

---

---

**Produits pétroliers — Détermination des  
modules de compressibilité volumique des  
fluides pétroliers pour systèmes de  
transmission hydraulique**

*Petroleum products — Prediction of the bulk moduli of petroleum fluids used  
in hydraulic fluid power systems*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 6073:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/20eaceba-879e-4174-a757-a2a6c2d0533d/iso-6073-1997>



## 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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 6073 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 28, *Produits pétroliers et lubrifiants*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 6073:1980), dont elle constitue une révision technique.

Les annexes A et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

© ISO 1997

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse  
Internet central@iso.ch  
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

# Produits pétroliers — Détermination des modules de compressibilité volumique des fluides pétroliers pour systèmes de transmission hydraulique

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode pour déterminer les modules de compressibilité volumique (en l'absence de bulles d'air) d'une huile minérale ou d'un hydrocarbure utilisé comme fluide dans les systèmes de transmission hydrauliques, ainsi qu'à d'autres fins.

Elle fournit des techniques graphiques permettant d'obtenir, sans longs calculs, les modules de ces fluides avec la précision nécessaire au calcul pratique des paramètres des systèmes hydrauliques. La gamme utile des températures se situe entre 0 °C et 270 °C, et la gamme des pressions environ entre 100 kPa et 700 MPa. L'annexe A donne quelques exemples de calculs.

## 2 Références normatives

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/20eaceba-879e-4174-a757-42ab02079330/iso-6073-1997>

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 91-1: 1992,	<i>Tables de mesure du pétrole — Partie 1: Tables basées sur les températures de référence de 15°C et de 60°C.</i>
ISO 3675: 1993,	<i>Pétroles bruts et produits pétroliers liquides — Détermination en laboratoire de la masse volumique ou de la densité relative — Méthode à l'aréomètre.</i>
ISO 3838: 1983,	<i>Pétroles bruts et produits pétroliers solides — Détermination de la masse volumique ou de la densité relative — Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué.</i>
ISO 12185: 1996,	<i>Pétroles bruts et produits pétroliers liquides — Détermination de la masse volumique — Méthode du tube en U oscillant.</i>

## 3 Principe

On sélectionne un module de compressibilité volumique selon le problème et les conditions de service; on obtient une valeur basée sur la masse volumique et sur la référence à un ou plusieurs des nomogrammes fournis.

## 4 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent:

**4.1 module de compressibilité volumique:** Mesure de la résistance d'un fluide à la compressibilité; c'est l'inverse de la compressibilité.

**4.2 module de compressibilité isotherme:** Module déterminé dans des conditions d'équilibre à température constante.

**4.2.1 module de compressibilité isotherme sécant ( $B_T$ ):** Module de compressibilité résultant de la variation de la pression entre la pression atmosphérique et la pression considérée.

$$B_T = -V_0 \left[ (p - p_0) / (V_0 - V) \right]_T$$

**4.2.2 module de compressibilité isotherme tangent ( $K_T$ ):** Module de compressibilité représentant le taux de variation vraie à la pression considérée:

$$K_T = -V(\partial p / \partial V)_T$$

$K_T > B_T$  sauf à la pression atmosphérique où  $K_T^0 = B_T^0$

**4.3 module de compressibilité isentropique:** Module volumétrique de l'élasticité dans des conditions d'entropie constantes. Ce module est utilisé lorsque les conditions de variation rapides de la pression ne permettront pas d'atteindre un équilibre de température.

**4.3.1 module de compressibilité isentropique sécant ( $B_S$ ),** défini par

$$B_S = -V_0 \left[ (p - p_0) / (V_0 - V) \right]_S$$

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/20eaceba-879e-4174-a757-a2a6c2d0533d/iso-6073-1997>

**4.3.2 module de compressibilité isentropique tangent ( $K_S$ ),** défini par

$$K_S = -V(\partial p / \partial V)_S$$

## 5 Symboles et unités

Les textes et les figures de la présente Norme internationale utilisent les symboles qui suivent. Les unités présentées sont celles qu'il est préférable d'utiliser; en cas d'utilisation d'autres unités, le résultat de certains multiples peut en être modifié.

Symbole	Désignation	Unité
$B_S$	Module de compressibilité isentropique sécant	MPa
$B_T$	Module de compressibilité isotherme sécant	
$B_T^0$	Module de compressibilité isotherme sécant à la pression atmosphérique	MPa
$c_p$	Capacité thermique spécifique à pression constante	J/(kg·K)
$k_S$	Coefficient de compressibilité adiabatique ( $= 1/K_S$ )	MPa <sup>-1</sup>
$k_T$	Coefficient de compressibilité isotherme ( $= 1/K_T$ )	MPa <sup>-1</sup>
$K_S$	Module de compressibilité isentropique tangent	MPa
$K_T$	Module de compressibilité isotherme tangent	MPa
$K_T^0$	Module de compressibilité isotherme tangent à la pression atmosphérique	MPa
$p$	Pression relative	kPa ou MPa
$p_0$	Pression atmosphérique	kPa
$S$	Entropie	J/K
$T$	Température thermodynamique	K
$V$	Volume	m <sup>3</sup>
$V_0$	Volume à la pression et à la température ( $\theta_0$ ) atmosphériques	m <sup>3</sup>
$\theta$	Température	°C
$\rho$	Masse volumique à une pression donnée	kg/m <sup>3</sup>
$\rho_0$	Masse volumique à la pression atmosphérique	kg/m <sup>3</sup>

ISO 6073:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/20eaceba-879e-4174-a757-a2a6c2d0533d/iso-6073-1997>

## 6 Déterminations

**6.1** Mesurer la masse volumique à 15 °C conformément à l'ISO 3675, l'ISO 3838, ou l'ISO 12185.

**6.2** Déterminer la masse volumique à la température désirée conformément à l'ISO 91-1.

NOTE — Les masses volumiques déterminées ci-dessus sont à la pression atmosphérique.

## 7 Prédications

### 7.1 Module de compressibilité isothermique sécant

**7.1.1** Relever sur la figure 1 le module de compressibilité isotherme sécant à la pression de référence de 150 MPa.

**7.1.2** Transférer le nombre obtenu en 7.1.1 sur l'échelle des ordonnées de la figure 2, et rechercher horizontalement l'intersection avec la ligne des 150 MPa. En tirant une ligne verticale à partir de ce point d'intersection, on obtient les valeurs du module de compressibilité isothermique aux autres valeurs de pression. Reporter les valeurs appropriées sur l'axe des ordonnées.

## 7.2 Module de compressibilité isotherme tangent

**7.2.1** Calculer le module de compressibilité isotherme relative sécant à la pression désirée,  $B_T/B_T^0$ , et reporter la valeur de ce quotient en abscisse de la figure 3.

NOTE — Ce diagramme est à une échelle grossie pour les petites valeurs.

**7.2.2** Déterminer le point d'intersection de cette valeur sur la courbe et lire en horizontal sur l'axe des ordonnées la valeur de la compressibilité isotherme relative tangente,  $K_T/B_T^0$ .

**7.2.3** Calculer le module de compressibilité isotherme tangent en multipliant par  $B_T^0$  la valeur obtenue en 7.2.2.

NOTE — La valeur ainsi déterminée en 7.2.3 est à la même pression et à la même température que celle pour laquelle la valeur de  $B_T$  a été déterminée.

## 7.3 Module de compressibilité isentropique tangent

NOTE — La détermination du module de compressibilité isotherme n'exige que la connaissance de la masse volumique du fluide et de la température considérée car la structure chimique n'a aucune influence sur le module. Pour le module de compressibilité isentropique qui est considéré comme essentiellement adiabatique, la structure chimique a une influence. Le calcul fait donc intervenir les capacités thermiques spécifiques à pression constante,  $c_p$ , et dépend de la structure chimique et de la masse volumique.

**7.3.1** Déterminer, calculer ou évaluer la capacité thermique spécifique à pression constante,  $c_p$ , en supposant qu'elle ne varie pas avec la pression.

ISO 6073:1997

**7.3.2** Calculer le taux de variation de la masse volumique en fonction de la température conformément à l'ISO 91-1 ou de la figure 1.

**7.3.3** Calculer le module de compressibilité isentropique tangent à l'aide de l'équation suivante:

$$K_S = \frac{1}{(1/K_T) - \left[ T(\partial\rho/\partial T)^2 / \rho^3 c_p \right]}$$

## 7.4 Masse volumique ou volume sous pression

**7.4.1** Déterminer le module de compressibilité isotherme sécant ( $B_T$ ) comme décrit en 7.1.

**7.4.2** Relever la valeur de la masse volumique sous pression atmosphérique et à la température utilisée pour les calculs du module de compressibilité.

**7.4.3** Calculer la masse volumique ou le volume sous la forme des rapports ( $\rho_0/\rho$ ) ou ( $V/V_0$ ) où

$$\rho_0/\rho = V/V_0 = 1 - (p/B_T)$$

**7.4.4** Prendre comme volume l'inverse de la masse volumique ( $V = 1/\rho$ ) pour calculer le volume sous pression.

## 8 Expression des résultats

Reporter les déterminations des modules de compressibilité à 100 kPa près, ou à 0,1 MPa près.

## 9 Fidélité

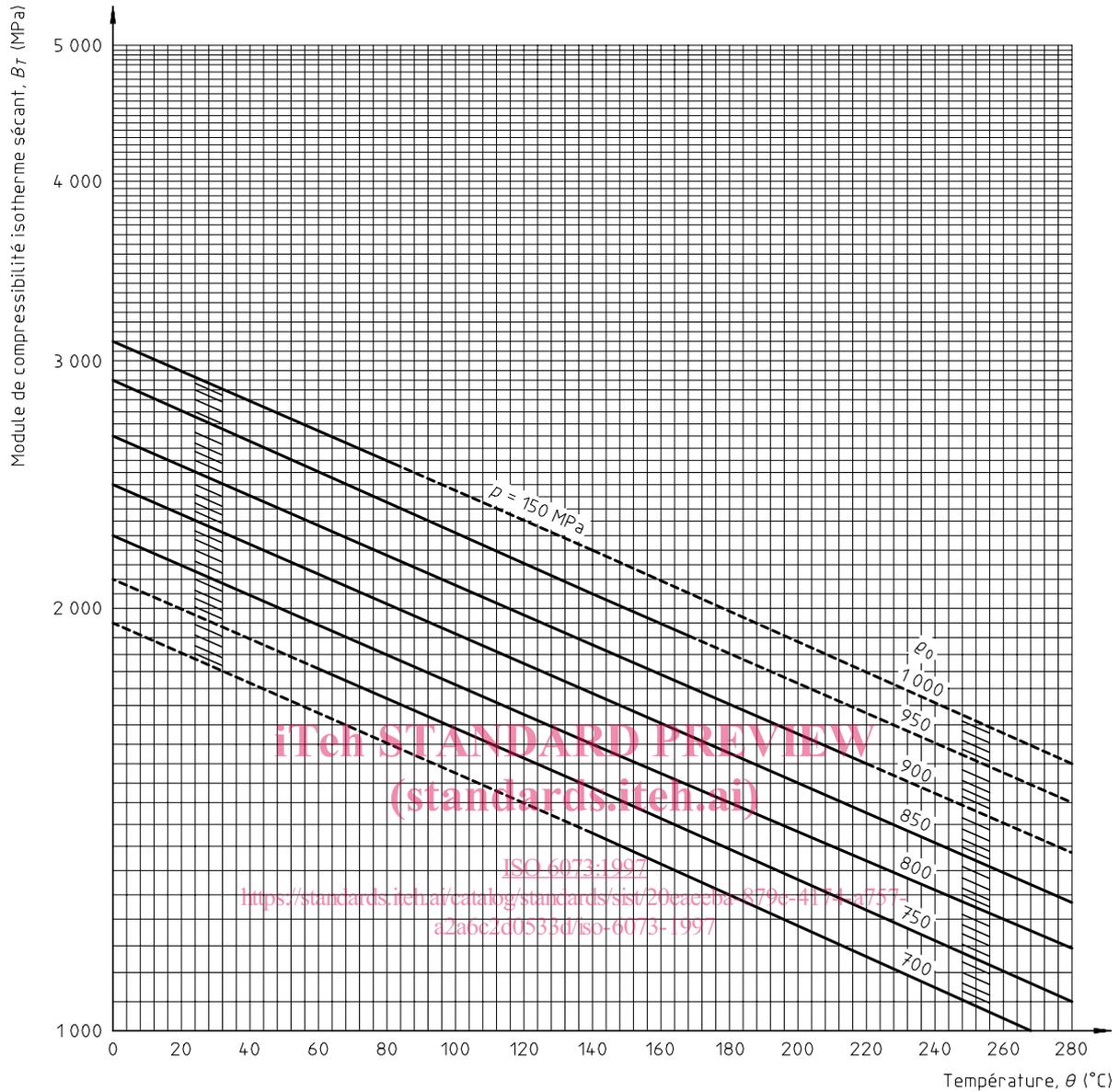
La fidélité de la présente Norme internationale n'a pas été déterminée d'après l'ISO 4259 étant donné que les formules ont été établies à partir d'une régression sur plusieurs centaines de points expérimentaux sur une large gamme de fluides pétroliers et d'hydrocarbures purs. La fidélité dépendra, dans une certaine mesure, de la fidélité de la méthode choisie pour la masse volumique (voir 6.1) et de l'exactitude et de l'interprétation des chiffres.

Une estimation de l'exactitude a été effectuée en utilisant une matrice de 200 points expérimentaux, sur 10 fluides, pour une gamme de température allant d'environ 40 °C à environ 200 °C, et pour des pressions allant de la pression atmosphérique à 690 MPa. On a obtenu une gamme de modules de compressibilité volumique pour ces fluides allant de 900 MPa à 3 500 MPa. La matrice a donné une erreur moyenne de  $\pm 0,84$  % et un écart-type de 10,07 MPa.

## 10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir au moins les indications suivantes:

- a) une référence à la présente Norme internationale, c'est-à-dire ISO 6073:1997;
- b) le type et l'identification complète du produit soumis à l'essai;
- c) les résultats de l'essai (voir article 8); [ISO 6073:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/20eaceba-879e-4174-a757-019240534104/iso-6073-1997)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/20eaceba-879e-4174-a757-019240534104/iso-6073-1997>
- d) toute modification au mode opératoire prescrit, résultant d'un accord ou d'autres circonstances;
- e) la date de l'essai.



NOTE — Les lignes en trait interrompu indiquent les zones pour lesquelles les relations sont moins bien définies.

Figure 1 — Courbe de module de compressibilité sécant à la pression relative de 150 MPa en fonction de la température et de la masse volumique des huiles minérales

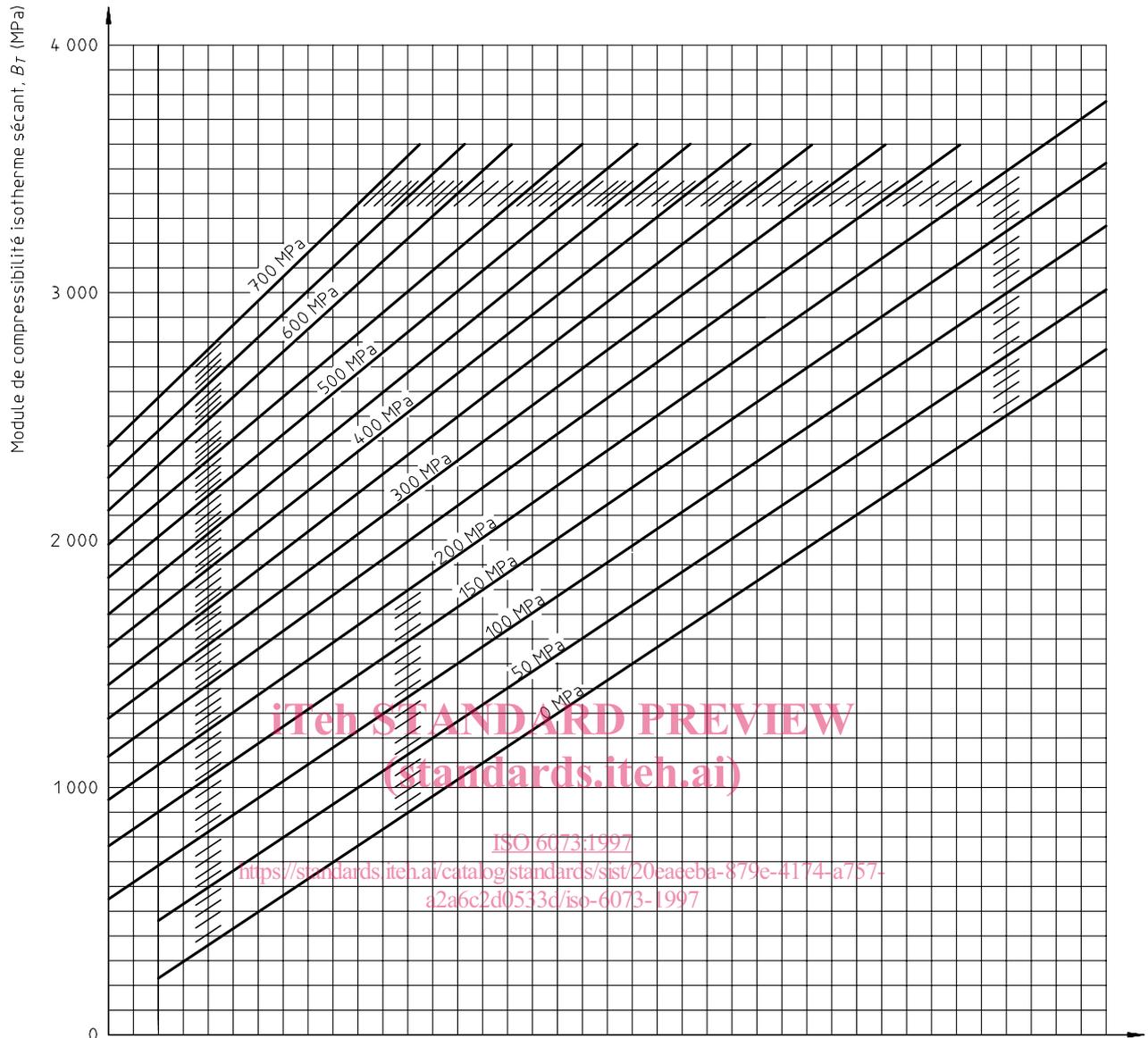


Figure 2 — Courbe de module de compressibilité sécant en fonction de la pression des huiles minérales