

---

---

## Pompes rotodynamiques — Modèle réduit de pompe utilisé pour les essais de performance hydraulique

*Rotodynamic pumps — Hydraulic performance acceptance test using a model pump*

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

[ISO/TR 19688:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f08b53d-0bf2-4c8c-be4f-089135d58d86/iso-tr-19688-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f08b53d-0bf2-4c8c-be4f-089135d58d86/iso-tr-19688-2019>



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

ISO/TR 19688:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f08b53d-0bf2-4c8c-be4f-089135d58d86/iso-tr-19688-2019>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2019

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  
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

<b>Avant-propos</b> .....	<b>v</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>vi</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
3.1    Termes généraux.....	2
3.2    Termes et définitions relatifs aux performances.....	3
<b>4</b> <b>Symboles et suffixes</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b> <b>Types d'essai et éléments de mesure</b> .....	<b>7</b>
<b>6</b> <b>Modèle réduit de pompe</b> .....	<b>8</b>
6.1    Étendue du modèle réduit de pompe.....	8
6.2    Plages sans dimension du modèle réduit de pompe.....	8
6.2.1    Nombre de Reynolds.....	8
6.2.2    Dimension de la roue.....	8
6.2.3    Hauteur totale de charge de la pompe.....	8
6.3    Construction du modèle réduit de pompe.....	9
<b>7</b> <b>Essai de performance</b> .....	<b>9</b>
7.1    Installation d'essai et instruments de mesure.....	9
7.2    Conditions d'essai.....	12
7.2.1    Opération d'essai.....	12
7.2.2    Stabilité de fonctionnement.....	12
7.3    Nombre de points de mesure.....	14
7.4    Hauteur totale de charge de la pompe.....	14
7.4.1    Généralités.....	14
7.4.2    Instruments de mesure.....	15
7.4.3    Manomètre à colonne liquide.....	15
7.4.4    Manomètre à ressort.....	15
7.4.5    Manomètre numérique.....	15
7.4.6    Prises de pression.....	15
7.4.7    Amortisseur.....	16
7.5    Débit volumique.....	16
7.5.1    Tuyère à diaphragme et tube de Venturi.....	16
7.5.2    Débitmètre électromagnétique.....	16
7.5.3    Méthode massique ou méthode volumétrique.....	16
7.6    Vitesse de rotation.....	17
7.6.1    Méthode de mesure.....	17
7.6.2    Instruments de mesure.....	17
7.7    Puissance absorbée de la pompe.....	17
7.7.1    Méthode de mesure de la puissance absorbée de la pompe.....	17
7.7.2    Mesurage du couple.....	17
7.8    Incertitude de mesure.....	18
7.9    Calcul de la puissance absorbée, de la puissance utile et du rendement de la pompe.....	18
<b>8</b> <b>Essai de cavitation et essai NPSH3</b> .....	<b>18</b>
8.1    Concept de l'essai.....	18
8.2    Méthode d'essai.....	18
8.2.1    Généralités.....	18
8.2.2    Essai de cavitation.....	19
8.2.3    Essai NPSH3.....	19
8.3    Caractéristiques du liquide d'essai.....	19
8.4    Installation d'essai.....	19
<b>9</b> <b>Indication des performances et évaluation des résultats d'essai</b> .....	<b>19</b>

9.1	Disposition des valeurs mesurées et indication des résultats d'essai de performances ....	19
9.1.1	Conversion à la vitesse de rotation spécifiée .....	19
9.1.2	Courbes de performances du modèle réduit de pompe.....	20
9.1.3	Courbes de performances d'un modèle réduit de pompe à aube réglable .....	21
9.2	Conversion de différentes grandeurs entre le modèle réduit de pompe et le prototype de pompe.....	22
9.2.1	Conversion du débit volumique, de la hauteur totale de charge de la pompe et de la puissance absorbée de la pompe .....	22
9.2.2	Calcul des rapports de rendement volumétrique, mécanique et hydraulique .....	23
9.3	Évaluation des résultats d'essai .....	24
9.3.1	Courbe de performances.....	24
9.3.2	Hauteur totale de charge de la pompe.....	24
9.3.3	Rendement de la pompe.....	24
9.3.4	Performances de cavitation.....	24
9.4	Préparation de la fiche de résultats d'essai.....	27
<b>10</b>	<b>Prototype de pompe.....</b>	<b>27</b>
<b>Annexe A</b>	<b>(informative) Essais supplémentaires.....</b>	<b>28</b>
<b>Annexe B</b>	<b>(informative) Calcul de l'incertitude de mesure .....</b>	<b>38</b>
<b>Annexe C</b>	<b>(informative) Formules de conversion des performances hydrauliques.....</b>	<b>42</b>
<b>Bibliographie</b>	.....	<b>45</b>

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

ISO/TR 19688:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f08b53d-0bf2-4c8c-be4f-089135d58d86/iso-tr-19688-2019>

## 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 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. 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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/avant-propos.html).

Le présent document a été élaboré par le Comité technique ISO/TC 115, *Pompes*, Sous-Comité 2, *Méthodes de mesure et d'essai*.

## Introduction

Si la capacité de l'installation d'essai d'un fabricant ne réunit pas les conditions physiques préalables indispensables à la réalisation des essais d'une pompe dans des conditions de débit/charge réalistes, le recours à un modèle réduit de pompe est envisagé. À l'aide de la théorie des similitudes, un modèle réduit de pompe est utilisé pour évaluer et calculer l'aptitude de la pompe réelle à être construite. L'option prévoyant d'utiliser ce type de modèles réduits de pompe ou un prototype de pompe a été choisie

- lorsque la capacité de la pompe, à savoir son débit et/ou sa puissance absorbée (débit  $\geq 35\,000\text{ m}^3/\text{h}$  et  $P_2 \geq 5\,000\text{ kW}$ ), dépasse les limites de l'installation d'essai ou
- s'il convient qu'une ou que plusieurs parties de la pompe soient composées de parois en béton et que la reproduction de l'ensemble du montage soit difficile.

Compte tenu des éléments ci-dessus, l'utilisation d'un modèle réduit de pompe pour les essais de performance hydraulique est une alternative efficace et pertinente. L'utilisation d'un modèle réduit de pompe peut également présenter les avantages suivants:

- une plus grande précision en raison de la différence des incertitudes de mesure;
- la réduction des coûts liés au matériel et à d'autres ressources;
- et une/des période(s) de livraison plus courte(s) des prototype(s) de pompe.

Pendant de nombreuses années, les fabricants ont développé et spécifié des méthodes de calcul indépendantes et ont recueilli des expériences en matière de gestion de la théorie des similitudes en ce qui concerne les pompes et leurs spécificités. Plusieurs modèles de calcul sont décrits dans la documentation de référence correspondante. Le présent document décrit les méthodes d'essai utilisant des modèles réduits de pompe pour les essais de performance hydraulique en plus des autres méthodes d'essai données dans l'ISO 9906 (les essais de performance hydraulique destinés aux prototypes de pompe, par exemple).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f08b53d-0b12-4c8c-be4f-089135d58d86/iso-tr-19688-2019>

Le présent document a été initialement élaboré en s'appuyant sur des normes précédentes telles que la norme Japanese Industrial Standard JIS B 8327. Le présent document associé à l'ISO 9906 présente de nouvelles méthodes d'essai de performance hydraulique des pompes.

# Pompes rotodynamiques — Modèle réduit de pompe utilisé pour les essais de performance hydraulique

## 1 Domaine d'application

Le présent document décrit les essais de performance hydraulique (y compris les essais de cavitation) utilisant une pompe de petite taille (centrifuge, hélico-centrifuge ou axiale, ici appelées «modèle réduit de pompe»).

Le présent document est utilisé pour les essais de performances des pompes avec un modèle réduit de pompe similaire d'un point de vue géométrique, afin de garantir les performances d'une pompe de grande taille fabriquée pour une utilisation pratique (appelée ici «prototype de pompe». Toutefois, le présent document n'interdit pas un examen de l'assemblage temporaire ni d'autres essais sur le prototype de pompe. De plus, il est préférable de procéder aux essais avec les prototypes de pompe, sauf si

- la capacité de la pompe, à savoir son débit et/ou sa puissance absorbée, dépasse les limites de l'installation d'essai, même s'il est difficile de définir un critère justifiant de soumettre à essai le modèle réduit de pompe plutôt que le prototype de pompe en ce qui concerne le débit volumique ou la puissance absorbée,
- une partie de la pompe doit être composée de parois en béton et si la reproduction de l'ensemble du montage n'est pas pratique,
- les essais de modèle réduit sont spécifiés par l'acheteur, ou
- s'il est difficile de procéder à l'essai du prototype de pompe à cause d'autres raisons.

Le présent document s'applique aux essais de performances dans les conditions de fonctionnement stable correspondant au prototype de pompe.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 17769-1, *Pompes pour liquides et installations — Termes généraux, définitions, grandeurs, symboles littéraux et unités — Partie 1: Pompes pour liquides*

ISO 17769-2, *Pompes pour liquides et installations — Termes généraux, définitions, grandeurs, symboles littéraux et unités — Partie 2: Systèmes de pompage*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 17769-1 et l'ISO 17769-2, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques à utiliser en normalisation, aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

### 3.1 Termes généraux

#### 3.1.1

##### **essai de performance**

essai permettant d'examiner les performances d'une pompe dans un état ne subissant pas l'influence de la cavitation

#### 3.1.2

##### **essai de cavitation**

essai permettant de déterminer si les variations de hauteur totale de charge de la pompe se produisent après à l'occurrence d'une cavitation dans les conditions de fonctionnement d'un modèle réduit de pompe correspondant aux conditions de travail d'un prototype de pompe

Note 1 à l'article: L'essai de cavitation correspond à l'essai de la NPSH de type III de l'ISO 9906:2012.

#### 3.1.3

##### **essai NPSH3**

essai de réduction de la *NPSH* d'un modèle réduit de pompe et de détermination de la valeur de la *NPSH* à laquelle la hauteur totale de charge d'un modèle réduit de pompe diminue de 3 % en raison d'une cavitation comparée à la hauteur totale de charge de la pompe mesurée sans cavitation

Note 1 à l'article: L'essai de NPSH3 correspond à l'essai de la NPSH de type I ou de type II de l'ISO 9906:2012.

Note 2 à l'article: NPSH est l'abréviation de «net positive suction head» (hauteur énergétique nette absolue à l'aspiration).

#### 3.1.4

##### **essai caractéristique à quatre quadrants**

essai visant à examiner les caractéristiques d'un modèle réduit de pompe en ce qui concerne la gamme de pompe, la gamme de freins de pompe, la gamme de turbines hydrauliques, la gamme de freins de turbine hydraulique et la gamme de pompes réversibles

Note 1 à l'article: Il s'agit d'obtenir les caractéristiques nécessaires au calcul du phénomène transitoire de pompe.

#### 3.1.5

##### **vitesse de rotation spécifiée**

vitesse de rotation d'un modèle réduit de pompe, choisie pour indiquer les performances du modèle réduit de pompe correspondant aux exigences relatives à un prototype de pompe déterminées dans le cadre d'un accord entre l'acheteur et le fabricant

#### 3.1.6

##### **vitesse de rotation d'essai**

vitesse de rotation mesurée d'un modèle réduit de pompe dans le cadre d'un essai de performances ou d'un essai de cavitation réalisé sur la pompe

#### 3.1.7

##### **débit volumique spécifié**

débit volumique à la vitesse de rotation spécifiée d'un modèle réduit de pompe correspondant aux exigences relatives à un prototype de pompe déterminées dans le cadre d'un accord entre l'acheteur et le fabricant

#### 3.1.8

##### **hauteur totale de charge de la pompe spécifiée**

hauteur totale de charge de la pompe à la vitesse de rotation spécifiée et au débit volumique d'un modèle réduit de pompe correspondant aux exigences relatives à un prototype de pompe déterminées dans le cadre d'un accord entre l'acheteur et le fabricant



## 3.2 Termes et définitions relatifs aux performances

### 3.2.1

#### accélération de la pesanteur

$g$

accélération due à la pesanteur

valeur locale utilisée. La valeur locale de l'accélération de la pesanteur est calculée par la formule suivante:

$$g = 9,7803 \times (1 + 0,0053 \times \sin^2 \varphi) - 3,0 \times 10^{-6} \cdot Z$$

où

$Z$  est l'altitude, exprimée en mètres (m);

$\varphi$  est la latitude, exprimée en degrés [°].

Note 1 à l'article: dans de nombreux cas, toutefois, aucune erreur notable ne se produit lorsque 9,80 m/s<sup>2</sup> est utilisé.

### 3.2.2

#### nombre de Reynolds

$Re$

rapport de la force d'inertie sur la force de viscosité

Les nombres de Reynolds utilisés pour la conversion d'efficacité hydraulique d'un modèle réduit de pompe et d'un prototype de pompe sont donnés par les formules suivantes:

$$Re_{hP} = \frac{u_{1P} \cdot D_{1P}}{\nu_P} \quad \text{ISO/TR 19688:2019}$$

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f08b53d-0b12-4c8c-be4f-089135d58d86/iso-tr-19688-2019>

pour le prototype de pompe

$$Re_{hM} = \frac{u_{1M} \cdot D_{1M}}{\nu_M}$$

pour le modèle réduit de pompe

où

$Re_{hM}$  est le nombre de Reynolds du modèle réduit de pompe, sans dimension (—);

$Re_{hP}$  est le nombre de Reynolds du prototype de pompe, sans dimension (—);

$u_{1M}$  est la vitesse périphérique au niveau du diamètre d'entrée de la roue du modèle réduit de pompe, exprimée en mètres par seconde (m/s),  $u_{1M} = \pi \cdot D_{1M} \cdot n_M$ ;

$u_{1P}$  est la vitesse périphérique au niveau du diamètre d'entrée de la roue du prototype de pompe, exprimée en mètres par seconde (m/s),  $u_{1P} = \pi \cdot D_{1P} \cdot n_P$ ;

$D_{1M}$  est le diamètre d'entrée de la roue du modèle réduit de pompe, exprimé en mètres (m);

$D_{1P}$  est le diamètre d'entrée de la roue du prototype de pompe, exprimé en mètres (m);

$\nu_M$  est la viscosité cinématique du liquide dans le modèle réduit de pompe, exprimée en mètres carrés par seconde (m<sup>2</sup>/s);

$\nu_P$  est la viscosité cinématique du liquide dans le prototype de pompe, exprimée en mètres carrés par seconde (m<sup>2</sup>/s);

$n_M$  est la vitesse de rotation du modèle réduit de pompe, exprimée en secondes réciproques (s<sup>-1</sup>);

$n_P$  est la vitesse de rotation du prototype de pompe, exprimée en secondes réciproques (s<sup>-1</sup>).

**3.2.3**  
**vitesse périphérique**

$u$   
vitesse d'un rotor dans la direction tangentielle

**3.2.4**  
**coefficient de frottement dans la conduite**

$\lambda$   
coefficient utilisé pour calculer la perte de hauteur de charge due au frottement dans une canalisation

**3.2.5**  
**diamètre équivalent**

$D_e$   
section transversale divisée par le périmètre mouillé d'un passage hydraulique, puis multipliée par 4

**3.2.6**  
**rendement hydraulique**

$\eta_h$   
partie de la hauteur totale de charge de la pompe sur la hauteur de charge théorique (hauteur de charge de la roue en l'absence de perte de hauteur de charge)

Note 1 à l'article: Il convient de noter que la définition du rendement hydraulique du présent document est différente de celle de l'ISO 17769-1. Dans l'ISO 17769-1, lorsque le rendement hydraulique concerne toutes les pertes (celle résultant du frottement dû au mouvement relatif des surfaces intérieures et des fuites internes, par exemple). D'autre part, dans le présent document, les pertes dues au frottement des flasques au niveau des roues et les pertes dues à des fuites internes sont respectivement classées dans le facteur de rendement mécanique et de rendement volumétrique, et ne relèvent pas du domaine d'application du rendement hydraulique.

**3.2.7**  
**rapport de rendement hydraulique**

$F_h$   
rapport entre le rendement hydraulique d'un prototype de pompe et le rendement hydraulique d'un modèle réduit de pompe en un point de fonctionnement correspondant mutuellement

**3.2.8**  
**rendement mécanique**

$\eta_m$   
proportion de la puissance qu'une roue transmet à un liquide à la puissance absorbée de la pompe

Note 1 à l'article: Il convient de noter que la définition du rendement mécanique du présent document est différente de celle de l'ISO 17769-1. Ici, la perte de puissance au niveau des garnitures d'étanchéité et des paliers ne relève pas du domaine d'application (il convient de la traiter séparément) et la perte de puissance due au frottement des flasques est considérée comme étant le facteur à prendre en considération, alors que la perte de puissance au niveau des garnitures d'étanchéité et des paliers est considérée comme étant le facteur conforme à l'ISO 17769-1.

**3.2.9**  
**rapport de rendement mécanique**

$F_m$   
rapport entre le rendement mécanique d'un prototype de pompe et le rendement mécanique d'un modèle réduit de pompe en un point de fonctionnement correspondant mutuellement

**3.2.10**  
**rendement volumétrique**

$\eta_v$   
proportion entre le débit volumique d'une pompe et celui qui traverse la roue

Note 1 à l'article: Il convient de noter que la définition du rendement volumétrique du présent document est différente de celle de l'ISO 17769-1. La définition donnée dans l'ISO 17769-1 semble ne s'appliquer qu'aux pompes volumétriques, alors que celle du présent Rapport technique concerne les pompes rotodynamiques.

**3.2.11****rapport de rendement volumétrique** $F_v$ 

rapport entre le rendement volumétrique d'un prototype de pompe et le rendement volumétrique d'un modèle réduit de pompe en un point de fonctionnement correspondant mutuellement

**3.2.12****coefficient d'effet d'échelle** $V$ 

proportion de la perte due à l'effet d'échelle et de la combinaison des pertes transposables et non transposables

Note 1 à l'article: La perte due à l'effet d'échelle est égale à une perte due au frottement et est fonction de la surface de paroi du passage prévu pour l'écoulement.

**3.2.13****coefficient de cavitation** $\sigma$ 

NPSH divisée par la hauteur dynamique correspondant à la vitesse périphérique à l'entrée de la roue et donnée par la formule suivante:

$$\sigma = \frac{g \cdot NPSH}{u_1^2 / 2}$$

où

$NPSH$  est la hauteur énergétique nette absolue à l'aspiration, exprimée en mètres (m);

$u_1$  est la vitesse périphérique au niveau du diamètre d'entrée de la roue, exprimée en mètres par seconde (m/s);

$\sigma$  est le coefficient de cavitation, sans dimension (—).

Note 1 à l'article: Le coefficient de cavitation est une grandeur déduite de la règle de similarité hydraulique des pompes au point du meilleur rendement et est pratiquement constant pour des pompes similaires, quelles que soient la taille et la vitesse de rotation.

**4 Symboles et suffixes****Tableau 1 — Principaux symboles et unités utilisés dans le présent document**

Symbole	Grandeur	Unité
$A$	Aire	m <sup>2</sup>
$D$	Diamètre	m
$e$	Rugosité de surface	m
$e$	Incertitude	Unité de grandeur de mesure correspondante
$F$	Rapport de rendement	Sans dimension
$F_a$	Force axiale	N
$f$	Fréquence	s <sup>-1</sup>
$g$	Accélération de la pesanteur	m/s <sup>2</sup>
$H$	Hauteur de charge, perte de hauteur de charge	m
$H$	Hauteur totale de charge de la pompe	m
$K$	Nombre caractéristique	Sans dimension
$k$	Facteur d'élargissement	Sans dimension
$L, l$	Longueur ou distance	m

Tableau 1 (suite)

Symbole	Grandeur	Unité
$N$	Nombre d'ensembles de mesures	Sans dimension
$NPSH$	Hauteur énergétique nette absolue à l'aspiration	m
$NPSHA$	Hauteur énergétique nette absolue disponible à l'aspiration	m
$NPSH3$	Hauteur énergétique nette absolue à l'aspiration exigée pour une chute de 3 % de la hauteur totale de charge de la pompe au premier étage de la pompe	m
$n$	Vitesse de rotation	s <sup>-1</sup>
$P (P_2)$	Puissance absorbée de la pompe	W
$P_h$	Puissance utile de la pompe	W
$p$	Pression	Pa
$Q$	Débit volumique	m <sup>3</sup> /s
$Re$	Nombre de Reynolds	Sans dimension
$s$	Écart-type	Unité de grandeur de mesure correspondante
$T$	Couple	Nm
$t_d$	Distribution Student	Sans dimension
$t$	Temps	s
$U$	Incertitude élargie, incertitude élargie relative	Unité de grandeur de mesure correspondante ou %
$v$	Vitesse moyenne (de l'écoulement dans un conduit), vitesse périphérique (de l'écoulement dans une pompe)	m/s
$u$	Incertitude, incertitude relative	Unité de grandeur de mesure correspondante ou %
$V$	Coefficient d'effet d'échelle	Sans dimension
$v$	Vitesse locale	m/s
$X, x$	Grandeur de mesure	Unité de grandeur de mesure correspondante
$Z$	Altitude	m
$\alpha$	Facteur d'influence de la hauteur totale de charge de la pompe dans le rapport de rendement hydraulique entre le prototype de pompe et le modèle réduit de pompe	Sans dimension
$\beta$	Facteur d'influence de la puissance absorbée de la pompe dans le rapport de rendement hydraulique entre le prototype de pompe et le modèle réduit de pompe	Sans dimension
$\Delta$	Incrément de variation	Unité de grandeur de mesure correspondante
$\varepsilon$	Largeur de fluctuation	Sans dimension
$\eta$	Rendement	Sans dimension
$\lambda$	Coefficient de frottement du conduit	Sans dimension
$\nu$	Viscosité cinématique	m <sup>2</sup> /s
$\rho$	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>
$\sigma$	Coefficient de cavitation	Sans dimension
$\tau$	Tolérance	Sans dimension
$\varphi$	Latitude	degré (°)

**Tableau 2 — Caractères utilisés comme suffixes et leurs significations**

Suffixe	Signification
1	Aspiration ou entrée
2	Décharge ou sortie (sauf pour $P_2$ )
a	Sens axial
B	Périmètre mouillé
c	Incertitude combinée
d	Conduite de refoulement
e	Équivalent
e	Incertitude élargie
ED	Coefficient sans dimension des caractéristiques à quatre quadrants
f	Résistance à l'écoulement
G	Point de garantie
H	Hauteur totale de charge de la pompe
h	Hydraulique
<i>i, j</i>	Nombres entiers d'ensembles de mesure (1, 2, 3,...)
M	Modèle réduit de pompe
m	Mécanique
<i>N</i>	Nombre d'ensembles de mesures
P	Prototype de pompe
<i>Q</i>	Débit volumique
r	Incertitude de type A
<i>r</i>	Sens radial
s	Tuyau d'aspiration
s	Incertitude de type B
t	Total
<i>V</i>	Volumétrie
x	Axe de coordonnées
y	Axe de coordonnées

## 5 Types d'essai et éléments de mesure

Il convient de procéder aux essais présentés au [Tableau 3](#). Il convient de procéder à l'essai 2 et à l'essai 3 lorsque cela est précisé dans l'accord entre l'acheteur et le fabricant. En principe, il convient d'utiliser le modèle réduit de pompe dans ces deux essais.

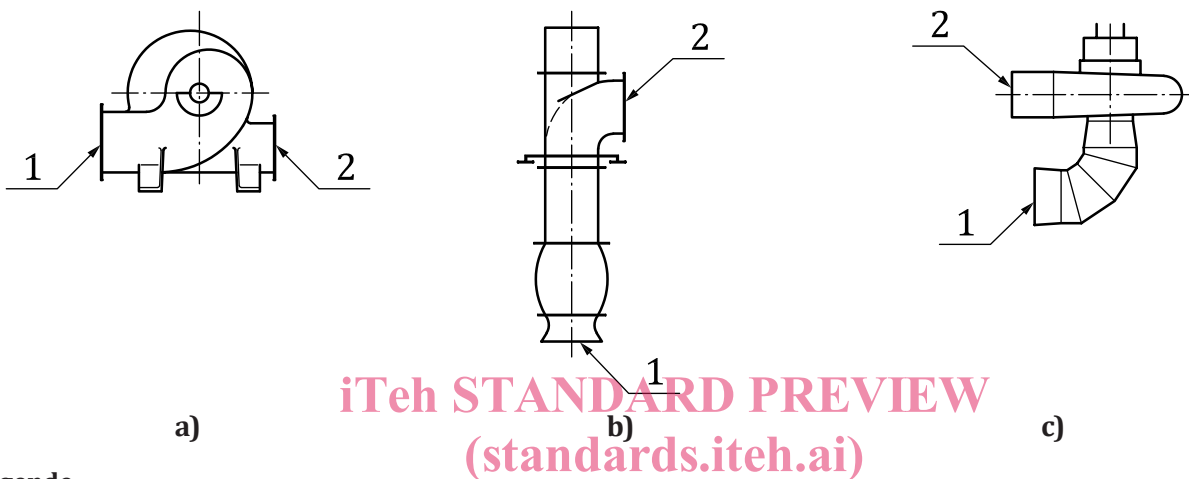
**Tableau 3 — Contenu des essais**

Type d'essais	Éléments de mesure
1. Essai de performance	Hauteur totale de charge, débit volumique, vitesse de rotation, couple sur l'arbre ou puissance absorbée de la pompe, rendement de la pompe et NPSH
2. Essai de cavitation ou essai NPSH3	
3. Essais complémentaires	Voir <a href="#">Annexe A</a> .

## 6 Modèle réduit de pompe

### 6.1 Étendue du modèle réduit de pompe

Il convient que l'étendue d'un modèle réduit de pompe soit le segment entre la section d'aspiration et la section de refoulement de la pompe (voir la [Figure 1](#)). Si la forme d'une partie du canal d'aspiration ou du canal de décharge peut être considérée comme une partie de la pompe et qu'une ouverture d'aspiration ou une ouverture de décharge ne peut pas être clairement reconnue, il convient de prévoir une section transversale permettant une répartition des vitesses d'écoulement uniforme en entrée ou en sortie du modèle réduit de pompe. Sinon, l'étendue du modèle réduit de pompe peut être définie dans le cadre d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.



#### Légende

- 1 section d'aspiration de la pompe
- 2 section de refoulement de la pompe

[ISO/TR 19688:2019](#)

[standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f08b53d-0bf2-4c8c-be4f-089135d58d86/iso-tr-19688-2019](#)

**Figure 1 — Étendue du modèle réduit de pompe**

### 6.2 Plages sans dimension du modèle réduit de pompe

#### 6.2.1 Nombre de Reynolds

Il convient que le nombre de Reynolds d'un modèle réduit de pompe,  $Re_{hM}$ , ne soit pas inférieur à  $2,0 \times 10^6$  pour une pompe centrifuge, hélico-centrifuge ou axiale.

#### 6.2.2 Dimension de la roue

Il convient que le diamètre le plus important de la roue d'un modèle réduit de pompe ne soit pas inférieur à 300 mm. Pour une pompe à aube réglable, il convient que le diamètre le plus important de la roue soit le diamètre le plus important à l'angle de réglage prévu de l'aube. La précision peut être assurée au moment de la fabrication, le diamètre le plus important de la roue pouvant être par ailleurs défini dans le cadre d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

#### 6.2.3 Hauteur totale de charge de la pompe

Il convient de déterminer la hauteur totale de charge de la pompe d'un modèle réduit de pompe pour satisfaire à [6.2.1](#) et [6.2.2](#) et assurer la précision nécessaire du mesurage des performances.

### 6.3 Construction du modèle réduit de pompe

Il convient que toutes les parties qui composent les passages hydrauliques du modèle réduit de pompe présentent une géométrie similaire aux parties correspondantes du prototype de pompe. Si cela s'avère difficile, une autre disposition peut faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

Il convient de démontrer les similarités du modèle réduit de pompe en comparant ses dimensions mesurées avec les valeurs indiquées sur les plans de modèle réduit de pompe. Si nécessaire, les profils d'aube et le degré de l'état de surface peuvent également être mesurés et évalués. Les dimensions et éléments à mesurer, les méthodes de mesure et les écarts admissibles peuvent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

Concernant le jeu dans les pièces d'usure d'une roue fermée, il convient de maintenir une similarité géométrique entre le modèle réduit de pompe et le prototype de pompe eu égard au nombre de pas de jeu annulaire, à la longueur axiale, au diamètre moyen du jeu, etc. Le jeu annulaire peut toutefois être augmenté s'il est possible de soumettre le modèle réduit de pompe à des essais de fonctionnement. Les effets de l'augmentation du jeu peuvent être pris en considération lors de la conversion des performances du modèle réduit de pompe à celles du prototype.

## 7 Essai de performance

### 7.1 Installation d'essai et instruments de mesure

Il convient d'utiliser une installation d'essai composée d'un réservoir d'eau ou d'une cuve, de canalisations, d'une vanne de décharge, etc. assurant un débit d'eau normal et un fonctionnement stable du modèle réduit de pompe, et permettant de mesurer les performances. Un exemple de montage d'essai est présenté à la [Figure 2](#).

[ISO/TR 19688:2019](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f08b53d-0bf2-4c8c-be4f-089135d58d86/iso-tr-19688-2019>