

Troisième édition  
2021-09

Version corrigée  
2021-11

---

---

**Transmissions hydrauliques —  
Méthode d'évaluation de la charge de  
flambage d'un vérin hydraulique**

*Hydraulic fluid power — Method for evaluating the buckling load of a  
hydraulic cylinder*

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

[ISO/TS 13725:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/3a02c4bd-4bf1-4e9b-ac9b-7331f31eba58/iso-ts-13725-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/3a02c4bd-4bf1-4e9b-ac9b-7331f31eba58/iso-ts-13725-2021>



Numéro de référence  
ISO/TS 13725:2021(F)

© ISO 2021

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

[ISO/TS 13725:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/3a02c4bd-4bfl-4e9b-ae9b-7331f31eba58/iso-ts-13725-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/3a02c4bd-4bfl-4e9b-ae9b-7331f31eba58/iso-ts-13725-2021>



**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>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Symboles et unités</b> .....	<b>2</b>
4.1 Généralités .....	2
4.2 Notations supplémentaires .....	3
<b>5 Principes généraux</b> .....	<b>3</b>
5.1 Objectif .....	3
5.2 Description .....	3
5.3 Dimensional layout of hydraulic cylinder .....	4
5.4 Calcul commun (pour tous les types de fixations) de la contrainte maximale dans la tige, $\sigma_{\max}$ .....	5
5.4.1 Généralités .....	5
5.4.2 Courbe de déflexion .....	6
5.4.3 Moment de flexion .....	6
5.4.4 Valeur maximale du moment de flexion .....	6
5.4.5 Moment maximal de la tige de piston .....	7
5.4.6 Mounting types of the cylinder tube and piston rod .....	7
<b>6 Cas des vérins hydrauliques montés sur axe</b> .....	<b>8</b>
6.1 Modèle de vérin hydraulique et valeurs inconnues .....	8
6.2 Système linéaire .....	8
6.3 Charge de flambage critique .....	9
6.4 Charge de compression maximale admissible .....	9
<b>7 Cas des vérins hydrauliques fixés au début du tube de vérin et montés sur axe à l'extrémité de la tige de piston</b> .....	<b>10</b>
7.1 Charge de flambage critique .....	10
7.2 Système linéaire .....	10
<b>8 Cas des vérins hydrauliques montés sur axe au début du tube de vérin et fixés à l'extrémité de la tige de piston</b> .....	<b>11</b>
8.1 Charge de flambage critique .....	11
8.2 Système linéaire .....	11
<b>9 Cas des vérins hydrauliques fixés à leurs deux extrémités</b> .....	<b>12</b>
9.1 Charge de flambage critique .....	12
9.2 Système linéaire .....	13
<b>10 Cas des vérins hydrauliques fixés au début du tube de vérin et libres à l'extrémité de la tige de piston</b> .....	<b>14</b>
10.1 Charge de flambage critique .....	14
10.2 Système linéaire .....	15
<b>11 Cas des vérins hydrauliques fixés à leurs deux extrémités avec une liberté de mouvement à l'extrémité de la tige de piston</b> .....	<b>16</b>
11.1 Charge de flambage critique .....	16
11.2 Système linéaire .....	17
<b>Annexe A (informative) Exemple de résultats numériques</b> .....	<b>18</b>
<b>Bibliography</b> .....	<b>20</b>

## 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 131, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques*, sous-comité SC 3, *Vérins*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO/TS 13725:2016) qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- Les [Formules \(18\)](#) et [\(27\)](#) ont été corrigées.
- La légende de la [Figure A.1](#) a été corrigée.

La présente version corrigée de l'ISO/TS 13725:2021 inclut les corrections suivantes:

- Les Formules (20), (22) et (24) ont été corrigées.
- La dernière figure dans le [Tableau 2](#) a été corrigée.

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/members.html](http://www.iso.org/members.html).

## Introduction

Historiquement, les fabricants de vérins dans l'industrie des transmissions hydrauliques et pneumatiques n'ont expérimenté que très peu de défaillances de la tige par flambage, probablement en raison de l'utilisation de coefficients de sécurité adaptés pour la conception des vérins et de la recommandation des coefficients de sécurité faites aux utilisateurs. Beaucoup de pays et quelques très grandes sociétés ont développé leur propre méthode d'évaluation de la charge de flambage.

La méthode faisant l'objet du présent document a été développée pour répondre aux exigences formulées par le groupe ISO/TC 131.

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

[ISO/TS 13725:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/3a02c4bd-4bf1-4e9b-ae9b-7331f31eba58/iso-ts-13725-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/3a02c4bd-4bf1-4e9b-ae9b-7331f31eba58/iso-ts-13725-2021>



# Transmissions hydrauliques — Méthode d'évaluation de la charge de flambage d'un vérin hydraulique

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode d'évaluation de la charge de flambage qui:

- a) prend en compte un modèle géométrique de vérin hydraulique, ce qui signifie qu'elle ne traite pas le vérin comme une colonne équivalente,
- b) peut être utilisée pour tous les types de fixations de vérin et de raccords de l'extrémité de la tige spécifiés dans le [Tableau 2](#),
- c) inclut un coefficient de sécurité,  $k$ , devant être fixé par la personne qui effectue les calculs et consigné avec les résultats de ces calculs,
- d) prend en compte une possible charge désaxée,
- e) prend en compte le poids du vérin hydraulique, ce qui signifie qu'aucune charge transversale appliquée au vérin hydraulique n'est négligée,
- f) peut être mise en œuvre sous la forme d'un programme informatique simple, et
- g) considère que le vérin est complètement déployé.

La méthode spécifiée repose sur la théorie du flambage élastique et s'applique à des vérins simple et double effet conformes à l'ISO 6020 (toutes les parties), à l'ISO 6022 et à l'ISO 10762. Si nécessaire, des analyses selon la méthode des éléments finis peuvent être utilisées pour vérifier et pour déterminer la charge de flambage.

<https://standards.iteh.ai/> [ISO/TS 13725:2021](https://standards.iteh.ai/ISO/TS-13725-2021) Cette méthode n'a pas été mise au point pour les vérins à paroi mince, à double tige ou à plongeur.

Cette méthode n'a pas été mise au point pour le flambage interne (de la tige).

Le frottement des rotules sphériques n'est pas pris en compte.

NOTE Cette méthode est principalement basée sur les travaux originaux de Fred Hoblit<sup>[2]</sup>. Elle a été établie en référence à la norme NF PA/T3.6.37<sup>[1]</sup>.

## 2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

## 3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

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/>

## 4 Symboles et unités

### 4.1 Généralités

Les symboles et unités utilisés dans le présent document sont indiqués dans le [Tableau 1](#). Voir les [Figures 1](#) et [2](#) pour la notation des dimensions et autres caractéristiques.

**Tableau 1 — Symboles and unités**

Symbole	Signification	Unité
$C$	raideur d'un support transversal éventuel à l'extrémité libre de la tige de piston	N/mm
$D_{1e}$	diamètre extérieur du tube de vérin	mm
$D_{1i}$	diamètre intérieur du tube de vérin	mm
$D_2$	diamètre extérieur de la tige de piston	mm
$e_a$	distance au début du tube où la charge d'une colonne chargée excentriquement est équivalente à un effort axial concentrique, $F$ , et au moment de l'extrémité, $M = F [x] e_a$	mm
$e_d$	distance à la fin du piston où la charge d'une colonne chargée excentriquement est équivalente à un effort axial concentrique, $F$ , et au moment de l'extrémité, $M = F [x] e_d$	mm
$E_1$	module d'élasticité du matériau du tube de vérin	N/mm <sup>2</sup>
$E_2$	module d'élasticité du matériau de la tige de piston	N/mm <sup>2</sup>
$F$	charge de compression axiale maximale admissible; modifiée par le coefficient de sécurité (voir $k$ ci-dessous), elle crée dans la tige de piston une contrainte maximale égale à la limite d'élasticité du matériau de la tige de piston	N
$F_c$	charge de flambage d'Euler du vérin	N
$I_1$	moment d'inertie du tube de vérin	mm <sup>4</sup>
$I_2$	moment d'inertie de la tige de piston	mm <sup>4</sup>
$k$	coefficient de sécurité [voir <a href="#">Article 1</a> , c)]	—
$L_1$	longueur du tube de vérin (conformément à la <a href="#">Figure 1</a> )	mm
$L_2$	longueur de la tige de piston (conformément à la <a href="#">Figure 1</a> )	mm
$L_3$	longueur de la partie de la tige située à l'intérieur du tube de vérin, c'est-à-dire distance entre le centre du piston et celui de la rotule de la tige de piston (conformément à la <a href="#">Figure 1</a> ), la tige étant complètement déployée	mm
$L_p$	longueur du piston	mm
$M_a$	moment d'extrémité fixe au début du tube de vérin d'un vérin hydraulique fixe	N·mm
$M_{bc}$	moment à la jonction du tube de vérin et de la tige de piston	N·mm
$M_d$	moment d'extrémité fixe à l'extrémité de la tige de piston d'un vérin hydraulique fixe	N·mm
$M_{max}$	moment maximal dans la tige de piston	N·mm
$R_a$	réaction au début du tube de vérin	N
$R_d$	réaction à l'extrémité de la tige de piston	N
$R_{bc}$	réaction entre le tube de vérin et la tige de piston	N
$x$	distance depuis l'extrémité d'une règle	mm
$y$	déflexion d'une poutre mince à une distance $x$	mm
$g$	accélération de la pesanteur	mm/s <sup>2</sup>
$\Delta$	allongement d'un support transversal éventuel à l'extrémité libre de la tige de piston	mm
$\theta$	angle (de courbure) entre la courbe de déflexion du tube de vérin et la courbe de déflexion de la tige de piston (voir <a href="#">Figure 2</a> )	rad
$\rho_1$	masse par unité de volume du matériau du tube de vérin	kg/mm <sup>3</sup>

Tableau 1 (suite)

Symbole	Signification	Unité
$\rho_2$	masse par unité de volume du matériau de la tige de piston	kg/mm <sup>3</sup>
$\sigma$	contrainte	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_e$	limite élastique du matériau	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\max}$	contrainte de compression maximale	N/mm <sup>2</sup>
$\varphi_a$	angle de la courbe de déflexion au début du tube de vérin	rad
$\varphi_b$	angle de la courbe de déflexion à l'extrémité du tube de vérin	rad
$\varphi_c$	angle de la courbe de déflexion au début de la tige de piston	rad
$\varphi_d$	angle de la courbe de déflexion à l'extrémité de la tige de piston	rad
$\psi_a$	angle au début du tube de vérin (voir <a href="#">Figure 2</a> )	rad
$\psi_d$	angle à l'extrémité de la tige de piston (voir <a href="#">Figure 2</a> )	rad

## 4.2 Notations supplémentaires

Les notations supplémentaires suivantes sont également utilisées dans le présent document (utiliser les [Formules \(1\)](#) à [\(6\)](#)):

$$s_1 = \sin(q_1 L_1) \quad (1)$$

$$c_1 = \cos(q_1 L_1) \quad (2)$$

$$s_2 = \sin(q_2 L_2) \quad (3)$$

$$c_2 = \cos(q_2 L_2) \quad (4)$$

$$q_1 = \sqrt{\frac{k \times F}{E_1 \times I_1}} \quad (5)$$

$$q_2 = \sqrt{\frac{k \times F}{E_2 \times I_2}} \quad (6)$$

NOTE Ces notations (utilisées pour les calculs) sont issues des travaux originaux de Hoblit (voir la Référence [2]).

## 5 Principes généraux

### 5.1 Objectif

Le vérin est un système composé de trois parties ([Figure 2](#)). Deux parties, le tube de vérin et la tige située à l'extérieur du tube, sont considérées comme des colonnes. Ce système est soumis à des efforts de compression ( $F$ ,  $-F$ ). La troisième partie correspond à la jonction entre ces deux parties et est constituée par la petite partie de la tige située à l'intérieur du tube. Elle est modélisée sous la forme d'un ressort rotatif. L'objet du présent document est de déterminer l'effort maximal admissible,  $F_{\max}$ , qui évite d'atteindre la limite élastique du matériau de la tige,  $\sigma_e$ , et qui évite le flambage.

### 5.2 Description

Le vérin est à l'équilibre statique. Le vérin est soumis à une déformation due à des efforts de compression ( $F$ ,  $-F$ ). Cette déformation est identifiée, pour chacune des trois parties du vérin, par des inconnues

géométriques (angles) et des inconnues statiques (efforts, moments) et par une relation spécifique (modèle de Hoblit) due au ressort rotatif qui relie le tube de vérin à la tige.

À partir des considérations relatives à l'équilibre et à la cinématique, un ensemble de formules est formulé. Le type de fixation (par exemple montée sur axe ou fixée aux deux extrémités) définit le nombre de valeurs inconnues (de 9 à 13). Il y a autant de formules que de valeurs inconnues. Six types de fixations sont traités ici (Tableau 2).

Le système de formules peut être résolu pour une valeur  $F$  préalablement fixée. Cependant, il est important d'établir une valeur particulière de  $F$ , notée  $F_c$ .  $F_c$  annule le déterminant du système de formules. Il convient que cette valeur ne soit pas atteinte car elle conduit à une valeur infinie de la contrainte maximale de la tige ( $\sigma_{max}$ ).

Il est donc nécessaire de trouver la valeur de  $F$  ( $F_{max}$ ) entre la valeur zéro (en fait  $\varepsilon \cdot F_c$ ) et  $F_c$  (en fait  $[1 - \varepsilon] \cdot F_c$ ) qui fait que la contrainte dans la tige atteint la limite élastique du matériau de la tige (lorsque  $\sigma_{max} = \sigma_e$ ).

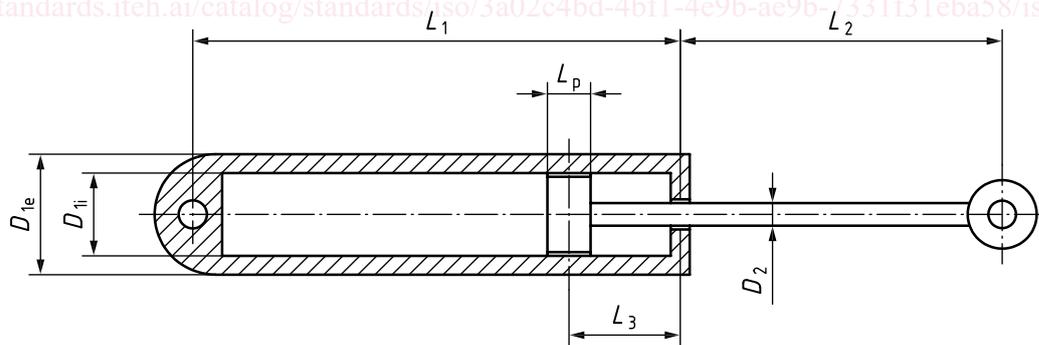
NOTE  $\varepsilon$  est une valeur de base utilisée pour la méthode des parties proportionnelles pour résoudre l'ensemble des formules.

### 5.3 Dimensional layout of hydraulic cylinder

Les Figures 1 et 2 illustrent les variables et les principes utilisés dans le présent document.

Si la charge externe  $F$  exercée sur le vérin est à son maximum lorsque la tige est complètement déployée, le cas le plus défavorable se produit lorsque le vérin est en position horizontale. Dans ce cas, la charge de compression maximale admissible est à son niveau minimal et crée la contrainte maximale dans la tige de piston. C'est pour cette raison, et également compte tenu de la méthode de calcul lorsque  $L_3$  est négligeable comparé à  $L_1$  et  $L_2$ , que  $L_3$  est la plus courte distance entre le centre du piston et celui de la rotule.

Lorsqu'un vérin presque rentré est chargé avec une force de poussée, il peut y avoir un risque de flambage interne de la tige. Par conséquent, la tige doit être calculée séparément si l'on considère qu'il y a un risque.



NOTE  $L_3 = \frac{L_p + \frac{D_{1e} - D_{1i}}{2}}{2}$  est une valeur minimale possible de  $L_3$ .

Figure 1 — Vérin

