

- à froid pour les diamètres < à 250 mm
- à chaud à 80°C pour les diamètres ≥ 250 mm ;
- à introduire par tirage avec un effort de traction constant le tube en Polyéthylène dans la canalisation existante pour maintenir cette réduction avec un allongement d'environ 4 % ;
- à relâcher la conduite qui reprend son diamètre initial en moins de 24 heures en se plaquant sur la paroi de l'ancienne conduite.

### Avantages

Pour la conduite rénovée :

- pas de vide annulaire,
- faible réduction de la section de passage,
- utilisation de tubes PE dont les caractéristiques dimensionnelles sont généralement usuelles,
- le revêtement interne de la conduite réhabilitée peut-être autostructurant ou ne pas l'être,
- la préparation des tronçons se fait en surface avec soudure classique au miroir.

### REPLACEMENT PLACE POUR PLACE PAR EXTRACTION

Ce procédé consiste à extraire par tirage les canalisations en fonte grise de diamètre 60 à 150 mm et à les remplacer par des tubes en Polyéthylène de même diamètre ou d'un diamètre nominal supérieur (pouvant aller jusqu'à 250 mm).

### Principe d'exécution

La canalisation en fonte grise est extraite par tronçon de 10 à 30 mètres par application d'une force de 30 à 60 tonnes transmise par des câbles et des vérins hydrauliques.

Au fur et à mesure de l'extraction, le tuyau en fonte grise est brisé et la nouvelle conduite en PE est simultanément tractée.

### TUBE PE REPLIÉ

Cette technique consiste à insérer dans la conduite à rénover un tube en Polyéthylène plié en forme de U puis « regonflé » de façon à ce que le tube reprenne sa forme initiale en étant plaqué sur la paroi interne de la canalisation en place.

### Avantages de ces divers procédés

- Conservation du tracé de la canalisation en service,
- Réduction des nuisances de chantier et par conséquent diminution des gênes occasionnées aux riverains.
- Rapidité de mise en œuvre en milieu urbain.

## 6.4 - POSE EN AÉRIEN

### 6.4.1 Généralités

Sont considérées comme installées en aérien toutes canalisations posées aussi bien à l'intérieur des bâtiments qu'à l'air libre. Les canalisations posées dans des caniveaux, des égouts, des puits sont également concernées par ces recommandations.

**Rappel : les canalisations en polyéthylène pour la distribution du gaz ont une utilisation exclusivement enterré. Elles ne doivent pas être posées en aérien.**

### 6.4.2 Données

Les éléments ci-après doivent être pris en considération :

- température des fluides,
- nature des fluides,
- densité des fluides,
- conditions de site (températures, expositions, ...),
- conditions de pose (influences de la température, de la saison...),
- série du tube (PN et MRS ou SDR).

### COMPENSATION DES VARIATIONS DE LONGUEUR :

Compensation des variations de longueur :

Les variations de longueur doivent être compensées à la faveur des changements de direction de la canalisation en utilisant des bras ou des lyres de dilatation.

La longueur minimale du bras de dilatation se calcule selon la formule suivante :

$$L_B = 27 \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

où

$L_B$  : longueur du bras de dilatation compensant la variation de la longueur

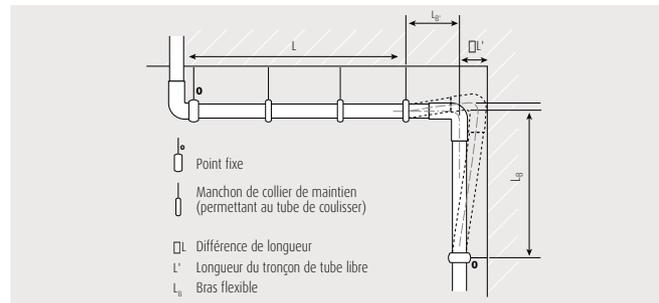
$D$  : diamètre extérieur du tube

$\Delta L$  : variation de longueur (voir paragraphe 4.3)

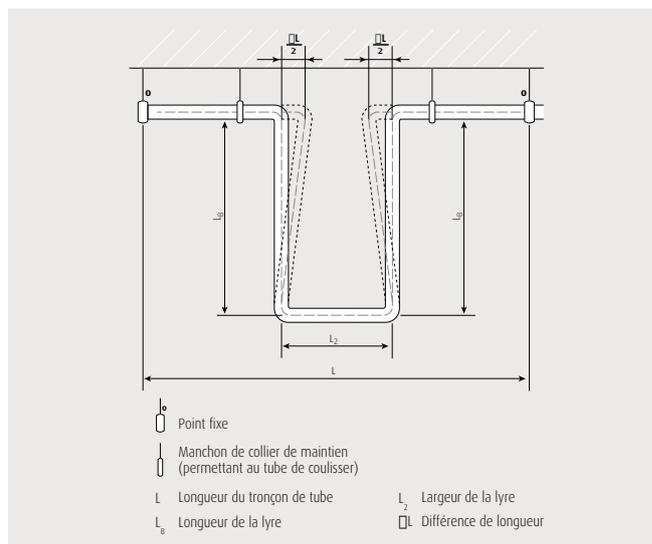
$D$ ,  $\Delta L$ ,  $L_B$  : exprimés dans la même unité, habituellement en mm

Les points fixes doivent être choisis en tenant compte des sollicitations à prévoir, ceci dans le cas où la contrainte axiale serait contrariée lors de la dilatation ou de la contraction de la canalisation.

### EXEMPLES DE SYSTÈMES DE COMPENSATION :



Compensation de la dilatation  $\Delta L$  par un bras flexible



Compensation de la dilatation par une lyre de dilatation

### CALCUL DES LONGUEURS DE BRAS :

L'abaque de la page 58 permettra de déterminer la longueur des bras en fonction du diamètre du tube et de la variation de longueur :

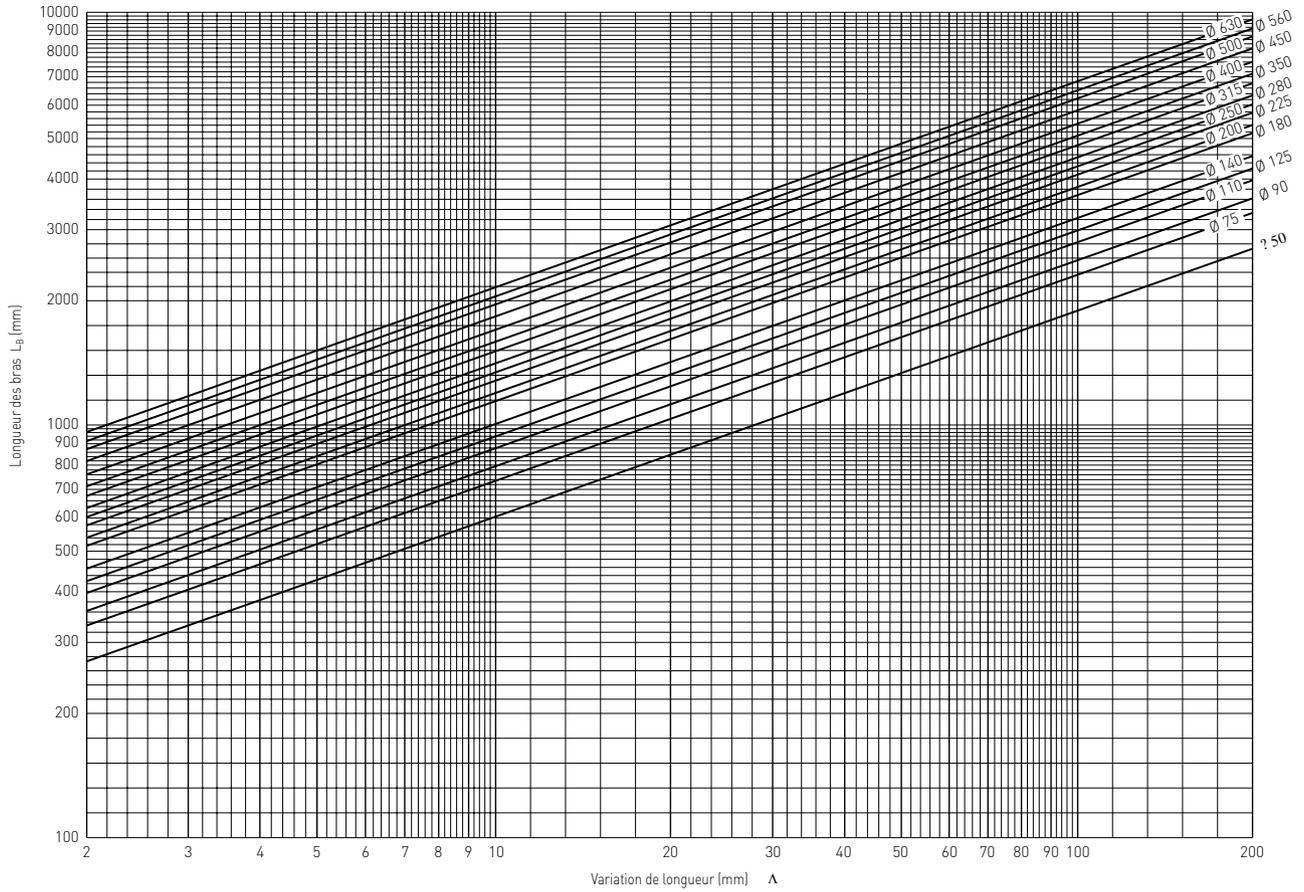
- Dans le cas d'un seul bras, on rentrera  $\Delta L$  pour obtenir la valeur de  $L_B$
- Dans le cas d'une lyre de dilatation, on rentrera  $\frac{\Delta L}{2}$  dans l'abaque pour obtenir la valeur de  $L_B$ .

### 6.4.3 Pose des canalisations

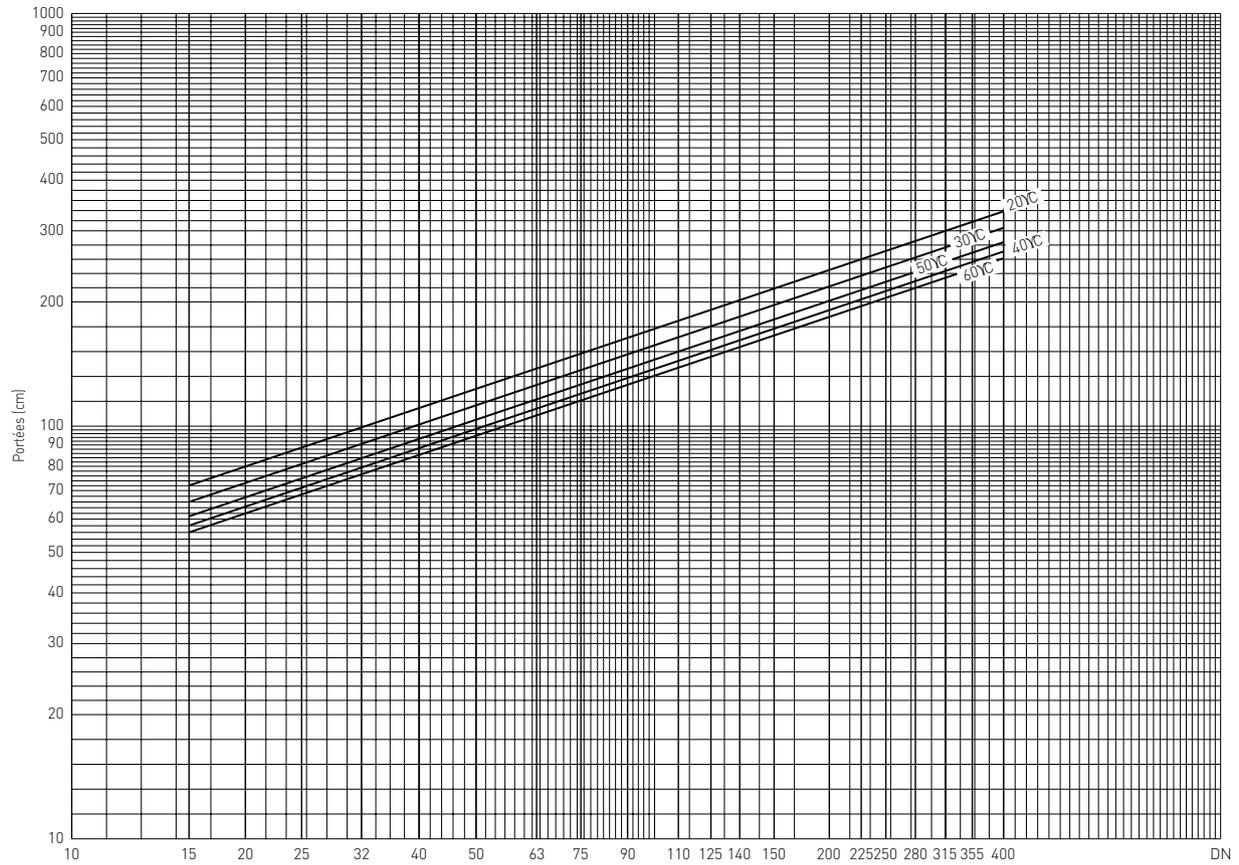
#### GÉNÉRALITÉS :

Les conduites en Polyéthylène installées en aérien doivent être maintenues par des supports appropriés. Leurs variations de longueur en fonction de la température sont importantes et la conception des supports doit en tenir compte.

# CALCULS DES LONGUEURS DE BRAS DE DILATATION



# CALCULS DES PORTÉES



### PRÉCAUTION À PRENDRE :

Les phénomènes de dilatation ou de contraction inhérents au matériau doivent être pris en compte. Ceci implique un montage des canalisations avec supports libres et points fixes choisis en tenant compte des possibilités du tracé (lyre, bras, robinetterie,...).

Les fixations doivent être dimensionnées afin de ne pas endommager les canalisations.

### DISTANCE ENTRE LES SUPPORTS :

La distance entre les supports doit prendre en considération :

- le dimensionnel du tube : diamètre, épaisseur (SDR),
- la densité du fluide transporté,
- la température de service de la canalisation,
- la disposition de la canalisation.

Si les supports doivent être très proches, il est souhaitable d'utiliser des goulottes. Pour des conduites horizontales un support continu (goulotte, chemin de câble, ...) peut être plus rationnel et économique que des fixations.

Pour les diamètres jusqu'au 110 à l'intérieur du bâtiment, il faudra se référer aux recommandations du DTU 60.1.

### CALCUL DES PORTÉES :

On trouvera page précédente l'abaque donnant les distances entre les supports. Les distances indiquées sont valables pour une canalisation horizontale en PE de SDR 11, un fluide transporté de densité 1 (eau) et un support d'une largeur d'1/2 diamètre.

Les distances seront multipliées d'un ou plusieurs coefficients en fonction :

#### - de la densité du fluide :

- gaz ..... coef. 1,30
- fluides densité 1,25 ..... coef. 0,90
- fluides densité 1,50 ..... coef. 0,85
- fluides densité 1,75 ..... coef. 0,80

#### - du SDR de la canalisation :

- SDR 9 ..... coef. 1,03
- SDR 11 ..... coef. 1,00
- SDR 13,6 ..... coef. 0,95
- SDR 17 ..... coef. 0,90
- SDR 21 ..... coef. 0,86

#### - de l'inclinaison de la canalisation :

- installation verticale ..... coef. 1,30

### 6.4.4 Support

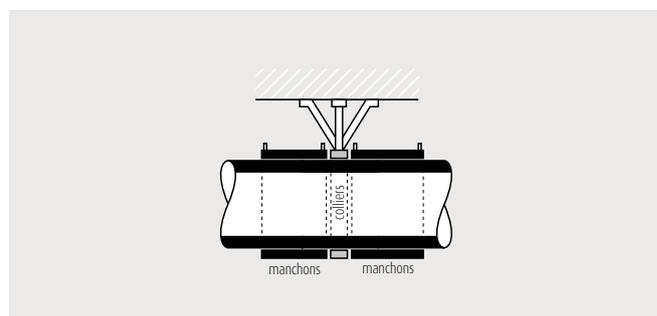
Des fixations standards existent en acier ou en matière plastique : il est nécessaire de protéger les canalisations de l'effet des frottements.

### POINTS FIXES

Leur rôle est d'éviter les déplacements de la canalisation non maîtrisés.

Lors de leur calcul, il faut prendre en compte le type du montage : montage bloqué, montage libre.

### EXEMPLE DE CONCEPTION



### POINTS MOBILES

Ils sont utilisés pour suivre les déformations de la canalisation dans toutes les directions d'un plan.

## 6.4.5 Montage

### a) Montage bloqué

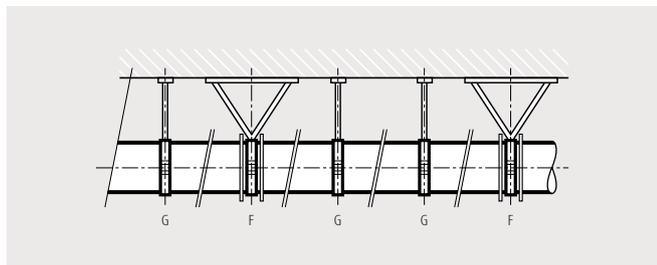
#### POINTS FIXES

Les mouvements longitudinaux sont annulés par des points fixes, engendrant des tensions dans la matière. Les poussées axiales résultantes doivent être absorbées par les points fixes afin d'éviter que sous l'effet de ces tensions la conduite ondule ; elle doit être guidée longitudinalement.

#### COLLIERS DE GUIDAGE

Les colliers de guidage permettent d'éviter que la conduite ondule entre deux points fixes. Ils doivent être répartis judicieusement et laisser à la conduite le jeu nécessaire. Le diamètre intérieur de ces colliers doit être de 2 % supérieur à celui du diamètre extérieur du tube, afin que ce dernier puisse également se dilater librement. Lors du serrage, le collier de guidage ne devra en aucun cas bloquer la conduite.

Le choix du type de point fixe dépend des poussées attendues, ainsi que de la distance à supporter. Dans la zone de changement de direction ou de courbure de la conduite, les efforts transversaux sont à considérer. Un dimensionnement approprié doit être effectué pour tous montages particuliers.



La répartition des colliers « points fixes (F) » et de « guidage (G) » dépend du diamètre, du tracé ainsi que des conditions de l'installation (température etc...)

## Poussées axiales sur points fixes dans le cas d'une conduite installée en aérien

Ces poussées sont à calculer par l'intermédiaire de la formule suivante :

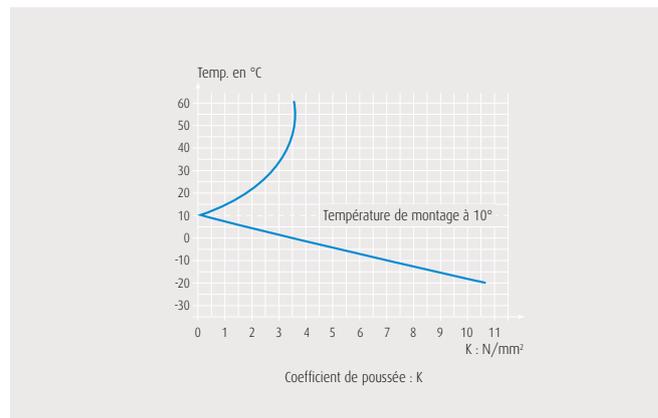
$$P = S \times K$$

P : Poussée sur point fixe (N)

S : Section du tube (mm<sup>2</sup>)

K : Coefficient de poussée (N/mm<sup>2</sup>) dépendant de la température (voir courbe ci-dessous)

### Remarque : La poussée P n'est pas fonction de la distance entre points fixes



### b) Montage libre

Contrairement au montage bloqué, les mouvements longitudinaux sont dirigés et absorbés dans les dispositifs de dilatation (manchon long, compensateur, lyre de dilatation, etc.). Le système de fixation (point fixe, collier de « guidage » et « blocage ») doit donc être adapté en conséquence.

Pour la conception de l'installation voir le chapitre « Gestion de la dilatation » (paragraphe 4.3).

## FACTEURS D'INFLUENCE EXTÉRIEURE

Dans le cas de canalisations posées en aérien, il convient de prendre en compte divers facteurs résultant de ces conditions d'installation : température, ultra-violets, nature du fluide etc., qui peuvent réduire la résistance à long terme des canalisations (cf. chapitre 2 « Les produits » paragraphe « Résistance à long terme », page 15).

## 6.5 - POSE EN IMMERGÉ

Les canalisations Polyéthylène immergées représentent une solution technique et économique intéressante dans les cas de figure suivants :

- traversées de fleuves, lacs... pour tout type d'application (adduction d'eau potable, assainissement...)
- émissaires en mer (stations d'épuration, assainissement industriel...)
- pompage en mer.

### 6.5.1 Flexibilité des canalisations en Polyéthylène

UN ATOUT MAJEUR POUR LA CONCEPTION DES OUVRAGES IMMERGÉS

Dans le cas de pose en immergé, la canalisation est soumise à des forces dues principalement à l'action du courant et des vagues et à l'instabilité du sol. L'amplitude exacte de ces forces est difficile à prévoir. Ce degré d'incertitude a des conséquences différentes suivant le type de canalisation (rigide ou flexible) choisi pour réaliser l'ouvrage.

Les canalisations traditionnelles métalliques rigides (fonte ou acier) ne supportent que de faibles déformations latérales ; elles doivent alors être fortement lestées et dimensionnées avec des coefficients de sécurité très importants ou être profondément enterrées.

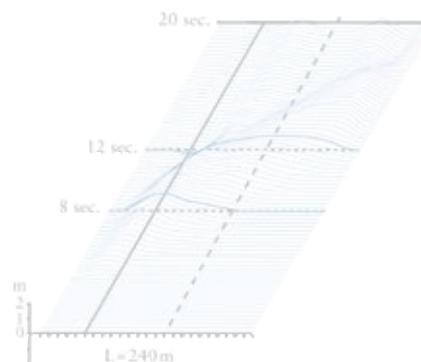
Il en résulte des coûts de pose et de matériau très élevés auxquels s'ajoute le coût d'une protection cathodique indispensable pour éviter la corrosion.

Concernant les canalisations en Polyéthylène, le coefficient de sécurité peut être considérablement réduit si l'on accorde à la canalisation une mobilité lui permettant d'absorber toute force d'amplitude exceptionnelle.

Ce type de conception repose sur les propriétés intrinsèques des polyoléfines : une forte résistance à la déformation et une aptitude à la relaxation sous contrainte.

La simulation numérique qui suit illustre comment une canalisation en Polyéthylène se déplace latéralement sous l'action d'une vague de très forte amplitude avant de reprendre sa position initiale sans avoir subi de dommage.

Ainsi, la légèreté des canalisations en Polyéthylène et leur capacité à s'adapter à des sols instables, combinées à leur grande flexibilité permettent l'emploi de techniques d'immersion rapides et pertinentes sur un plan économique, tout en assurant une très longue pérennité à l'ouvrage.



Déformation d'une canalisation sous l'action d'une vague d'ampleur supérieure à la vague utilisée pour le calcul de la canalisation. La simulation numérique est relative à un tube PE PN 4 DN 1.600 mm lesté pour donner une résistance de 5 000 N/m et attaqué par une vague ayant une force donnant 10 000 N/m. Le diagramme illustre comment une section de la canalisation, ayant bougé de 1m en 8 secondes après le passage de la vague en droit du début du tube, est revenue pratiquement à sa position initiale 20 secondes plus tard.