

---

---

**Systèmes d'assemblages verrouillés  
pour canalisations en fonte ductile —  
Règles de calcul pour les longueurs à  
verrouiller**

*Restrained joint systems for ductile iron pipelines — Calculation rules  
for lengths to be restrained*

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

ISO 21052:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/164f854f-efac-4e6c-a53d-a4a9794bbbe1/iso-21052-2021>



**iTeh Standards**  
**(<https://standards.itih.ai>)**  
**Document Preview**

ISO 21052:2021

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/164f854f-efae-4e6c-a53d-a4a9794bbbe1/iso-21052-2021>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2021

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b>	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b>	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b>	<b>1</b>
<b>3 Termes, définitions et symboles</b>	<b>1</b>
3.1 Termes et définitions	1
3.2 Symboles	3
<b>4 Principes de retenue des forces de poussée, méthodes de calcul et spécifications générales</b>	<b>4</b>
4.1 Forces de poussée	4
4.2 Méthodes de calcul et spécifications générales	4
4.3 Les assemblages standards ne permettent pas une retenue longitudinale	5
4.4 Assemblages verrouillés	5
4.5 Longueur à verrouiller	5
4.6 Méthode de calcul du verrouillage	6
4.7 Massifs de butée gravitaires	6
<b>5 Force de poussée</b>	<b>6</b>
5.1 Pression hydrostatique interne dans des tuyaux installés en ligne droite	6
5.2 Pression hydrostatique interne dans les coudes	7
5.3 Pression hydrostatique interne dans d'autres configurations	7
<b>6 Assemblages verrouillés</b>	<b>8</b>
6.1 Principe	8
6.2 Méthode conservatrice	8
6.3 Conditions requises sur le site	9
<b>7 Force de frottement unitaire, <math>F_s</math></b>	<b>9</b>
7.1 Force de frottement statique	9
7.2 Valeurs de cohésion du sol	9
<b>8 Gaine en polyéthylène et revêtement en polyuréthane et autres revêtements organiques extrudés</b>	<b>10</b>
<b>9 Résistances à l'appui unitaires, <math>R_s</math></b>	<b>10</b>
9.1 Résistance latérale, pression passive du sol	10
9.2 Valeur de calcul de la pression passive du sol	11
9.3 Valeurs empiriques de la pression passive du sol	11
<b>10 Application aux situations courantes</b>	<b>15</b>
10.1 Coudes horizontaux	15
10.2 Coudes verticaux vers le bas	16
10.3 Coudes verticaux vers le haut	16
10.4 Tés	17
10.5 Cônes	18
10.6 Plaques pleines	18
10.7 Chevauchement des longueurs verrouillées	19
10.8 Coudes successifs verticaux à angles égaux ( $\theta$ ) (baïonnette)	19
10.9 Coudes successifs horizontaux à angles égaux ( $\theta$ )	20
10.10 Coudes successifs horizontaux à angles inégaux	21
10.11 Double baïonnette verticale à angles égaux ( $\theta$ )	22
10.11.1 Canalisation en dessous d'un obstacle	22
10.11.2 Canalisation au-dessus d'un obstacle	24
<b>11 Longueurs verrouillées</b>	<b>24</b>
<b>12 Instructions de mise en place et de pose</b>	<b>24</b>
12.1 Considérations relatives au remblai spécifique	24
12.1.1 Caractéristiques de soutènement du matériau de remblayage et du sol natif	24

12.1.2	Marécages ou marais.....	25
12.2	Association des massifs de butée/massifs d'ancrage et des assemblages verrouillés .....	25
12.3	Tuyau dans un fourreau.....	25
12.3.1	Longueurs verrouillées à l'intérieur d'un fourreau.....	25
12.3.2	Équilibrage de la force de poussée avec les longueurs verrouillées à l'extérieur du fourreau.....	25
12.4	Futures excavations.....	25
<b>Annexe A</b>	<b>(informative) Dimensions et poids unitaires des tuyaux de classe préférentielle remplis d'eau.....</b>	<b>26</b>
<b>Annexe B</b>	<b>(informative) Tableau de classification des sols.....</b>	<b>27</b>
<b>Bibliographie</b>	.....	<b>28</b>

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

ISO 21052:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/164f854f-efae-4e6c-a53d-a4a9794bbbe1/iso-21052-2021>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 5, *Tuyauteries en métaux ferreux et raccords métalliques*, sous-comité SC 2, *Tuyaux en fonte, raccords et leurs joints*. <http://www.iso.org/iso-21052-2021>

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).



# Systèmes d'assemblages verrouillés pour canalisations en fonte ductile — Règles de calcul pour les longueurs à verrouiller

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode de calcul utilisée pour déterminer la longueur des tuyaux en fonte ductile à verrouiller, lorsque ceux-ci sont utilisés pour le transport d'eau brute, d'eau potable, d'eaux usées sous pression.

Cette méthode de calcul tient compte de tous les changements de direction courants des canalisations, y compris des changements de diamètre de la canalisation à proprement parler et des plaques pleines à l'extrémité de la canalisation, du diamètre extérieur du tuyau, de la pression d'épreuve du réseau (pour estimer la force de poussée), de la hauteur de couverture, des caractéristiques du sol entourant le tuyau et des méthodes de remblayage des tranchées pour un usage à l'échelle mondiale. Les caractéristiques de l'assemblage verrouillé ne sont pas abordées par le présent document, mais elles peuvent également être prises en compte pour déterminer la longueur à verrouiller à l'aide d'une quelconque méthode appropriée.

La méthode de calcul définie dans le présent document est applicable à tous les types de systèmes d'assemblages verrouillés, avec les classes de pression de fonctionnement des canalisations en fonte ductile selon l'ISO 2531, l'ISO 7186 et l'ISO 16631.

NOTE 1 L'ISO 10804 traite de la conception réelle de l'assemblage pour différentes pressions de fonctionnement de la canalisation.

NOTE 2 Les normes nationales ou les méthodes de calcul établies peuvent être utilisées à la place de cette Norme ISO.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/164f854f-efac-4e6c-a53d-a4a9794bbbe1/iso-21052-2021>

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 2531, *Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour l'eau*

ISO 7186, *Produits en fonte ductile pour l'assainissement*

ISO 10804, *Assemblages verrouillés pour canalisations en fonte ductile — Règles de conception et essais de type*

ISO 16631, *Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages compatibles avec les canalisations plastiques (PVC ou PE) pour la distribution d'eau et pour les connexions, réparations et remplacements des canalisations en plastiques*

## 3 Termes, définitions et symboles

### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 2531, de l'ISO 10804 ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>.

### 3.1.1

#### **assemblage flexible mécanique**

assemblage flexible dans lequel l'étanchéité est obtenue en appliquant une pression sur la bague de joint par des moyens mécaniques

### 3.1.2

#### **assemblage flexible automatique**

assemblage flexible qui se monte en poussant le bout uni d'un composant dans la bague de joint située dans l'emboîture du composant adjacent

### 3.1.3

#### **assemblage verrouillé**

assemblage dans lequel est inclus un moyen d'éviter que l'assemblage ne se déboîte longitudinalement

### 3.1.4

#### **pression maximale de calcul en régime permanent**

##### **MDP**

$P_{MD}$

pression maximale de fonctionnement du réseau ou de la zone de pression fixée par le concepteur en tenant compte des développements à venir et en incluant le coup de bélier

Note 1 à l'article: Il s'agit de la pression maximale qui considère ensemble la pression de calcul en régime permanent et le coup de bélier, où:

- la MDP est désignée  $MDPa$ ,  $P_{MDa}$ , tolérance définie pour le coup de bélier (réseaux de distribution secondaires);
- la MDP est désignée  $MDPc$ ,  $P_{MDc}$ , le coup de bélier est calculé (canalisations de pompage et d'eau).

[SOURCE: ISO 10802:2020, 3.6]

### 3.1.5

#### **pression d'épreuve du réseau**

##### **STP**

$P_{ST}$

pression à laquelle une canalisation ou une section de canalisation est soumise à des fins d'essai

Note 1 à l'article:

- $P_{ST} = 1,5 \times P_D$  (si  $P_{MD} \leq 10$  bar), ou
- $P_{ST} = P_D + 5$  (si  $P_{MD} > 10$  bar)

où  $P_D$  est la pression de calcul en régime permanent.

Note 2 à l'article: 1 bar équivaut à 0,1 MPa.

[SOURCE: ISO 10802:2020, 3.7, modifié — La Note 2 à l'article d'origine a été remplacée par une nouvelle note.]

### 3.1.6

#### **force de poussée**

force hydrostatique non équilibrée développée aux emplacements d'une canalisation comportant un changement de diamètre ou de direction



**3.1.7****résistance à l'appui**

pression passive qui est produite lorsque la canalisation tente de se déboîter et de s'enfoncer dans le sol

**3.1.8****résistance de frottement**

force de résistance résultant de l'interaction de la canalisation avec le sol du site du projet et les conditions de pose de la canalisation

**3.1.9****pression passive du sol**

pression maximale transmise par le sol sur une structure à la profondeur spécifiée

Note 1 à l'article: La pression passive du sol dépend de la cohésion du sol.

**3.1.10****longueur verrouillée**

longueur minimale à verrouiller afin d'équilibrer les *forces de poussée* (3.1.6) et d'empêcher le désassemblage ou le déboîtement de la canalisation

**3.2 Symboles**

$A$	aire de la section transversale du tuyau, en $m^2$
$A_p$	aire du tuyau en appui sur le sol, en $m^2/m$
$C$	cohésion tuyau-sol, égale à $f_c C_s$ , en $kN/m^2$
$C_s$	cohésion du sol, en $kN/m^2$ (voir <a href="#">Tableau 2</a> )
$D_e$	diamètre extérieur du fût du tuyau, en m (voir <a href="#">Annexe A</a> )
$f_c$	rapport de la cohésion tuyau-sol à la cohésion du sol (voir <a href="#">Tableau 2</a> )
$F_f$	résistance de frottement unitaire, en $kN/m$
$F_s$	force de frottement unitaire en présumant que la moitié de la circonférence du tuyau est en appui contre le sol, en $kN/m$
$(F_s)_b$	force de frottement unitaire en présumant que toute la circonférence du tuyau est en contact avec le sol, en $kN/m$
$f_\varphi$	rapport de l'angle de frottement tuyau-sol à l'angle de frottement du sol (voir <a href="#">Tableau 2</a> )
$h$	hauteur de la butée, en m
$H$	hauteur de couverture jusqu'à la génératrice supérieure du tuyau, en m
$H_c$	hauteur de couverture jusqu'à la ligne médiane du tuyau, en m
$K_n$	modificateur de condition de la tranchée (voir <a href="#">Tableau 2</a> )
$L$	longueur de tuyau verrouillée minimale requise, en m
$N_\varphi$	$= \tan^2 (45^\circ + \varphi/2)$
$P$	pression d'épreuve du réseau, en $kN/m^2$
$P_p$	pression passive du sol, en $kN/m^2$

$R_s$	résistance à l'appui unitaire, en kN/m
$T$	force de poussée résultante, en kN
$\gamma$	densité du remblai, en kN/m <sup>3</sup> (voir <a href="#">Tableau 2</a> )
$W$	force normale unitaire sur le tuyau = $2 W_e + W_p + W_w$ , en kN/m
$W_e$	charge du prisme de terre = $\gamma H D_e$ , en kN/m
$W_p$	poids unitaire du tuyau, en kN/m (voir <a href="#">Annexe A</a> )
$W_w$	poids unitaire de l'eau, en kN/m (voir <a href="#">Annexe A</a> )
$\theta$	angle du coude, en degrés
$\delta$	angle de frottement tuyau-sol, égal à $f_\phi \phi$ , en degrés
$\phi$	angle de frottement interne du sol, en degrés (voir <a href="#">Tableau 2</a> )
$S_f$	coefficient de sécurité (voir <a href="#">4.2</a> )

## 4 Principes de retenue des forces de poussée, méthodes de calcul et spécifications générales

### 4.1 Forces de poussée

Lorsque des canalisations enterrées ou en surface sont en service, la pression interne du liquide qui s'écoule dans la canalisation produit à de nombreux emplacements des forces hydrostatiques ou hydrodynamiques non équilibrées, appelées forces de poussée. À moins que les assemblages de tuyaux dans ces zones soient verrouillés contre le mouvement longitudinal, un déboîtement des assemblages peut se produire. Ces forces de poussée se développent dans les emplacements où la canalisation change de diamètre ou de direction. Ces emplacements comprennent les coudes horizontaux et verticaux, les tés, les raccords en Y, les cônes, les coudes successifs, les bifurcations de tuyaux et les vannes.

À ces emplacements, les forces de poussée sont contrées par des massifs de butée au niveau des points d'application de la force de poussée, ou par l'installation d'un groupe de tuyaux à assemblages verrouillés, de sorte que la force non équilibrée est transmise dans le sol environnant ou dans les massifs d'ancrage (installation en surface, sans surcharger la paroi de la canalisation et sans soumettre la canalisation à un déboîtement de l'assemblage).

La présente norme étudie et fournit des formules qui permettent d'équilibrer les forces de poussée avec une quantité adéquate de tuyaux à assemblages verrouillés.

Le concepteur doit prendre les précautions appropriées lorsque des chambres sont installées sur la longueur verrouillée de la canalisation.

Les recommandations du fabricant concernant le choix du type d'assemblage verrouillé doivent également être prises en compte.

### 4.2 Méthodes de calcul et spécifications générales

Les paramètres suivants doivent être pris en compte: l'aire de la section transversale du tuyau ([Tableau A.1](#)), les changements au niveau de la canalisation générant la force de poussée ([Article 5](#)), le diamètre extérieur du tuyau ([Tableau A.1](#)), la hauteur de couverture du tuyau (voir [Figure 6](#)), les caractéristiques du sol entourant la canalisation et les méthodes de remblayage de la tranchée ([Articles 7](#) et [9](#)), le type de revêtement extérieur de la canalisation (peintures bitumineuses, époxy et acryliques ou tuyau gainé de polyéthylène, revêtement en polyuréthane et autres revêtements extrudés - [Article 8](#)).

La pression d'épreuve du réseau (STP) de la canalisation est calculée à partir de la pression maximale de calcul en régime permanent (MDP) et doit être utilisée pour estimer les forces de poussée ([Article 5](#)); un coefficient de sécurité de 2 est recommandé.

Pour tous les changements au niveau d'une canalisation et leurs combinaisons, une formule spécifique est fournie pour calculer la longueur des tuyaux à verrouiller. La liste des situations courantes est fournie dans le [Tableau 1](#) avec le numéro du paragraphe correspondant:

**Tableau 1 — Types de situations courantes**

Description	Numéro du paragraphe
Coudes horizontaux	<a href="#">10.1</a>
Coudes verticaux vers le bas	<a href="#">10.2</a>
Coudes verticaux vers le haut	<a href="#">10.3</a>
Tés	<a href="#">10.4</a>
Cônes	<a href="#">10.5</a>
Plaques pleines	<a href="#">10.6</a>
Chevauchement des longueurs verrouillées	<a href="#">10.7</a>
Coudes successifs verticaux à angles égaux ( $\theta$ ) (baïonnette)	<a href="#">10.8</a>
Coudes successifs horizontaux à angles égaux ( $\theta$ )	<a href="#">10.9</a>
Coudes successifs horizontaux à angles inégaux	<a href="#">10.10</a>
Double baïonnette verticale à angles égaux ( $\theta$ )	<a href="#">10.11</a>
Canalisation en dessous d'un obstacle	<a href="#">10.11.1</a>
Canalisation au-dessus d'un obstacle	<a href="#">10.11.2</a>

### 4.3 Les assemblages standards ne permettent pas une retenue longitudinale

Les canalisations et raccords en fonte ductile sont généralement assemblés à l'aide d'assemblages flexibles automatiques ou mécaniques ([Figure 1](#)). Aucun de ces assemblages ne permet une retenue significative contre le déboîtement longitudinal autre que le frottement, entre la bague de joint et le bout uni du tuyau ou du raccord. Les essais ont montré que la résistance de frottement de ces assemblages est imprévisible. Il convient donc de considérer que ces assemblages n'offrent pas de retenue longitudinale à des fins de conception.

### 4.4 Assemblages verrouillés

Le principal objectif d'un assemblage verrouillé est de concevoir un système qui transmet les forces non équilibrées au sol environnant sans surcharger la paroi de la canalisation et sans soumettre la canalisation à un déboîtement de l'assemblage. Pour permettre le transfert des forces non équilibrées, la résistance de frottement et la résistance passive ont été prises en compte.

### 4.5 Longueur à verrouiller

La longueur de tuyau, avec les assemblages verrouillés sur chaque côté du point d'application d'une force de poussée, est calculée en utilisant la somme des composantes des forces non équilibrées dans la direction du tronçon correspondant. L'objectif du calcul de la retenue des forces de poussée à l'aide d'un assemblage verrouillé est de prolonger le côté du raccord par des assemblages inséparables de sorte que le raccord peut transmettre les forces non équilibrées au sol environnant.