

# NORME INTERNATIONALE

ISO  
4392-1

Première édition  
1988-04-15



---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION  
ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION  
МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

---

## **Transmissions hydrauliques — Détermination des caractéristiques des moteurs —**

### **Partie 1:**

### **Essai à pression constante et basse vitesse constante**

*Hydraulic fluid power — Determination of characteristics of motors —*

*Part 1: At constant low speed and at constant pressure*

## 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 approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4392-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 131, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques*.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

# Transmissions hydrauliques — Détermination des caractéristiques des moteurs —

## Partie 1:

### Essai à pression constante et basse vitesse constante

#### 0 Introduction

Dans les systèmes de transmissions hydrauliques, l'énergie est transmise et commandée par l'intermédiaire d'un liquide sous pression circulant en circuit fermé.

Les moteurs hydrauliques sont des appareils transformant l'énergie hydraulique en énergie mécanique (généralement mouvement de rotation).

#### 1 Objet et domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4392 décrit une méthode pour déterminer les caractéristiques à basse vitesse des moteurs volumétriques rotatifs à cylindrée fixe ou variable.

Cette méthode implique des essais à des basses vitesses qui peuvent créer des phénomènes périodiques ayant une influence significative sur le couple de sortie en régime permanent et affecter le système auquel le moteur est connecté.

La précision des mesures se divise en trois classes A, B et C explicitées dans l'annexe.

#### 2 Références

ISO 1219, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Symboles graphiques.*

ISO 3448, *Lubrifiants liquides industriels — Classification ISO selon la viscosité.*

ISO 4391, *Transmissions hydrauliques — Pompes, moteurs et variateurs — Définitions des grandeurs et lettres utilisées comme symboles.*

ISO 4409, *Transmissions hydrauliques — Pompes, moteurs et variateurs volumétriques — Méthodes d'essai pour la détermination du fonctionnement en régime permanent.*

ISO 5598, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Vocabulaire.*

#### 3 Définitions

Dans le cadre de la présente partie de l'ISO 4392, les définitions données dans l'ISO 4391 et l'ISO 5598 et la définition qui suit sont applicables.

**cycle complet:** Mouvement angulaire total de l'arbre de sortie du moteur nécessaire pour qu'un enregistrement du couple ou du débit de fuite se répète. Dans la plupart des moteurs celui-ci est de 360°, quoique parfois, dans certains moteurs à engrenages, il puisse être de plusieurs fois 360°.

#### 4 Symboles

**4.1** Les symboles littéraux des grandeurs physiques utilisés dans la présente partie de l'ISO 4392 ainsi que leurs indices, sont conformes à l'ISO 4391.

**4.2** Les symboles graphiques représentés à la figure sont conformes à l'ISO 1219.

#### 5 Installation d'essai

##### 5.1 Circuit hydraulique d'essai

**5.1.1** Un circuit hydraulique d'essai semblable à celui représenté à la figure doit être utilisé.

##### NOTES

1 Bien que la figure représente un circuit d'essai pour moteur bidirectionnel, le même circuit convenablement modifié peut servir pour des moteurs unidirectionnels.

2 Une pompe de gavage additionnelle peut être nécessaire pour les essais de moteurs à pistons.

3 Le circuit représenté à la figure n'indique pas toutes les sécurités nécessaires pour éviter les dangers en cas de rupture d'un composant. Le responsable des essais prendra les mesures nécessaires à la protection du personnel et de l'équipement.

**5.1.2** Une source d'alimentation en fluide (1a et 1b) doit être utilisée et un limiteur de pression (2a et 2b) doit être installé, lesquels remplissent les prescriptions de 8.2.

**5.1.3** Un circuit de traitement du fluide, qui assure la filtration nécessaire pour protéger le moteur en essai et les autres composants et qui maintienne la température du fluide à la valeur spécifiée dans le chapitre 7, doit être installé.

**5.1.4** Si le moteur est équipé d'un drain de carter, celui-ci devra être branché à la ligne de retour afin de mesurer le débit total [voir 5.3.1 a)].

Si la pression limite du carter devait être dépassée dans l'application de la méthode ci-devant, le débit de fuite du carter et le débit dans la ligne de retour du moteur devront être mesurés séparément.

**5.1.5** En variante de 5.1.4, un débitmètre haute pression [voir 5.3.1 c)] peut être utilisé sur la ligne d'entrée du moteur pour mesurer le débit total.

**5.1.6** Les orifices du moteur en essai doivent être connectés au circuit hydraulique de sorte que la rotation de l'arbre moteur se fasse dans le sens de la charge à vitesse constante.

## 5.2 Installation d'essai

**5.2.1** Une installation comprenant un circuit conforme à 5.1 et l'équipement représenté à la figure doit être utilisée.

**5.2.2** Un système de verrouillage doit être monté sur les moteurs à cylindrée réglable en continu pour éviter un changement intempestif de cylindrée pendant la phase utile de l'essai.

## 5.3 Appareils de mesure

**5.3.1** Des appareils de mesure doivent être choisis et mis en place pour mesurer les paramètres suivants :

- le débit total sortant du moteur (voir 5.1.4);
- les températures à l'entrée et à la sortie;
- les pressions d'entrée et de sortie;
- le débit d'entrée (voir 5.1.5);
- le couple de sortie;
- la vitesse et la position angulaire de l'arbre.

**5.3.2** Les erreurs systématiques des instruments doivent être compatibles avec la classe de mesurage choisie (voir l'annexe).

**5.3.3** Des enregistreurs capables de résoudre des signaux à des fréquences dix fois supérieures à la plus haute fréquence attendue lors des essais doivent être choisis et installés.

## 6 Mesures avant l'essai

**6.1** Employer les données du fabricant ou autres données connues pour

- déterminer le couple nominal (géométrique ou théorique),  $T_{g,n}$  ou  $T_{i,n}$ , basé sur la cylindrée géométrique ou théorique à la pression nominale, à l'aide de la formule

$$T_{g,n} = \frac{\Delta p_n \times V_g}{2\pi}$$

ou

$$T_{i,n} = \frac{\Delta p_n \times V_i}{2\pi}$$

où

$\Delta p_n$  est la pression différentielle,

$V_g$  est le volume engendré géométrique,

$V_i$  est le volume engendré mesuré;

- déterminer le nombre d'impulsions de cylindrée par révolution de l'arbre moteur, celui-ci prenant en compte tout réducteur pouvant affecter la fréquence;

- déterminer la fréquence fondamentale,  $f_e$ , exprimée en hertz, à l'aide de la formule

$$f_e = \frac{n_e}{60} \times \text{nombre d'impulsions par révolution}$$

où

$n_e$  est la vitesse d'essai en minutes à la puissance moins un;

le nombre d'impulsions par révolution est pris de 6.1 b).

**6.2** Utiliser la vitesse nominale,  $n_n$ , recommandée par le fabricant pour déterminer le débit idéal (géométrique ou théorique)  $q_{Vg,n}$  ou  $q_{Vi,n}$  à la vitesse nominale, à l'aide de la formule :

$$q_{Vg,n} = n_n \times V_g$$

ou

$$q_{Vi,n} = n_n \times V_i$$

**6.3** Mesurer la viscosité du fluide conformément à l'ISO 3448.

**6.4** Estimer le couple maximal de sortie que peut fournir le moteur pendant l'essai d'après le couple nominal  $T_{g,n}$  ou  $T_{i,n}$  déterminé en 6.1 a).

## 7 Conditions d'essai

Les conditions d'essai suivantes doivent s'appliquer :

- a) température du fluide,  $\theta$ , à l'entrée du moteur: soit 50 °C, soit 80 °C;
- b) pressions d'entrée: 100 % et 50 % de la pression nominale;
- c) vitesse de l'arbre de sortie: vitesse minimale recommandée par le constructeur dans une direction donnée, ou, si on ne la connaît pas,  $1 \text{ min}^{-1}$ ;
- d) cylindrée: pour les moteurs à cylindrée variable, le maximum possible et le minimum recommandé par le fabricant.

## 8 Mode opératoire d'essai

**8.1** Brancher les instruments pour enregistrer la pression différentielle (ou les pressions d'entrée et de sortie), le couple de sortie et le débit total (voir en 5.1.5 le cas où la pression de sortie excède la limite de sécurité).

NOTE — Avant le début de l'essai, remplir la carcasse du moteur avec le fluide, si son amorçage l'impose.

**8.2** Maintenir les pressions d'entrée et de sortie mesurées constantes avec une tolérance égale à la plus grande des deux valeurs suivantes:  $\pm 2 \%$  ou  $1 \text{ bar}^{(1)}$  (0,1 MPa).

**8.3** Maintenir la vitesse de sortie de l'arbre constante à  $\pm 2 \%$  de sa valeur moyenne.

**8.4** Maintenir la température du fluide mesurée à l'entrée à  $\pm 2 \text{ °C}$  pendant la durée d'un enregistrement, ou bien vérifier que les données ne sont enregistrées que pendant les périodes où la température se maintient dans ces limites.

**8.5** Établir l'équilibre thermique avant de commencer les mesurages.

NOTE — On peut par exemple procéder comme suit :

- a) débrancher le moteur de la charge à vitesse constante;
- b) faire tourner le moteur à sa vitesse nominale en maintenant constante la température d'entrée du fluide jusqu'à ce que la température de sortie soit stabilisée;
- c) remettre la charge et enregistrer les données pour la combinaison souhaitée de valeurs d'essai.

**8.6** Faire des enregistrements séparés de chacun des paramètres de 8.1 pour chaque combinaison de valeurs spécifiées de la pression différentielle, de la température d'entrée, de la cylindrée et du sens de rotation.

**8.7** Enregistrer pendant autant de révolutions qu'il est nécessaire pour avoir un cycle complet.

**8.8** Noter les valeurs réellement mesurées et les valeurs spécifiées des différents paramètres.

**8.9** Noter toute tendance du moteur à fonctionner par à-coups ou de manière non uniforme.

**8.10** Si on utilise des appareils à enregistrement numérique, choisir une plage de mesure qui assure que les valeurs maximales et minimales de fuite et du couple déterminées par un pré-essai peuvent être prises en compte avec une confiance de 95 %.

**8.11** Souligner sur les enregistrements les indices d'une tendance à gêner la reproductibilité du couple ou du débit de fuite.

## 9 Expression des résultats

NOTE — Se référer au chapitre 4 pour l'explication des symboles et indices.

**9.1** Déterminer le débit-volume passant à travers le moteur d'essai pour chaque enregistrement, à des positions choisies de l'arbre,  $q_{V_e, \varphi}$ , réparties de façon uniforme sur un cycle complet.

Noter que dans la formule

$$q_{V_e, \varphi} = \frac{\omega}{2\pi} V_{i, \varphi} + q_{V_s, \varphi}$$

du fait de la très faible valeur de la vitesse angulaire,  $\omega = 2\pi n$ , l'influence des pertes volumétriques à des positions choisies de l'arbre,  $q_{V_s, \varphi}$ , est prépondérante :

$V_{i, \varphi}$  est le volume engendré mesuré à des positions choisies de l'arbre.

**9.2** Calculer le débit moyen sur un tour complet à l'aide de la formule

$$q_{V_e, \text{ma}} = \frac{q_{V_e, \varphi 1} + q_{V_e, \varphi 2} + q_{V_e, \varphi 3} + \dots + q_{V_e, \varphi z}}{z}$$

où

les indices  $\varphi 1, \varphi 2, \varphi 3 \dots \varphi z$  sont les différentes positions choisies de l'arbre;

$z$  est le nombre de lectures par tour.

**9.3** Calculer l'irrégularité du débit pour chaque position choisie de l'arbre,  $\Delta q_{V_e, \varphi}$ , à l'aide de la formule

$$\Delta q_{V_e, \varphi} = |q_{V_e, \text{ma}} - q_{V_e, \varphi}|$$

1)  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ;  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

**9.4** Calculer l'irrégularité moyenne de débit sur un cycle complet,  $\Delta q_{V_e,ma}$ , à l'aide de la formule

$$\Delta q_{V_e,ma} = \frac{\Delta q_{V_e,\varphi 1} + \Delta q_{V_e,\varphi 2} + \Delta q_{V_e,\varphi 3} + \dots + \Delta q_{V_e,\varphi z}}{z}$$

**9.5** Déterminer l'indice d'irrégularité de débit,  $Ir_{qV}$ , à l'aide de la formule

$$Ir_{qV} = \frac{\Delta q_{V_e,ma}}{q_{V_e,ma}}$$

ou

$$Ir_{qV} = \frac{|q_{V_e,ma} - q_{V_e,\varphi 1}| + |q_{V_e,ma} - q_{V_e,\varphi 2}| + \dots + |q_{V_e,ma} - q_{V_e,\varphi z}|}{q_{V_e,\varphi 1} + q_{V_e,\varphi 2} + \dots + q_{V_e,\varphi z}}$$

**9.6** Calculer le rendement volumétrique moyen,  $\eta_{v,ma}$ , pour un minimum de un tour de moteur, à l'aide de la formule

$$\eta_{v,ma} = \frac{V_{i,ma} \times \frac{\omega}{2\pi}}{q_{V_e,ma}}$$

où

$V_{i,ma}$  est le volume engendré moyen mesuré;

$\omega$  est la vitesse angulaire;

$q_{V_e,ma}$  est le débit-volume moyen.

**9.7** Calculer l'amplitude relative des variations de débit, de crête à crête,  $\delta q_{V_e}$ , à l'aide de la formule

$$\delta q_{V_e} = \frac{q_{V_e,max} - q_{V_e,min}}{q_{V_e,ma}}$$

**9.8** Déterminer le couple de sortie du moteur pour chaque enregistrement aux positions choisies de l'arbre,  $T_{e,\varphi}$ , également réparties sur un tour, à l'aide de la formule

$$T_{e,\varphi} = \Delta p \times \frac{V_{i,\varphi}}{2\pi} - T_{s,\varphi}$$

où

$\Delta p$  est la pression différentielle;

$V_{i,\varphi}$  est le volume engendré mesuré à des positions choisies de l'arbre;

$T_{s,\varphi}$  sont les pertes de moment à des positions choisies de l'arbre.

**9.9** Calculer le couple moyen,  $T_{e,ma}$ , sur un tour, à l'aide de la formule

$$T_{e,ma} = \frac{T_{e,\varphi 1} + T_{e,\varphi 2} + T_{e,\varphi 3} + \dots + T_{e,\varphi z}}{z}$$

**9.10** Calculer l'irrégularité du couple pour chaque position choisie de l'arbre,  $\Delta T_{e,\varphi}$ , à l'aide de la formule

$$\Delta T_{e,\varphi} = T_{e,ma} - T_{e,\varphi}$$

**9.11** Calculer l'irrégularité moyenne du couple,  $T_{e,ma}$ , sur un cycle complet, à l'aide de la formule

$$\Delta T_{e,ma} = \frac{\Delta T_{e,\varphi 1} + \Delta T_{e,\varphi 2} + \Delta T_{e,\varphi 3} + \dots + \Delta T_{e,\varphi z}}{z}$$

**9.12** Déterminer l'indice d'irrégularité du couple,  $Ir_T$ , à l'aide de la formule

$$Ir_T = \frac{\Delta T_{e,ma}}{T_{e,ma}}$$

ou

$$Ir_T = \frac{|T_{e,ma} - T_{e,\varphi 1}| + |T_{e,ma} - T_{e,\varphi 2}| + \dots + |T_{e,ma} - T_{e,\varphi z}|}{T_{e,\varphi 1} + T_{e,\varphi 2} + \dots + T_{e,\varphi z}}$$

**9.13** Calculer le rendement hydromécanique moyen,  $\eta_{hm,ma}$ , à l'aide de la formule

$$\eta_{hm,ma} = \frac{T_{e,ma}}{\Delta p \times \frac{V_i}{2\pi}}$$

**9.14** Calculer l'amplitude relative de variation du couple (de crête à crête),  $\delta T_e$ , à l'aide de la formule

$$\delta T_e = \frac{T_{e,max} - T_{e,min}}{T_{e,ma}}$$

## 10 Procès-verbal d'essai

### 10.1 Généralités

Toutes les valeurs relevées à chaque vitesse d'essai et pression d'essai et notamment les données de 10.3 doivent figurer dans un procès-verbal d'essai.

### 10.2 Présentation des valeurs relevées

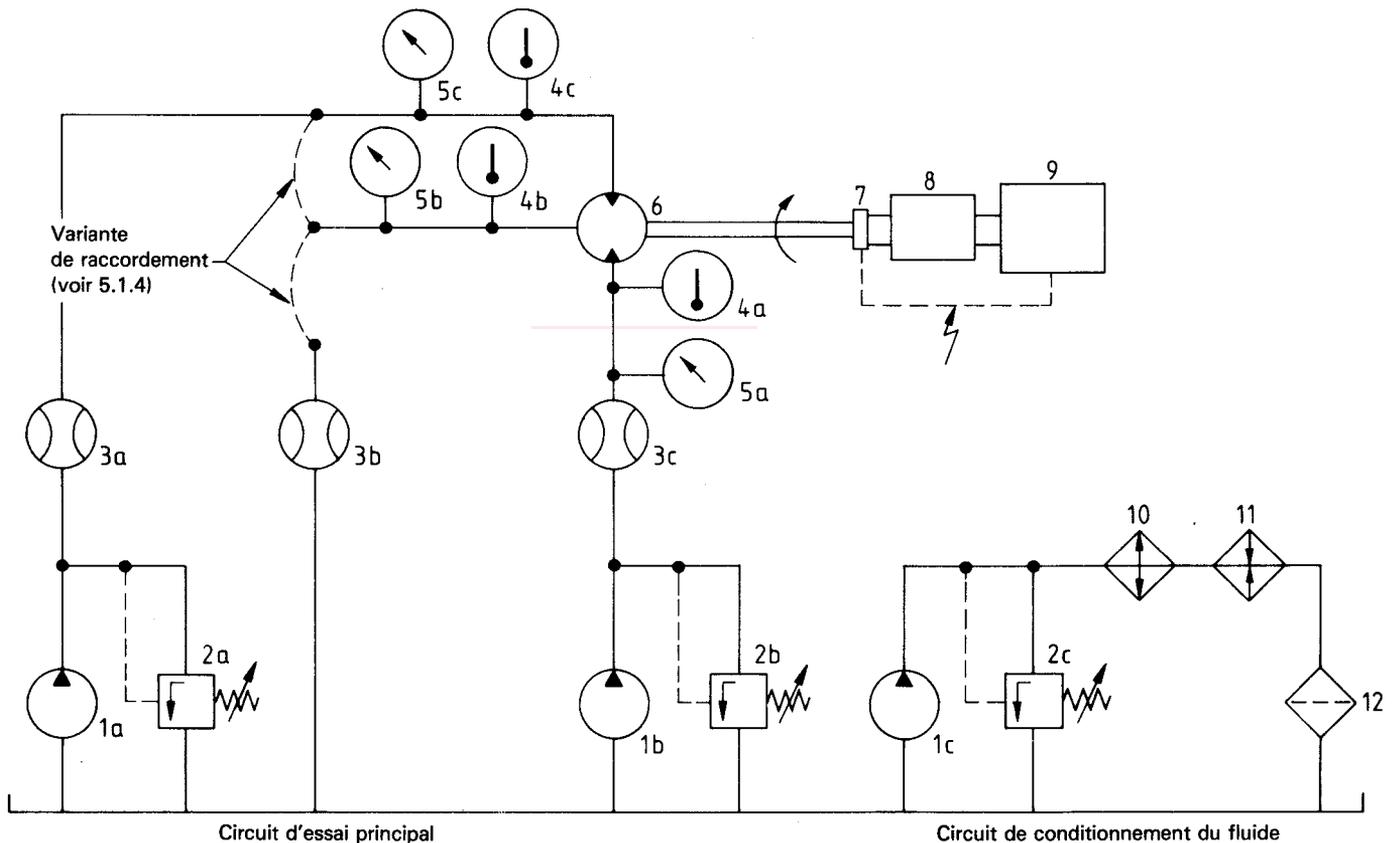
Les mesures obtenues et les résultats de calculs doivent être présentés sous forme de tableaux et, quand c'est possible, sous forme de graphiques.

10.3 Données d'essai

Les données d'essai suivantes doivent figurer dans le procès-verbal:

- a) une description du moteur;
- b) la classe de mesure (voir l'annexe);
- c) une description du circuit hydraulique d'essai et des composants;
- d) une description du fluide d'essai;
- e) la viscosité du fluide (voir 6.3);
- f) la température du fluide,  $\theta$  [voir 7 a)];
- g) le débit en fonction de l'angle de rotation à vitesse et pression constantes;
- h) le couple en fonction de l'angle de rotation à vitesse, pression et température constantes;

- i) le volume engendré géométrique,  $V_g$ , ou le volume engendré mesuré,  $V_i$ ;
- j) le débit moyen sur un cycle complet,  $q_{V,ma}$  (voir 9.2);
- k) l'irrégularité moyenne de débit sur un cycle complet,  $\Delta q_{V,ma}$  (voir 9.4);
- l) l'indice d'irrégularité de débit  $I_{r_{qV}}$  (voir 9.5);
- m) le rendement volumétrique à  $1 \text{ min}^{-1}$ ,  $\eta_{v,ma}$  (voir 9.6);
- n) l'amplitude relative maximale de variation de débit,  $\delta q_{Vg}$  (voir 9.7);
- o) le couple moyen sur un cycle complet,  $T_{e,ma}$  (voir 9.9);
- p) l'irrégularité moyenne du couple sur un cycle complet,  $\Delta T_{e,ma}$  (voir 9.11);
- q) l'indice d'irrégularité du couple  $I_{r_T}$  (voir 9.12);
- r) le rendement hydromécanique moyen  $\eta_{hm,ma}$  (voir 9.13);
- s) l'amplitude relative maximale de variation du couple,  $\delta T_g$  (voir 9.14).



Légende

- |            |                       |    |  |
|------------|-----------------------|----|--|
| 1a, 1b, 1c | Pompes de circulation | 7  | Commande de vitesse et d'angle d'arbre |
| 2a, 2b, 2c | Limiteurs de pression | 8  | Transmetteur de couple                 |
| 3a, 3b, 3c | Débitmètres           | 9  | Charge à vitesse constante             |
| 4a, 4b, 4c | Thermomètres          | 10 | Refroidisseur                          |
| 5a, 5b, 5c | Manomètres            | 11 | Chauffage                              |
| 6          | Moteur à l'essai      | 12 | Filtre                                 |

Figure — Circuit d'essai hydraulique type pour moteur bidirectionnel