

---

---

**Transmissions hydrauliques —  
Évaluation des caractéristiques du bruit  
liquidien des composants et systèmes —**

**Partie 3:  
Mesurage de l'impédance hydraulique**

*Hydraulic fluid power — Determination of the fluid-borne noise  
characteristics of components and systems —  
Part 3: Measurement of hydraulic impedance*

[ISO 15086-3:2008](https://standards.iso.org/iso/15086-3:2008)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/74e63f9d-c6b1-4ce6-ac67-  
b46d404d803d/iso-15086-3-2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/74e63f9d-c6b1-4ce6-ac67-b46d404d803d/iso-15086-3-2008)



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 15086-3:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/74e63f9d-c6b1-4ce6-ac67-b46d404d803d/iso-15086-3-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/74e63f9d-c6b1-4ce6-ac67-b46d404d803d/iso-15086-3-2008>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2008

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction .....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Symboles</b> .....	3
5 <b>Conditions d'essai et exactitude de l'instrumentation</b> .....	4
5.1 <b>Conditions d'essai (écarts admissibles)</b> .....	4
5.2 <b>Fidélité de l'instrumentation</b> .....	4
6 <b>Mesurage de l'impédance d'un composant passif à un seul orifice</b> .....	5
6.1 <b>Impédance locale — Principe de mesure</b> .....	5
6.2 <b>Impédance hydraulique</b> .....	5
6.3 <b>Facteurs influant sur l'exactitude du mesurage d'impédance</b> .....	7
6.4 <b>Mesurage de l'impédance locale</b> .....	9
7 <b>Mesurage de la matrice d'admittance et de la matrice d'impédance d'un composant hydraulique passif à deux orifices</b> .....	13
7.1 <b>Définitions et principes de mesure de la matrice d'admittance et de la matrice d'impédance d'un composant hydraulique passif à deux orifices</b> .....	13
8 <b>Rapport d'essai</b> .....	22
8.1 <b>Généralités</b> .....	22
8.2 <b>Informations générales</b> .....	22
8.3 <b>Résultats d'essai</b> .....	22
9 <b>Phrase d'identification (Référence à la présente partie de l'ISO 15086)</b> .....	23
Bibliographie .....	24

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 15086-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 131, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques*, sous-comité SC 8, *Essais des produits*.

L'ISO 15086 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Transmissions hydrauliques — Évaluation des caractéristiques du bruit liquidien des composants et systèmes*:

- *Partie 1: Introduction*
- *Partie 2: Mesurage de la vitesse du son émis dans un fluide dans une tuyauterie*
- *Partie 3: Mesurage de l'impédance hydraulique*

## Introduction

Dans les systèmes de transmissions hydrauliques, l'énergie est transmise et commandée par l'intermédiaire d'un fluide sous pression circulant en circuit fermé. Le processus de transformation de l'énergie mécanique en énergie hydraulique génère un bruit liquidien (fluctuations de l'écoulement et fluctuations de la pression) qui, à son tour, engendre un bruit solidien et un bruit aérien. La transmission de ce bruit liquidien varie en fonction de l'impédance des composants installés dans le circuit hydraulique.

La présente partie de l'ISO 15086 reprend les concepts de l'ISO 15086-1 qui décrit les principes fondamentaux des méthodes de mesure permettant de déterminer les caractéristiques du bruit liquidien émis ou transmis par les circuits de transmissions hydrauliques.

L'Article 6 de la présente partie de l'ISO 15086 décrit la méthode permettant de mesurer l'impédance hydraulique d'un composant à un seul orifice (impédance hydraulique locale) alors que l'Article 7 décrit la méthode permettant de mesurer la matrice d'impédance hydraulique d'un composant hydraulique à deux orifices.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 15086-3:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/74e63f9d-c6b1-4ce6-ac67-b46d404d803d/iso-15086-3-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/74e63f9d-c6b1-4ce6-ac67-b46d404d803d/iso-15086-3-2008>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 15086-3:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/74e63f9d-c6b1-4ce6-ac67-b46d404d803d/iso-15086-3-2008>

# Transmissions hydrauliques — Évaluation des caractéristiques du bruit liquidien des composants et systèmes —

## Partie 3: Mesurage de l'impédance hydraulique

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 15086 décrit le mode opératoire de détermination des caractéristiques d'impédance des composants hydrauliques à partir de mesurages effectués par des capteurs de pression montés dans la tuyauterie.

La présente partie de l'ISO 15086 est applicable aux composants passifs, quelle que soit leur taille, fonctionnant en régime permanent sur une plage de fréquences comprise entre 10 Hz et 3 kHz.

iTeh STANDARD PREVIEW

### 2 Références normatives (standards.iteh.ai)

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 1000, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

ISO 5598, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Vocabulaire*

ISO 1219-1, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Symboles graphiques et schémas de circuit — Partie 1: Symboles graphiques en emploi conventionnel et informatisé*

ISO 15086-1:2001, *Transmissions hydrauliques — Évaluation des caractéristiques du bruit liquidien des composants et systèmes — Partie 1: introduction*

ISO 15086-2:2000, *Transmissions hydrauliques — Évaluation des caractéristiques du bruit liquidien des composants et systèmes — Partie 2: Mesurage de la vitesse du son émis dans un fluide dans une tuyauterie*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 5598 ainsi que les suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### **onde de débit**

composant fluctuant de débit dans le fluide hydraulique

#### 3.2

##### **onde de pression**

composant fluctuant de pression dans le fluide hydraulique

**3.3**  
**générateur d'impulsions à bande large**

composant hydraulique générant une onde de débit périodique et donc une onde de pression dans le circuit ou, inversement, composant hydraulique générant une onde de pression puis une onde de débit dans un circuit

**3.4**  
**fréquence fondamentale**

fréquence la plus basse d'une onde de pression (ou d'une onde de débit) prise en compte dans une analyse théorique ou mesurée à l'aide d'un instrument

EXEMPLE Une pompe hydraulique ou un moteur hydraulique ayant une fréquence de rotation de l'arbre de  $N$  tours par seconde aura par hypothèse une fréquence fondamentale de  $N$  Hz. De même, une pompe ou un moteur ayant  $k$  éléments mobiles, aura par hypothèse une fréquence fondamentale de  $Nk$  Hz dans la mesure où le comportement mesuré ne varie pas de manière significative d'un cycle à l'autre.

**3.5**  
**harmonique**

composant sinusoïdal d'un signal se produisant à un multiple entier de la fréquence fondamentale

NOTE Une harmonique peut être représentée par son amplitude et sa phase, ou bien par ses parties réelle et imaginaire

**3.6**  
**impédance**

rapport de l'onde de pression avec l'onde de débit se produisant en un point donné d'un circuit hydraulique et à une fréquence donnée

**3.7**  
**admittance**

inverse de l'impédance

**3.8**  
**impédance caractéristique**

⟨d'une tuyauterie⟩ impédance d'une tuyauterie de longueur infinie et de section transversale constante

**3.9**  
**énergie hydro-acoustique**

partie fluctuante de l'énergie dans un liquide

**3.10**  
**bruit à large bande**

énergie hydro-acoustique répartie sur tout le spectre des fréquences

**3.11**  
**symétrie d'orifice à orifice**

propriété d'un composant à deux orifices pour laquelle les caractéristiques de propagation des ondes demeurent inchangées lorsque les orifices de raccordement au circuit sont inversées

ITEH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 15086-3:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/74e63f9d-c6b1-4ce6-ac67-b46d404d803d/iso-15086-3-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/74e63f9d-c6b1-4ce6-ac67-b46d404d803d/iso-15086-3-2008>

## 4 Symboles

Les symboles utilisés dans la présente partie de l'ISO 15086 sont définis comme indiqué dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles

Symbole	Description	Unité
$A_e$	Coefficient complexe (terme de la matrice d'admittance entre le capteur PT3 et le composant 0)	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$
$A_x$	Coefficient complexe (terme de la matrice d'admittance entre les capteurs PT <sub>x</sub> et PT3)	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$
$A_{xy}$	Termes de la matrice d'admittance (pour $x$ et $y$ égaux à 1 ou 2)	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$
$B_e$	Coefficient complexe (terme de la matrice d'admittance entre le capteur PT3 et le composant 0)	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$
$B_x$	Coefficient complexe (terme de la matrice d'admittance entre les capteurs PT <sub>x</sub> et PT3)	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$
$c$	Vitesse du son dans le fluide	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
$f_{\min}$	Fréquence minimale	Hz
$f_{\max}$	Fréquence maximale	Hz
$H_{x3}$	Fonction de transfert entre les ondes de pression $P_x$ et $P_3$	—
$L$	Distance entre deux capteurs	m
$p_m$	Pression d'essai moyenne	MPa
$P_e$	Transformée de Fourier de l'onde de pression à l'orifice d'entrée du composant	Pa
$P_s$	Transformée de Fourier de l'onde de pression à l'orifice de sortie du composant	Pa
$P_x$	Transformée de Fourier de l'onde de pression à la position $x$ , où $x$ est le numéro du capteur de pression correspondant, respectivement PT1, PT2 et PT3	Pa
$P_1, P_2$ et $P_3$	Transformée de Fourier de l'onde de pression respectivement à la position du capteur de pression 1 (PT1), du capteur de pression 2 (PT2) et du capteur de pression 3 (PT3)	Pa
$Q_{e \rightarrow 0}$	Transformée de Fourier de l'onde de débit dans l'orifice d'entrée du composant (0)	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{s \rightarrow 0}$	Transformée de Fourier de l'onde de débit dans l'orifice de sortie du composant (0)	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$x$	Numéro du capteur de pression, égal à 1, 2 ou 3 correspondant, respectivement, à PT1, à PT2 et à PT3	—
$Z_e$	Impédance	
$\nu$	Viscosité cinématique	$\text{cSt}$ (1 cSt = $10^{-6} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ )
$\theta$	Phase du composant harmonique (onde de pression ou de débit selon le cas)	degrés (°)
$d\theta$	Justesse de la phase de l'analyseur de Fourier	degrés (°)

Les unités utilisées dans l'ISO 15086-3 sont conformes à l'ISO 1000.

Sauf indication contraire, les symboles graphiques sont conformes à l'ISO 1219-1.

## 5 Conditions d'essai et exactitude de l'instrumentation

### 5.1 Conditions d'essai (écarts admissibles)

#### 5.1.1 Généralités

Les conditions de fonctionnement requises doivent être maintenues pendant chaque essai dans les limites spécifiées dans le Tableau 2.

Tableau 2 — Écarts admissibles dans les conditions d'essai

Paramètre d'essai	Écart admissible
Débit moyen	$\pm 2 \%$
Pression moyenne	$\pm 2 \%$
Température	$\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

#### 5.1.2 Température du fluide

La température du fluide doit être celle mesurée à l'entrée du tube de mesure.

#### 5.1.3 Masse volumique et viscosité du fluide

La masse volumique et la viscosité du fluide doivent être connues avec une exactitude correspondant aux limites spécifiées dans le Tableau 3.

Tableau 3 — Exactitude requise des valeurs des propriétés du fluide

Propriété	Exactitude requise
Masse volumique	$\pm 2 \%$
Viscosité	$\pm 5 \%$

#### 5.1.4 Pression moyenne du fluide

La pression moyenne du fluide doit être celle mesurée à l'entrée du tube de mesure.

#### 5.1.5 Mesurage du débit moyen

Le débit moyen doit être mesuré en aval du tube de mesure (par exemple dans les cas où le débit moyen influence les termes de la matrice d'admittance ou d'impédance).

## 5.2 Fidélité de l'instrumentation

### 5.2.1 Classe d'exactitude en régime permanent

L'exactitude requise doit être conforme aux valeurs données dans l'ISO 15086-1:2001, Annexe A.

### 5.2.2 Classe d'exactitude en régime dynamique

L'exactitude requise doit être conforme aux valeurs données dans l'ISO 15086-1:2001, Annexe B.

## 6 Mesurage de l'impédance d'un composant passif à un seul orifice

### 6.1 Impédance locale — Principe de mesure

L'impédance hydraulique,  $Z_e$ , d'un composant à un seul orifice de raccordement est définie par l'Équation (1) et représentée graphiquement à la Figure 1.

$$Z_{e \rightarrow 0} = \frac{P_e}{Q_{e \rightarrow 0}} \quad (1)$$

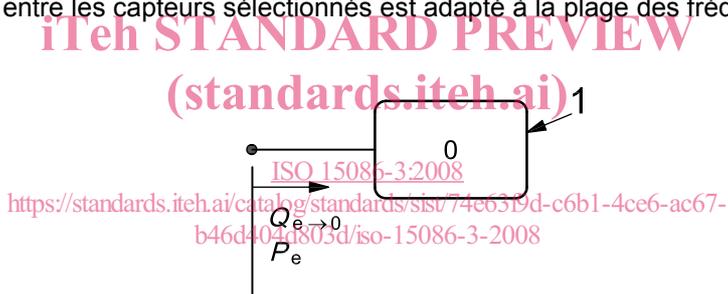
où

$P_e$  est la transformée de Fourier de l'onde de pression à l'entrée du composant;

$Q_{e \rightarrow 0}$  est la transformée de Fourier de l'onde de débit à l'entrée du composant, considérée comme positive à l'entrée dans le composant 0.

Dans les plages de fréquences élevées (> 10 Hz), aucun système adéquat n'existe pour mesurer le débit  $Q_{e \rightarrow 0}$ .

Pour pouvoir être appliquée à un écoulement pulsatoire, la présente méthode d'essai nécessite l'utilisation d'un tube hydraulique rigide équipé de capteurs de pression dynamique ayant une largeur de bande suffisante et dont l'écartement entre les capteurs sélectionnés est adapté à la plage des fréquences considérées.



#### Légende

1 composant 0

Figure 1 — Paramètres clés du mesurage de l'impédance d'un composant à un seul orifice

### 6.2 Impédance hydraulique

#### 6.2.1 Principe de mesure

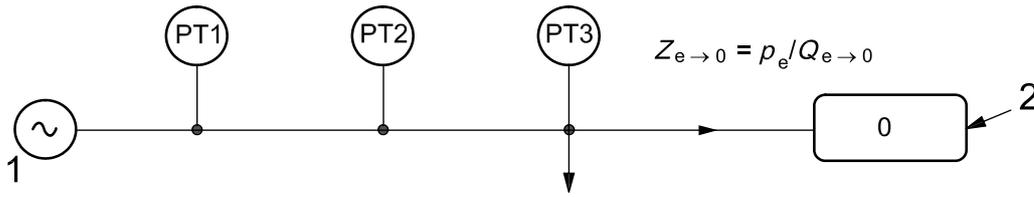
La Figure 2 illustre le principe de mesure de l'impédance,  $Z_e$ , à l'entrée du composant à un seul orifice (0).

NOTE Il est important de rappeler qu'un composant passif n'est pas en lui-même un générateur d'énergie hydro-acoustique.

Trois capteurs de pression dynamique (PT1 à PT3) sont raccordés au tube rigide constituant le tube de mesure de l'onde de débit instantané au niveau du capteur PT3.

Il est entendu que les mesures techniques appropriées ont été prises pour assurer que la vitesse du son dans le fluide est uniforme entre PT1 et PT3. Cela nécessite que la température moyenne du fluide dans le tube de mesure soit uniforme avec un écart maximal de 2 °C sur toute sa longueur.

La vitesse du son dans les tubes de mesure peut être déterminée au moyen des trois capteurs de pression, PT1 à PT3, conformément à l'algorithme décrit dans l'ISO 15086-2.



**Légende**

- 1                    générateur d'impulsions
- 2                    composant 0
- PT1, PT2, PT3    position des capteurs de pression 1, 2 et 3, respectivement

**Figure 2 — Principe de mesure de l'impédance d'un composant à un seul orifice**

**6.2.2 Algorithme simplifié de détermination de l'impédance hydraulique locale du composant**

Le débit à déterminer à l'orifice d'entrée du composant (0) est  $Q_{3 \rightarrow 0}$ .

$A_x$  et  $B_x$  sont les éléments de la matrice d'admittance décrivant le tube entre  $PT_x$  et  $PT_3$  où  $x$  est égal à 1 ou 2 selon le capteur choisi pour déterminer le débit.

$A_e$  et  $B_e$  sont les éléments de la matrice d'admittance décrivant le tube entre l'entrée du composant à orifice simple (0) et  $PT_3$ .

En se référant à l'ISO 15086-1 qui fournit les définitions de base, les relations algébriques obtenues sont indiquées dans les Équations (2) à (5) ci-dessous:

$$Q_{3 \rightarrow 0} = -Q_{3 \rightarrow x} = -(A_x P_3 + B_x P_x) \tag{2}$$

$$Q_{e \rightarrow 0} = -\frac{A_e Q_{3 \rightarrow 0}}{B_e} + (A_e^2 - B_e^2) P_3 \tag{3}$$

$$P_e = \frac{Q_{3 \rightarrow 0}}{B_e} - \frac{A_e P_3}{B_e} \tag{4}$$

$$Z_{e \rightarrow 0} = \frac{P_e}{Q_{e \rightarrow 0}} \tag{5}$$

$$= \frac{Q_{3 \rightarrow 0} - A_e P_3}{(A_e^2 - B_e^2) P_3 - A_e Q_{3 \rightarrow 0}}$$

$$= \frac{-(A_x P_3 + B_x P_x) - A_e P_3}{(A_e^2 - B_e^2) P_3 + A_e (A_x P_3 + B_x P_x)}$$

En divisant le numérateur et le dénominateur de l'Équation (5) par  $P_3$ , l'expression algébrique indiquée dans l'Équation (6) est obtenue pour le mesurage de l'impédance hydraulique  $Z_{e \rightarrow 0}$  du composant.

$$Z_{e \rightarrow 0} = \frac{-A_x - A_e - B_x \frac{P_x}{P_3}}{A_e^2 - B_e^2 + A_e A_x + A_e B_x \frac{P_x}{P_3}} \tag{6}$$

où  $x$  est égal à 1 ou 2 selon les plages de fréquences à mesurer.