écoulement libre, préparé sans plastification ni addition de solvant.

Monomère Matériau de départ servant à former un polymère. Voir aussi polymère.

Moulage par compression Procédé de formage d'objets à partir de plastiques, consistant à confiner ces matériaux dans un logement de moule, puis à appliquer une pression et habituellement à chauffer.

Moulage par injection Procédé de formage d'objets à partir de plastiques granulaires ou en poudre, consistant à faire fondre ces plastiques dans une chambre chauffée sous pression, puis en forçant une partie de la masse à passer dans une chambre plus froide où il y a solidification.

Note : On utilise couramment cette méthode pour former des objets à partir de thermoplastiques.

Permanence Propriété d'une matière plastique définissant sa résistance à toute modification importante de ses caractéristiques avec le temps et sous les effets de l'environnement.

Perméabilité Voir «Diffusion».

Plastifiant Matériau incorporé dans une matière plastique pour en améliorer l'aptitude au façonnage, la flexibilité ou encore l'aptitude au gonflement ou à la dilatation.

Note : L'ajout d'un plastifiant peut réduire la viscosité à l'état fondu, la température de transition de second ordre ou le module d'élasticité de la matière plastique.

Plastique éthylénique Matière plastique à base de résines, fabriquée par polymérisation de l'éthylène ou copolymérisation d'éthylène et d'un ou plusieurs autres composés non saturés, la quantité d'éthylène étant la plus importante en poids.

Plastique polyéthylène Matière plastique à base de polymère fabriquée avec l'éthylène comme unique monomère.

Note : Pour les usages courants de ce plastique, il ne doit pas y avoir moins de 85% d'éthylène et pas moins de 95% d'oléfinés totales.

Plastique renforcé Matière plastique ayant des propriétés de résistance très supérieures à celles de la résine de base, grâce à la présence de fibres à haute résistance noyées dans le mélange. Voir aussi Charge.

Plastique, adj. L'adjectif plastique indique que le nom qu'il qualifie est fabriqué en matière plastique, en est constitué ou s'y rapporte.

Plastique, n. Matériau contenant comme élément essentiel une substance organique de haut poids moléculaire, solide à l'état fini et qui, à certaines étapes de sa fabrication ou de sa transformation en objets finis, peut être formée par écoulement.

Polychlorure de vinyle Résine préparée par polymérisation du chlorure de vinyle, avec ou sans addition d'autres monomères en petites quantités.

Polyéthylène, n. Polymère obtenu par polymérisation de l'éthylène comme unique monomère. Voir plastique polyéthylène et plastique éthylène.

Polymère Composé formé par réaction de molécules simples, dotées de groupes fonctionnels permettant de les combiner et d'obtenir un poids moléculaire élevé dans des conditions convenables. Les polymères peuvent être formés par polymérisation (polymère d'addition) ou polycondensation (polymère de condensation). Lorsque deux ou plusieurs monomères sont en jeu, le produit s'appelle copolymère.

Polymérisation Réaction chimique au cours de laquelle les molécules d'un monomère sont liées pour constituer des molécules plus grosses, dont le poids moléculaire est un

multiple de celui de la substance d'origine. Lorsque deux ou plusieurs monomères sont en jeu, le procédé s'appelle copolymérisation ou hétéropolymérisation.

Polyoléfine, n. Polymère obtenu par polymérisation d'une oléfine comme unique monomère. Voir plastique polyoléfine et plastique oléfine.

Polypropylène, n. Polymère obtenu par polymérisation du propylène comme unique monomère. Voir plastique polypropylène et plastique propylène.

Polystyrène Matière à base de résine fabriquée par polymérisation du styrène comme unique monomère. Voir matière plastique styrène.

Note : le polystyrène contient de petites quantités de lubrifiants, stabilisateurs, charges, pigments et colorants.

Pression Lorsqu'elle s'applique à une tuyauterie, c'est la force par unité de surface exercée par le fluide dans cette tuyauterie.

Pression nominale Pression maximale estimée, que le fluide peut exercer en continu dans une tuyauterie, avec un haut degré de certitude qu'il n'y aura pas de rupture de cette tuyauterie.

Rapport de dimension Diamètre d'un tuyau divisé par l'épaisseur de la paroi. On peut attribuer deux rapports de dimension à un tuyau, selon que l'on considère le diamètre extérieur ou le diamètre intérieur. En pratique, on utilise le diamètre extérieur lorsque les exigences standards et le contrôle de fabrication sont basés sur ce diamètre. On utilise le diamètre intérieur lorsque cette dimension sert de référence.

Rapport de dimension standard Série de nombres choisis, dans laquelle les rapports de dimension sont constants pour tous les diamètres de tubes et pour chaque rapport de dimension standard; ces nombres sont ceux de la série R10 des nombres normaux SI, utilisée aux États-Unis, auxquels on ajoute +1 ou on retranche +1. Lorsqu'on utilise le diamètre extérieur (DE), on ajoute 1, tandis que lorsqu'on utilise le diamètre intérieur on retranche 1.

Relaxation de contrainte Diminution de la contrainte en fonction du temps, dans une pièce de matière plastique soumise à une charge extérieure.

Résine Matière organique solide, semi-solide ou pseudo-solide qui a une masse moléculaire indéfinie et souvent élevée, présente une tendance à fluer lorsqu'elle est soumise à une contrainte, se caractérise en général par un domaine de ramollissement ou de fusion, et habituellement se rompt conchoïdalement.

Résistance Contrainte nécessaire pour provoquer une cassure ou une rupture.

Résistance à l'éclatement Pression interne nécessaire pour provoquer la rupture d'un tuyau ou d'un raccord. La valeur de cette pression varie en fonction de la vitesse de montée en pression et de la durée de maintien de la pression.

Résistance à l'éclatement à long terme Pression interne à laquelle un tuyau ou un raccord se rompt, lorsque cette pression est maintenue pendant 100 000 heures (11,43 ans).

Résistance aux champignons Aptitude d'un tuyau en matière plastique à résister à la croissance de champignons et/ou de leurs produits métaboliques dans des conditions normales de service ou lors d'essais en laboratoire simulant de telles conditions.

Résistance aux chocs Izod Essai particulier de résistance aux chocs, à l'aide d'un mouton-pendule. Les éprouvettes sont moulées ou extrudées et ont une encoche usinée au centre. Voir ASTM D256.

Résistance aux chocs, mouton Essai de résistance aux chocs au moyen d'une masse que l'on fait tomber, mis au point spécifiquement pour les tuyaux et les raccords. On peut choisir plusieurs variables. Voir ASTM D2444.

Résistance chimique (1) Effet de produits chimiques définis sur les propriétés d'un tuyau en matière plastique, selon leur concentration, leur température et la durée de mise en contact.

Résistance chimique (2) Aptitude d'un tuyau en matière plastique donné à véhiculer un produit chimique défini, à une concentration et à une température spécifiées, pendant une certaine période utile.

Résistance hydrostatique (à très court terme) Contrainte circonférentielle, calculée par l'équation ISO, à laquelle un tuyau se rompt sous l'effet de la pression interne, habituellement en moins de 60 à 90 secondes.

Résistance hydrostatique à long terme Contrainte de traction estimée dans la paroi d'un tuyau, orientée selon la circonférence (contrainte circonférentielle) et qui, appliquée en continu, provoque la rupture du tuyau au bout de 100 000 heures (11,43 ans). On obtient généralement ces résistances par extrapolation à partir d'équations de régression logarithmiques ou de graphiques logarithmiques.

Rupture adhésive Rupture d'une liaison par adhésif, telle que la séparation semble se produire à l'interface adhésif-support.

Saran Matière plastique à base de résines, fabriquée par polymérisation du chlorure de vinylidène ou copolymérisation du chlorure de vinylidène et d'autres composés non saturés, la quantité de chlorure de vinylidène étant la plus importante en poids.

Schedule Système de classification des tubes (diamètre extérieur et épaisseur de paroi) provenant de l'industrie des tubes d'acier (IPS).

Stabilisateur Ingrédient de mélange ajouté à un composé de plastique, afin d'en retarder la dégradation à haute température, particulièrement lors de la fabrication. Un antioxydant constitue un genre particulier de stabilisateur.

Température de déflexion Température à laquelle une éprouvette fléchit d'une valeur donnée, sous une charge donnée et dans des conditions d'essai définies. Voir ASTM D648. On utilisait antérieurement l'expression «déformation à chaud».

Thermodurci, adj. S'applique à l'état relativement infusible d'une résine.

Thermodurci, n. Matière plastique qui est transformée en un produit pratiquement infusible et insoluble lorsqu'il est traité par la chaleur ou par d'autres moyens chimiques.

Thermodurcissable Susceptible d'être transformé en un produit pratiquement infusible et insoluble lorsqu'il est traité par la chaleur ou par d'autres moyens chimiques.

Thermoformage Formage au moyen de la chaleur. Voir aussi Formage.

Thermoplastique, adj. Que l'on peut ramollir de façon répétée en augmentant la température et que l'on peut durcir de façon répétée en diminuant la température.
Note : l'adjectif thermoplastique s'applique aux matériaux pour lesquels les changements dus à la chaleur sont essentiellement physiques.

Thermoplastique, n. Matière plastique qui se comporte comme un thermoplastique.

Traiter (cuisson), v. Transformation des propriétés d'un système de polymères, afin de l'amener à un état final, plus stable et utilisable, par la chaleur, les radiations ou une réaction chimique avec des additifs.

Tube en matière plastique Cylindre creux en matière plastique, dans lequel l'épaisseur de paroi est habituellement faible par rapport au diamètre, et dans lequel les parois intérieure et extérieure sont essentiellement concentriques. Voir tube en matière plastique de diamètre extérieur cuivre.

Tube en matière plastique de diamètre extérieur cuivre Tube en matière plastique particulier, dont le diamètre extérieur est essentiellement le même que celui d'un tube en cuivre. Voir tube en matière plastique.

Viellissement artificiel Exposition en laboratoire d'une matière plastique à des conditions cycliques comportant des changements de température, d'humidité relative et d'énergie de radiation UV, avec ou sans pulvérisation d'eau directe, dans le but de provoquer dans le matériau des transformations similaires à celles observées lors d'une exposition à long terme continue aux intempéries.
Note : Les conditions d'exposition en laboratoire sont amplifiées par rapport à celles réellement rencontrées à l'extérieur, afin d'accélérer les effets. Dans cette définition, on n'inclut pas d'exposition à des substances particulières, comme l'ozone, le brouillard salin, les gaz industriels, etc.

Vinyle Matériau thermoplastique.

ANEXE D: ABRÉVIATIONS

AGA	American Gas Association
ANSI	American National Standards Institute
API	American Petroleum Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWWA	American Water Works Association
BOCA	Building Officials and Code Administrators
BS	British Standards Institution
CPVC	Chlorinated poly (vinyl chloride) plastic or resin
CS	Commercial Standard, see Product Standard
CSA	Canadian Standards Association
DR	Rapport de dimension
DIN	German Industrial Norms
FHA	Federal Housing Administration or Farmers Home Administration
HDB	Contrainte hydrostatique de référence
HDS	Contrainte hydrostatique de calcul
IAPD	International Association of Plastics Distributors
IAPMO	International Association of Plumbing and Mechanical Officials
IPC	International Plumbing Code
ISO	Organisation internationale de normalisation
JIS	Japanese Industrial Standards
NSF	National Sanitation Foundation International
PPI	Plastics Pipe Institute
PS	Norme de produit, lorsqu'on se réfère à une spécification de tube ou de raccord en matière plastique. Ces normes sont homologuées par le Département du commerce des États-Unis et s'appelaient autrefois Normes commerciales..
PSI	Livres par pouce carré
PSIG	Pression manométrique en livres par pouce carré
PVC	Matière plastique ou résine en polychlorure de vinyle
RVCM	Monomère de chlorure de vinyle résiduel
SCS	Soil Conservation Service
SDR	Rapport de dimension standard
SI	Système international d'unités
SPI	Society of the Plastics Industry, Inc.
UPC	Uniform Plumbing Code
USASI	Standards Institute des États-Unis (autrefois l'American Standards Association)
WOG	Eau, huile, gaz

ANNEXE E: TABLEAUX ET FIGURES

- Tableau 1 – Propriétés physiques
- Tableau 2 – Classement selon le DR nominal des tuyaux en PVC et en PVCC définis par un schedule
- Tableau 3 – Coefficients de débit (C)
- Tableau 4 – Débit et pertes de charge dans une tuyauterie thermoplastique Schedule 40
- Tableau 5 – Débit et pertes de charge dans une tuyauterie thermoplastique Schedule 80
- Tableau 6 – Débit et pertes de charge dans une tuyauterie thermoplastique DR 21
- Tableau 7 – Débit et pertes de charge dans une tuyauterie thermoplastique DR 26
- Tableau 8 – Pertes de charge dans les raccords (longueur équivalente de tuyauterie en pieds)
- Tableau 9 – Facteurs de correction de température
- Tableau 10 – Coefficients de dilatation thermique
- Tableau 11 – Dilatation linéaire (ΔL) du PVC en pouces
- Tableau 12 – Dilatation linéaire (ΔL) du PVCC en pouces
- Tableau 13 – Contrainte en service à température élevée (psi)
- Tableau 14 – Coefficients de conductivité thermique
- Tableau 15 – Module d'élasticité à température élevée (E)
- Tableau 16 – Valeurs moyennes du module de réaction du sol (E')*
- Tableau 17 – Coefficients de rugosité de Manning (n)
- Tableau 18 – Débit dans un système de drainage en PVC
- Tableau 19 – Robinets thermoplastiques en PVC et PVCC de IPEX
- Tableau 20 – Types de colles
- Tableau 21 – Durées de prise initiale des colles à solvant pour PVC et PVCC de IPEX et recommandées par IPEX*
- Tableau 22 – Durées de durcissement des colles à solvant pour PVC et PVCC de IPEX et recommandées par IPEX*
- Tableau 23 – Nombre moyen de joints par quart de gallon américain de colle IPEX et de colle recommandée par IPEX *
- Tableau 24 – Nombre moyen de joints par gallon américain de colle IPEX et de colle recommandée par IPEX*
- Tableau 25 – Filetage conique standard américain pour tubes (NPT)1
- Tableau 26 – Pressions maximales dans un système à brides
- Tableau 27 – Couple de serrage recommandé
- Tableau 28 – Boulons de brides
- Tableau 29 – Tuyaux recommandés pour assemblage par rainurage par roulage ou taillage
- Tableau 30 – Dimensions des joints rainurés
- Tableau 31 – Pression maximale (psi) pour tuyauteries en PVC assemblées par rainurage par taillage, à 73 °F
- Tableau 32 – Facteurs de correction de température pour les joints rainurés
- Tableau 33 – Poussée au niveau des raccords, en lb pour 100 psi (pression interne)
- Tableau 34 – Espacement maximal des supports recommandé, en pieds, pour du PVC Xirtec*
- Tableau 35 – Espacement maximal des supports recommandé, en pieds, pour du PVCC Xirtec*
- Tableau 36 – Facteurs de correction de l'espacement des supports
- Tableau 37 – Couverture maximale recommandée
- Tableau 38 – Dimensions des tuyaux Xirtec en PVC pour tubage de puits – ASTM F480
- Tableau 39 – Dimensions des conduits en PVC

FIGURES

Figure 1 – Schéma d'une boucle de système simple

Figure 2 – Schéma d'une boucle de système simple avec robinets

Figure 3 – Configurations de tuyauterie permettant d'absorber la dilatation/la contraction

Figure 4 – Boucle de dilatation de type courant

Figure 5 – Joint de dilatation

Figure 6 – Dispositif de dilatation télescopique de IPEX

Figure 7 – Humidité relative à laquelle de la condensation se forme sur la paroi d'une tuyauterie

Figure 8 – Facteur de correction de pression critique de flambage (C) pour une tuyauterie souterraine

Figure 9 – Supports recommandés pour les systèmes de tuyauterie thermoplastiques

NOTES

NOTES

VENTES ET SERVICE À LA CLIENTÈLE

IPEX Inc.

Sans frais : (866) 473-9462

ipexna.com

À propos d'IPEX par Aliaxis

À l'avant-garde des fournisseurs de systèmes de tuyauteries thermoplastiques, IPEX par Aliaxis offre à ses clients des gammes de produits parmi les plus vastes et les plus complètes au monde. La qualité des produits d'IPEX par Aliaxis repose sur une expérience de plus de 50 ans. Ayant son siège social à Montréal et grâce à des usines de fabrication à la fine pointe de la technologie et à des centres de distribution répartis dans toute l'Amérique du Nord, nous avons établi une réputation d'innovation de produits, de qualité, portée sur les utilisateurs et de performance.

Les marchés desservis par de produits IPEX par Aliaxis sont :

- Systèmes électriques
- Télécommunications et systèmes de tuyauteries pour services publics
- Tuyaux et raccords en PVC, PVCC, PP, ABS, PVDF ignifuge, PEX et PE (1/4 po à 48 po)
- Systèmes de tuyauteries de procédés industriels
- Systèmes de tuyauteries pour installations municipales sous pression et à écoulement par gravité
- Systèmes de tuyauteries mécaniques et pour installations de plomberie
- Systèmes en PE assemblés par électrofusion pour le gaz et l'eau
- Colles pour installations industrielles, de plomberie et électriques
- Systèmes d'irrigation

Xirtec[®] est une marque de commerce déposée utilisée sous licence.

Les systèmes de tuyauterie en PVCC Xirtec[®] sont fabriqués avec le composé de PVCC Corzan[®]. Corzan[®] est une marque déposée de Lubrizol Corporation.

Cette notice est publiée de bonne foi et les renseignements qu'elle contient sont considérés comme fiables. Cependant, elle ne formule aucune déclaration et/ou garantie, de quelque façon que ce soit, sur les renseignements et suggestions contenus dans cette notice. Les données présentées résultent d'essais en laboratoire et de l'expérience sur le terrain.

Une politique d'amélioration continue de ses produits et, en conséquence, les caractéristiques et/ou les spécifications de ces produits peuvent être modifiées sans préavis..



IPEX
par aliaxis

MNINNAIP200804R3Q
© 2023 IPEX IND0032Q