
**Transmissions hydrauliques —
Détermination des niveaux d'onde de
pression engendrés dans les circuits et
composants —**

Partie 1:

Méthode de précision pour les pompes

ISO 10767-1:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/12c69e87-04f7-4ff8-98fe->

[b5d1c2a35f58/iso-10767-1-1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/12c69e87-04f7-4ff8-98fe-b5d1c2a35f58/iso-10767-1-1996)

*Hydraulic fluid power — Determination of pressure ripple levels generated
in systems and components —*

Part 1: Precision method for pumps



Sommaire

	Page
1 Domaine d'application	1
2 Définitions	1
3 Instruments	2
4 Installation de la pompe	2
5 Conditions d'essai	3
6 Montage d'essai	3
7 Mode opératoire d'essai	7
8 Rapport d'essai	8
9 Phrase d'identification (Référence à la présente partie de l'ISO 10767)	10

Annexes

A Erreurs et classes de mesurage	11
B Algorithmes de compression de données	12
C Sources de logiciels de compression de données	22
D Bibliographie	23

© ISO 1996

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

Imprimé en Suisse

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 10767-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 131, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques*, sous-comité SC 8, *Essais des produits et contrôle de la contamination*.

L'ISO 10767 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Transmissions-hydrauliques — Détermination des niveaux d'onde de pression engendrés dans les circuits et composants*:

- *Partie 1: Méthode de précision pour les pompes*
- *Partie 2: Méthode simplifiée pour les pompes*
- *Partie 3: Méthode pour les moteurs*

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente partie de l'ISO 10767. Les annexes C et D sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

Dans les systèmes de transmissions hydrauliques, l'énergie est transmise et commandée par un liquide sous pression circulant en circuit fermé. Les pompes volumétriques sont des composants qui convertissent la puissance mécanique rotative en transmission hydraulique. Pendant le processus de conversion de la puissance mécanique en puissance hydraulique, des fluctuations d'écoulement et de pression et des vibrations transmises par la structure sont engendrées.

Ces vibrations transmises par le fluide et par la structure, qui sont engendrées principalement par l'écoulement instable produit par la pompe, sont transmises au travers du système à des niveaux qui dépendent des caractéristiques de la pompe et du circuit. Ainsi, la détermination de l'onde de pression engendrée par une pompe est compliquée par l'interaction entre la pompe et le circuit. La méthode adoptée pour mesurer les niveaux d'onde de pression d'une pompe doit, par conséquent, être telle qu'elle élimine cette interaction.

La technique de mesurage décrite dans la présente partie de l'ISO 10767 isole l'onde de pression et/ou d'écoulement de la pompe des effets de ces interactions de circuit, par un processus mathématique de mesurages d'onde de pression (voir références [1] à [8]). On obtient un facteur de mérite pour la pompe, qui permet à des pompes de types et de fabrication différents d'être comparées en tant que générateurs d'onde de pression. Cela permet au concepteur de la pompe d'évaluer l'effet des modifications de conception sur les niveaux d'onde de pression produits par la pompe en fonctionnement. Cela permet également au concepteur du système hydraulique d'éviter de choisir des pompes dont les niveaux d'onde de pression sont élevés.

Cette méthode est basée sur l'application d'une théorie de ligne de transmission d'ondes planes à l'analyse des fluctuations de pression dans des systèmes hydrauliques [9]. En évaluant les caractéristiques de l'impédance du circuit dans lequel la pompe refoule et l'impédance de la pompe elle-même, il est possible d'isoler l'onde d'écoulement et/ou l'onde de pression de la source de la pompe des interactions du circuit. Les caractéristiques de l'impédance du circuit peuvent être évaluées en analysant les mesurages d'onde de pression en deux ou plusieurs endroits le long d'une tuyauterie, lorsque la tuyauterie est raccordée à l'orifice de refoulement de la pompe. Cependant, afin de caractériser entièrement l'impédance du système, il n'est pas suffisant de mesurer l'onde de pression engendrée par la pompe seule, car des informations insuffisantes sont disponibles pour que l'impédance de la pompe soit évaluée. La méthode de la source secondaire utilise une autre source d'onde de pression à l'extrémité opposée de la conduite de refoulement. Le mesurage de cette onde de pression permet à l'impédance de la source de la pompe d'être évaluée. Des informations suffisantes sont alors disponibles pour évaluer l'onde d'écoulement et l'onde de pression de la source de la pompe.

En raison de la complexité de l'analyse, un traitement de données est effectué, de préférence en utilisant un ordinateur numérique. Des logiciels appropriés sont disponibles à partir de deux sources (voir annexe C).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10767-1:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/12c69e87-04f7-4ff8-98fe-b5d1c2a35f58/iso-10767-1-1996)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/12c69e87-04f7-4ff8-98fe-b5d1c2a35f58/iso-10767-1-1996>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10767-1:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/12c69e87-04f7-4ff8-98fe-b5d1c2a35f58/iso-10767-1-1996>

Transmissions hydrauliques — Détermination des niveaux d'onde de pression engendrés dans les circuits et composants —

Partie 1:

Méthode de précision pour les pompes

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10767 prescrit une méthode de détermination d'une valeur nominale des niveaux d'onde d'écoulement de la source, d'impédance de la source et d'onde de pression, engendrés par des pompes hydrauliques volumétriques. Les valeurs nominales sont obtenues sous la forme de

- a) l'amplitude d'onde d'écoulement de la source, en litres par seconde, sur dix harmoniques individuelles de fréquence de pompage;
- b) l'amplitude d'impédance de la source, en newtons secondes par mètre à la puissance cinq $[(N \cdot s)/m^5]$, et phase, en degrés, sur dix harmoniques individuelles de fréquence de pompage;
- c) l'amplitude d'onde de pression anéchoïque, en bars¹⁾, sur 10 harmoniques de la fréquence de pompage;
- d) l'onde de pression anéchoïque efficace globale, en bars;
- e) l'amplitude d'onde de pression acoustique de court-circuit, en bars, sur dix harmoniques de fréquence de pompage;
- f) l'onde de pression acoustique de court-circuit efficace, globale, en bars.

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

La présente partie de l'ISO 10767 est applicable à tous les types de pompes volumétriques fonctionnant dans des conditions stabilisées, indépendamment de la taille, à condition que la fréquence de pompage se situe dans la gamme de 50 Hz à 400 Hz.

2 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10767, les définitions suivantes s'appliquent.

2.1 onde d'écoulement de la source: Composant fluctuant de débit engendré à l'intérieur de la pompe, qui est indépendant des caractéristiques du circuit relié.

2.2 onde d'écoulement: Composant fluctuant de débit dans le fluide hydraulique, provoqué par l'interaction entre l'onde d'écoulement de la source et le système.

2.3 onde de pression: Composant fluctuant de pression dans le fluide hydraulique, provoqué par l'interaction entre l'onde d'écoulement de la source et le système.

2.4 onde de pression anéchoïque: Onde de pression qui serait engendrée à l'orifice de refoulement de la pompe lorsqu'elle refoule dans une tuyauterie rigide infiniment longue, de même diamètre intérieur que l'orifice de refoulement de la pompe.

2.5 onde de pression acoustique de court-circuit: Onde de pression qui serait engendrée à l'orifice de refoulement de la pompe lorsqu'elle refoule dans un circuit d'impédance infinie.

2.6 impédance: Rapport complexe de l'onde de pression avec l'onde d'écoulement se produisant à un point donné dans un système hydraulique et à une fréquence donnée.

2.7 impédance de la source: Impédance d'une pompe à l'orifice de refoulement.

2.8 harmonique: Composant sinusoïdal de l'onde de pression ou de l'onde d'écoulement se produisant à un multiple entier de la fréquence de pompage.

NOTE 1 Une harmonique peut être représentée par son amplitude et sa phase, ou bien par ses composants réels et imaginaires.

2.9 fréquence de pompage: Fréquence donnée par le produit de la fréquence de rotation de l'arbre et le nombre d'éléments de pompage sur cet arbre. Elle est exprimée en hertz.

2.10 fréquence de rotation de l'arbre: Fréquence, en hertz, donnée par la vitesse de rotation de l'arbre, en tours par minute, divisée par 60.

3 Instruments

3.1 Mesurages statiques

Les instruments utilisés pour mesurer

- le débit moyen du fluide,
- la pression moyenne du fluide,
- la vitesse de rotation de l'arbre et
- la température du fluide

doivent satisfaire aux exigences de précision de mesurage de «classe industrielle», à savoir classe C, données dans l'annexe A.

3.2 Mesurages dynamiques

Les instruments utilisés pour mesurer l'onde de pression doivent avoir les caractéristiques suivantes:

- fréquence de résonance ≥ 30 kHz;
- linéarité $< \pm 1$ %.

Il est inutile que les instruments réagissent à une pression de régime permanent, et il peut être avantageux de filtrer tout composant de signal de régime permanent en utilisant un filtre passe-haut. Ce filtre ne doit pas introduire une amplitude ou une erreur de phase supplémentaire qui dépasse 1 % ou 2 %, respectivement, à la fréquence de pompage.

3.3 Analyse de fréquence de l'onde de pression

Un instrument approprié doit être utilisé pour mesurer l'amplitude et la phase de l'onde de pression, sur au moins dix harmoniques de la fréquence de pompage.

L'instrument doit pouvoir mesurer l'onde de pression depuis deux ou trois capteurs de pression (6.7), de façon que, pour une harmonique particulière, les mesurages effectués à partir de chaque capteur soient synchronisés dans le temps les uns par rapport aux autres. Cela peut être obtenu en échantillonnant l'onde de pression depuis chaque capteur de pression simultanément ou en échantillonnant chaque capteur de pression séparément mais par rapport à un signal de déclenchement obtenu depuis une référence fixe sur l'arbre de la pompe ou l'entraînement de la source secondaire, celui qui convient.

L'instrument doit avoir une précision et une résolution pour les mesurages d'harmoniques comme suit, sur la gamme de fréquences 50 Hz à 4 000 Hz:

- amplitude de ± 1 %;
- phase de $\pm 1^\circ$;
- fréquence de $\pm 0,5$ %.

La conformité aux tolérances ci-dessus entraînera une incertitude dans la valeur nominale d'onde de pression efficace globale de ± 10 %.

4 Installation de la pompe

4.1 Généralités

La pompe doit être installée dans la position recommandée par le fabricant et montée de façon telle que la réaction du montage à la vibration de la pompe soit minimisée.

4.2 Vibration de l'entraînement

Le moteur d'entraînement et les accouplements associés ne doivent pas engendrer de vibration torsionnelle de l'arbre de la pompe. Si nécessaire, la pompe et l'unité d'entraînement doivent être isolées

l'une de l'autre pour éliminer la vibration engendrée par le moteur d'entraînement.

4.3 Signal de référence

Un moyen de produire un signal de référence à la rotation de l'arbre de la pompe doit être inclus. Le signal doit être une impulsion électrique survenant une fois par révolution, avec des flancs montants et descendants distincts. Ce signal est utilisé comme mesure de la vitesse de rotation de l'arbre et peut être utilisé, si nécessaire, pour fournir une référence de phase et/ou un signal de déclenchement pour l'instrument d'analyse de l'onde de pression.

5 Conditions d'essai

5.1 Généralités

Les conditions de fonctionnement exigées doivent être conservées tout au long de chaque essai, dans les limites prescrites dans le tableau 1.

Tableau 1 — Écart admissible dans des conditions d'essai

Paramètre d'essai	Écart admissible
Écoulement moyen	± 2 %
Pression moyenne	± 2 %
Fréquence moyenne de rotation de l'arbre	± 1 %
Température	± 2 °C

5.2 Température du fluide

La température du fluide doit être celle mesurée à l'aspiration de la pompe.

5.3 Masse volumique et viscosité

La masse volumique et la viscosité du fluide doivent être connues avec une précision contenue dans les limites prescrites dans le tableau 2.

Tableau 2 — Précision exigée concernant les données de propriété du fluide

Propriété	Précision exigée
Masse volumique ¹⁾	± 2 %
Viscosité ¹⁾	± 5 %
Masse de compressibilité isentropique tangentielle ²⁾	± 5 %
1) Voir référence [10].	
2) Voir référence [11].	

5.4 Module de compressibilité

Le module de compressibilité isentropique tangentiel du fluide doit être connu avec une précision contenue dans les limites prescrites dans le tableau 2. Comme cela n'est pas toujours faisable, B.4.2 détaille une méthode par laquelle le module de compressibilité peut être évalué avec une précision suffisamment élevée.

6 Montage d'essai

6.1 Généralités

Le montage d'essai doit être installé comme représenté à la figure 18. Le montage d'essai doit comporter tous les filtres de fluide, refroidisseurs de fluide, réservoirs, soupapes de charge et toutes pompes annexes exigés pour satisfaire aux conditions de fonctionnement hydraulique de la pompe. Les caractéristiques spécifiques sont décrites de 6.2 à 6.13.

6.2 Fluide d'essai

Le type d'essai hydraulique et la qualité du filtrage doivent être conformes aux recommandations du fabricant de la pompe.

6.3 Pompe

La pompe doit être installée telle qu'elle a été livrée.

6.4 Conduite d'aspiration

Le diamètre intérieur de la conduite d'aspiration de la pompe doit être conforme aux recommandations du fabricant de la pompe. Afin d'empêcher des fuites d'air dans le circuit, il convient de faire attention lors de l'assemblage des conduites d'aspiration. La pression d'alimentation doit être conforme aux recommandations du fabricant de la pompe et, si nécessaire, une pompe relais doit être utilisée.

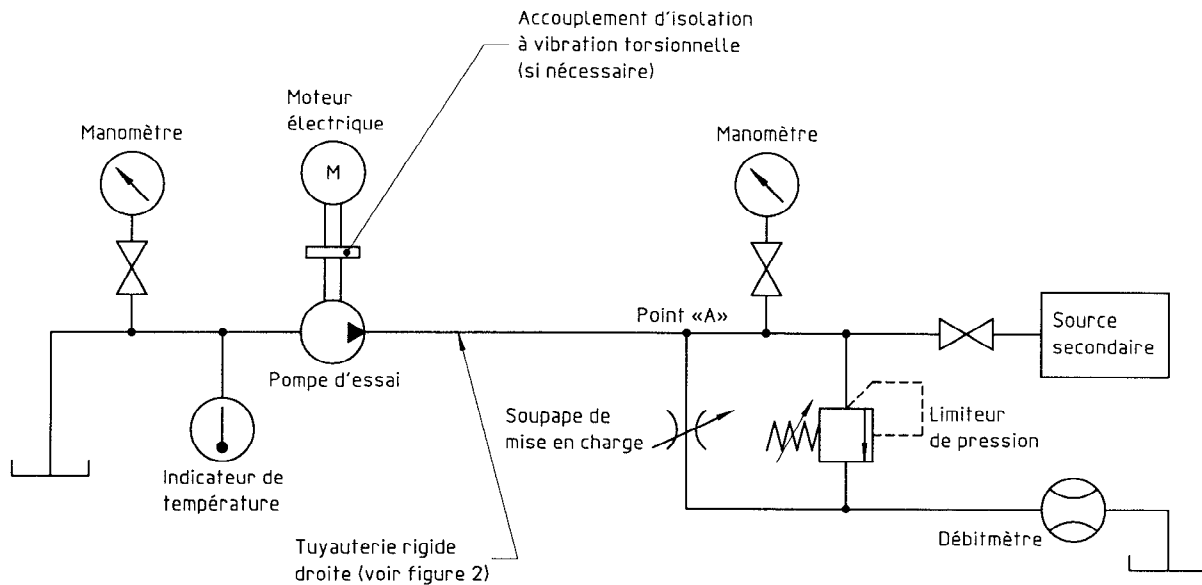


Figure 1 — Diagramme de circuit pour montage d'essai de source secondaire

iTeh STANDARD PREVIEW

6.5 Manomètre à l'aspiration

Le manomètre à l'aspiration doit être monté à la même hauteur que le raccord de l'aspiration ou doit être étalonné pour toute différence de hauteur.

6.6 Raccordement à l'orifice de refoulement de la pompe

L'adaptateur raccordant l'orifice de refoulement de la pompe à la tuyauterie de refoulement doit avoir un diamètre intérieur qui n'est pas différent du diamètre de la tuyauterie de refoulement de plus de 10 % en tout point. Ces variations dans le diamètre intérieur doivent se produire sur une longueur ne dépassant pas deux fois le diamètre intérieur de la tuyauterie. L'adaptateur doit être disposé de façon à empêcher la formation de poches d'air à l'intérieur de celle-ci. La tuyauterie de refoulement doit être montée en ligne avec l'orifice de refoulement de la pompe, sans aucun changement de sens.

6.7 Conduite de refoulement de la pompe

La tuyauterie de refoulement doit être une conduite métallique droite, rigide et uniforme. Les capteurs de

pression doivent être montés sur sa longueur, comme représenté à la figure 2. La tuyauterie doit être supportée de façon telle que la vibration de la tuyauterie soit réduite.

Les capteurs de pression doivent être montés de façon telle que leurs diaphragmes affleurent à la paroi intérieure de la canalisation à $\pm 0,5$ mm. Ni soupape ni manomètre ni tuyau flexible ne doivent être installés entre l'orifice de refoulement de la pompe et le point «A» comme représenté à la figure 1.

Deux autres spécifications sont données pour la conduite de refoulement de la pompe, selon que l'on connaît le module de compressibilité isentropique tangentiel du fluide dans les limites précisées dans le tableau 2. Ces possibilités sont connues sous le nom de «méthode 1» et «méthode 2». La méthode 1 peut être utilisée dans toutes les situations. Cependant, si le module de compressibilité isentropique tangentiel est connu dans les limites précisées dans le tableau 2, il est possible de faire des économies en utilisant la méthode 2.

Si la méthode 1 est utilisée, monter la conduite de refoulement de la pompe conformément à 6.7.1. Si l'on utilise la méthode 2, la monter conformément à 6.7.2.

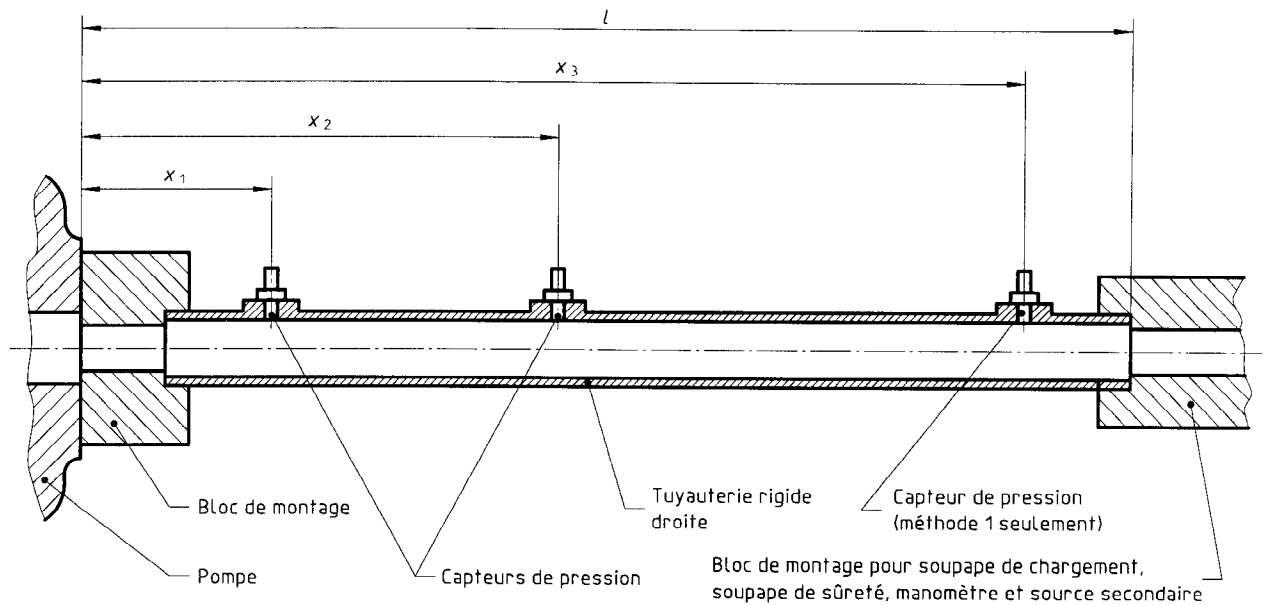


Figure 2 — Disposition de la tuyauterie de refoulement

6.7.1 Méthode 1

Trois capteurs de pression sont exigés pour cette méthode et montés comme représenté à la figure 2. Les dimensions de la tuyauterie de refoulement doivent être choisies selon la fréquence de pompage. Lorsque la série d'essais comporte une gamme de vitesses de pompe, les dimensions doivent être choisies par rapport à la fréquence de pompage minimale, $f_{0,\min}$, dans cette série. La longueur totale de la tuyauterie de refoulement, l , et la distance des capteurs de pression à la pompe, x_1 , x_2 et x_3 , sont prescrits dans le tableau 3.

Tableau 3 — Longueur de la tuyauterie et positions des capteurs: Méthode 1

Longueur de la tuyauterie et positions des capteurs	Fréquence minimale de pompage, Hz	
	$50 \leq f_{0,\min} \leq 100$	$100 < f_{0,\min} \leq 400$
x_1	0,15 m \pm 1 %	0,1 m \pm 1 %
x_2	0,85 m \pm 1 %	0,43 m \pm 1 %
x_3	1,85 m \pm 1 %	0,9 m \pm 1 %
l	au moins 2 m	au moins 1 m

6.7.2 Méthode 2

Deux capteurs de pression sont nécessaires pour cette méthode et ils doivent être montés comme représenté à la figure 2. La longueur de la tuyauterie de refoulement et les positions des capteurs de pression

doivent être choisies selon la fréquence de pompage. Lorsque la série d'essais comporte une gamme de fréquences de pompage, les dimensions doivent être choisies par rapport à la fréquence de pompage maximale dans cette série. Le rapport de vitesse maximale à minimale pour un espacement choisi de capteur ne doit pas dépasser 4:1. Si la gamme de vitesses d'une série dépasse cette limite, des espacements différents pour les capteurs sont exigés.

La distance entre les capteurs de pression doit être telle qu'elle est donnée par l'équation suivante, à 1 % près:

$$x_2 - x_1 = \frac{\sqrt{(B_{\text{eff}} \times 10^5 / \rho)}}{(67 \times f_{0,\max})}$$

où

$f_{0,\max}$ est la fréquence de pompage maximale, en hertz;

B_{eff} est le module de compressibilité effectif, en bars, (voir B.3);

ρ est la masse volumique, en kilogrammes par mètre cube.

Le premier capteur de pression doit être situé aussi près que possible de la bride de la pompe et pas plus loin que $(x_2 - x_1)$ m. La longueur l doit être au moins $(x_2 + 10d)$ m, où d est le diamètre intérieur de la tuyauterie.

6.7.3 Étalonnage des capteurs de pression

L'étalonnage des capteurs de pression et le conditionnement du signal sont nécessaires. Un étalonnage relatif doit être réalisé en montant les capteurs de pression dans un bloc commun de façon qu'ils mesurent la même onde d'essai. Ce bloc commun doit être tel que les capteurs de pression sont dans la même position axiale et pas éloignés de plus de 20 mm.

Utiliser la source secondaire (6.11) pour engendrer une onde de pression. Mesurer la relation amplitude et phase entre les capteurs de pression pour une gamme de fréquences couvrant la gamme complète concernée (7.3.2) en utilisant un capteur comme référence. Pour les capteurs piézo-résistifs, le capteur de référence peut être étalonné statiquement en utilisant, par exemple, une machine d'essai à poids mort. Si des capteurs piézo-électriques et des amplificateurs de charge sont utilisés, un capteur piézo-résistif étalonné peut être utilisé comme référence aux effets d'étalonnage dynamique. L'amplitude et les différences de phase à chaque fréquence doivent être connues à 3 % et 2° près pour la méthode 1, ou à 3 % et 0,5° pour la méthode 2. Ces différences doivent être corrigées dans les essais (voir article 7).

6.8 Distributeur de charge

Le chargement de la pompe doit être effectué en utilisant un robinet à pointe ou l'équivalent. Un distributeur ayant des pièces mobiles, comme un limiteur de pression, ne doit pas être utilisé aux effets de chargement.

6.9 Soupape de sûreté

Une soupape de sûreté peut être montée à des effets de sécurité. La soupape doit être réglée pour réduire la pression lorsque celle-ci est supérieure d'au moins 20 % à la pression d'essai moyenne.

6.10 Manomètre

Un manomètre doit être monté comme représenté à la figure 1, avec un clapet de réglage afin de réduire l'oscillation de la jauge. Autrement, il est possible d'utiliser un capteur de pression.

6.11 Source secondaire

6.11.1 Un dispositif capable d'engendrer une onde de pression doit être monté comme représenté à la figure 1.

6.11.2 L'onde de pression depuis la source secondaire doit couvrir la gamme de fréquences depuis la fréquence de pompage de la pompe d'essai jusqu'à au moins dix fois la fréquence de pompage.

6.11.3 L'onde de pression depuis la source secondaire doit avoir une forme périodique. La source secondaire doit produire soit une forme d'onde de pression multiharmonique, soit une forme d'onde de pression qui peut être balayée en étapes de fréquence discrète afin de couvrir la gamme précisée en 6.11.2. L'onde de pression doit pouvoir être mesurée à un minimum de dix fréquences sur cette gamme. Les fréquences harmoniques depuis la source secondaire ne doivent pas varier de plus de 0,5 % une fois que la condition de fonctionnement stable a été obtenue.

6.11.4 Il est nécessaire que les fréquences des composants de l'onde de pression depuis la source secondaire soient différentes de celles de la pompe d'essai, afin qu'elles puissent être mesurées sans interférence.

6.11.5 Les dispositifs suivants se trouvent parmi les dispositifs possibles qui sont adaptés à la source secondaire.

a) **Pompe volumétrique:** une pompe à piston est susceptible de fournir des composants harmoniques forts sur une gamme de fréquences plus large, par exemple, qu'une pompe à engrenages, et elle est donc sans doute plus appropriée.

b) **Système de purge intermittent,** comme un clapet à tiroir rotatif qui permet à l'écoulement de passer dans la ligne de retour pendant une partie de sa rotation.

c) **Dispositif piston et vibreur électromécanique.**

6.12 Clapet sphérique

Un clapet sphérique peut être utilisé pour isoler la source secondaire de la partie de pression élevée du circuit. Ce clapet doit être suffisamment grand pour présenter une restriction négligeable à l'écoulement lorsqu'il est ouvert, afin d'éviter une atténuation excessive de l'onde de pression depuis la source secondaire.

6.13 Montage

La tuyauterie de refoulement, les soupapes et la source secondaire doivent être montées de façon à