

# NORME INTERNATIONALE 3555

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

replaces by 3906

## Pompes centrifuges, hélico-centrifuges et hélicoïdes – Code d'essais de réception – Classe B

*Centrifugal, mixed flow and axial pumps – Code for acceptance tests – Class B*

Première édition – 1977-03-01

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

[ISO 3555:1977](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a36c805e-78b7-4ff7-8e1f-65dac231d40e/iso-3555-1977)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a36c805e-78b7-4ff7-8e1f-65dac231d40e/iso-3555-1977>

CDU 621.65 : 620.16

Réf. n° : ISO 3555-1977 (F)

Descripteurs : pompe centrifuge, pompe hélicoïde, contrôle de réception, essai de fonctionnement, conditions d'essai, matériel d'essai.

Prix basé sur 36 pages

## 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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

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.

La Norme internationale ISO 3555 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 115, *Pompes*, et a été soumise aux comités membres en février 1975.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Allemagne	Hongrie	Roumanie
Autriche	Israël	Royaume-Uni
Belgique	Italie	Suède
Bulgarie	Japon	Suisse
Canada	Mexique	Turquie
Espagne	Nouvelle-Zélande	Yougoslavie
France	Pologne	

Les comités membres des pays suivants l'ont désapprouvée pour des raisons techniques :

Australie  
U.S.A.

## SOMMAIRE

	Page
<b>0 Introduction</b> .....	1
<b>1 Objet et domaine d'application</b> .....	1
<b>2 Symboles</b> .....	2
2.1 Liste des symboles utilisés dans le code d'essais .....	2
2.2 Listes alphabétiques des lettres de base et des indices .....	3
<b>3 Définitions</b> .....	4
3.1 Définitions générales .....	4
3.2 Définitions particulières au code d'essais .....	4
<b>4 Garanties</b> .....	6
4.1 Objet des garanties .....	6
4.2 Autres conditions de garanties .....	6
4.3 Respect de la garantie .....	6
<b>5 Essais</b> .....	6
5.1 Organisation des essais .....	6
5.2 Installations d'essai .....	7
5.3 Conditions d'essai .....	9
5.4 Précision de mesurage .....	10
<b>6 Règles pour le mesurage du débit refoulé, de la hauteur totale d'élévation, de la vitesse de rotation et de la puissance absorbée</b> .....	11
6.1 Mesurage du débit .....	11
6.2 Mesurage de la hauteur .....	12
6.3 Mesurage de la vitesse de rotation .....	18
6.4 Mesurage de la puissance absorbée par la pompe .....	18
6.5 Mesurage du rendement global d'un groupe de pompage .....	19
<b>7 Essais de cavitation</b> .....	19
7.1 Généralités .....	19
7.2 Détermination du (NPSH) requis par la pompe .....	20
7.3 Limites de l'erreur pour la détermination du (NPSH) .....	20
7.4 Mesurage de la hauteur de charge, du débit refoulé, de la vitesse de rotation, de la puissance absorbée par la pompe (si nécessaire) et de la pression de vapeur .....	20

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/636c805e-78b7-4ff7-8e1f-65dac231d40e/iso-3555-1977>

<b>8 Essais de pompes pour liquides autres que l'eau propre et froide</b> . . . . .	24
8.1 Caractéristiques de l'eau «propre et froide» . . . . .	24
8.2 Caractéristiques des liquides pour lesquels des essais avec de l'eau propre et froide sont acceptables. . . . .	24
<b>9 Analyse des essais</b> . . . . .	24
9.1 Caractéristiques d'essai nécessaires à l'analyse . . . . .	24
9.2 Transposition des résultats d'essai aux conditions de garantie . . . . .	24
9.3 Incertitude de mesurage . . . . .	25
9.4 Vérification de la garantie . . . . .	25
9.5 Procès-verbal d'essai . . . . .	26
 <b>Annexes</b>	
<b>A Influence de la prérotation causée par la pompe</b> . . . . .	27
<b>B Installation de pompage dans des conditions non normalisées</b> . . . . .	28
<b>C Pertes par frottement</b> . . . . .	28
<b>D Coût et répétition des essais</b> . . . . .	32
<b>E Liste des documents de référence.</b> . . . . .	33
<b>F Conversion en unités SI</b> . . . . .	34
<b>G Récapitulatif</b> . . . . .	35
<b>H Feuille d'essai de pompe</b> . . . . .	36

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 3555:1977  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a36c805e-78b7-4ff7-8e1f-65dac231d40e/iso-3555-1977>

# Pompes centrifuges, hélico-centrifuges et hélicoïdes — Code d'essais de réception — Classe B

**AVERTISSEMENT** — Les termes tels que «garantie» ou «réception» utilisés dans la présente Norme internationale doivent être pris dans un sens technique mais non au sens légal des termes. Le terme «garantie» précise donc les valeurs dans le but de vérifier celles données par le contrat mais ne précise rien à propos des droits ou des devoirs le concernant, si ces valeurs ne sont pas atteintes ou remplies. Le terme «réception» n'a aucun sens légal dans ce texte. Donc, un seul essai de réception conduit de façon satisfaisante ne représente pas la réception au sens légal du terme.

## 0 INTRODUCTION

La présente Norme internationale est la deuxième d'une série concernant les essais de réception des pompes centrifuges, hélico-centrifuges et hélicoïdes<sup>1)</sup>; ceux-ci correspondent à trois classes d'essais, A, B et C<sup>2)</sup>, la classe A étant la plus précise et la classe C la moins précise; l'utilisation des classes A et B est limitée aux cas spéciaux pour lesquels il est nécessaire de définir les caractéristiques de fonctionnement des pompes avec une plus grande précision.

L'attention est attirée sur le fait que les essais des classes B et A exigent des appareils et des méthodes plus précis, qui augmentent le coût de tels essais.

Les dispositions normalisées et les procédés décrits sont ceux qui doivent être utilisés pour essayer une pompe isolée, sans référence à ses conditions d'installation finales ou à l'influence sur elle de tout dispositif annexe. Ce sont les conditions habituelles dans lesquelles est essayée une pompe dans les usines du constructeur.

Le fonctionnement d'une pompe peut être influencé par les conditions d'installation sur le site définitif et les règles à suivre sont décrites pour effectuer les «essais normalisés» sur certains types d'installations pour lesquelles la connaissance du rendement du groupe est nécessaire.

Cependant, les conditions suivant lesquelles sont finalement

installées les pompes ne permettent pas souvent des mesurages d'essais dignes de confiance, et des recommandations sont faites concernant la procédure à adopter là où l'installation empêche de faire des essais conformes aux normes ou lorsque les essais se rapportent à l'ensemble de la pompe et de certains organes qui lui sont annexés.

Dans ce code d'essais, toutes les formules sont données en unités cohérentes.

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme internationale constitue un code d'essais de réception des pompes, définissant les termes et grandeurs utilisés, et spécifiant les méthodes d'essai et les conditions de mesurage de ces grandeurs selon les exigences de la classe B, en vue de déterminer les caractéristiques de la pompe et de les comparer avec la garantie donnée par le constructeur.

Le présent code est applicable en général à toutes les dimensions des pompes essayées avec de l'eau propre et froide et d'autres liquides se comportant comme de l'eau propre et froide, tels que définis au chapitre 8.

Ce code ne concerne pas les détails de construction des pompes ni les propriétés mécaniques de leurs différentes parties.

1) Ces trois types de pompes seront désignés dans la suite du texte par le mot «pompe».

2) ISO 2548.

## 2 SYMBOLES

## 2.1 Liste des symboles utilisés dans le code d'essais

TABLEAU 1 – Symboles

Numéro de référence ISO 31 <sup>1)</sup>	Numéro de référence ISO 3555	Grandeur	Symbole	Dimensions <sup>2)</sup>	Unité SI
3.1.1		Masse	$m$	M	kg
1.3.1		Longueur	$l$	L	m
1.6.1		Temps	$t$	T	s
4.2.1		Température	$\theta$	$\Theta$	°C
1.4.1		Aire ou superficie	$A$	L <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
1.5.1		Volume	$V$	L <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1.8.1		Vitesse angulaire	$\omega$	T <sup>-1</sup>	rad/s
1.10.1		Vitesse	$v$	LT <sup>-1</sup>	m/s
1.11.2		Accélération due à la pesanteur	$g$	LT <sup>-2</sup>	m/s <sup>2</sup>
2.3.2		Vitesse de rotation	$n$	T <sup>-1</sup>	s <sup>-1</sup>
3.2.1		Masse volumique	$\rho$	ML <sup>-3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
3.11.1		Pression effective	$p_e$	ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup>	Pa
3.19.1		Viscosité (viscosité dynamique)	$\mu$	ML <sup>-1</sup> T <sup>-1</sup>	Pa·s
3.20.1		Viscosité cinématique	$\nu$	L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> /s
3.22.2		Energie	$E$	ML <sup>2</sup> T <sup>-2</sup>	J
3.23.1		Puissance (terme général)	$P$	ML <sup>2</sup> T <sup>-3</sup>	W
12.1		Nombre de Reynolds	$Re$	nombre pur	
		Diamètre	$D$	L	m
	3.2.1.1	Débit-masse	$q_m$	MT <sup>-1</sup>	kg/s
	3.2.1.2	Débit-volume	$q_v$	L <sup>3</sup> T <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> /s
	3.2.3.2	Distance au plan de référence	$z$	L	m
	3.2.3.8	Hauteur totale d'élévation de la pompe	$H$	L	m
	3.2.3.6	Hauteur totale de charge à l'aspiration	$H_1$	L	m
	3.2.3.7	Hauteur totale de charge au refoulement	$H_2$	L	m
	3.2.3.9	Énergie massique	$y$	L <sup>2</sup> T <sup>-2</sup>	J/kg
	3.2.3.10	Perte de charge à l'aspiration	$H_{J1}$	L	m
	3.2.3.11	Perte de charge au refoulement	$H_{J2}$	L	m
	3.2.3.12	Hauteur de charge nette absolue à l'aspiration	(NPSH) <sup>3)</sup>	L	m
		Pression atmosphérique (absolue)	$p_b$	ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup>	Pa
		Pression de vapeur (absolue)	$p_v$	ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup>	Pa
	3.2.4.2	Puissance absorbée par la pompe	$P_a$	ML <sup>2</sup> T <sup>-3</sup>	W
	3.2.4.1	Puissance utile de la pompe	$P_u$	ML <sup>2</sup> T <sup>-3</sup>	W
	3.2.4.3	Puissance du groupe	$P_{gr}$	ML <sup>2</sup> T <sup>-3</sup>	W
	3.2.5.1	Rendement de la pompe	$\eta$	nombre pur	
	3.2.5.2	Rendement de la transmission	$\eta_{int}$	nombre pur	
	3.2.5.3	Rendement du moteur	$\eta_{mot}$	nombre pur	
	3.2.5.4	Rendement du groupe	$\eta_{gr}$	nombre pur	
	3.2.6	Nombre caractéristique	$K$	nombre pur	
	6.2.1.2	Coefficient de frottement	$\lambda$	nombre pur	

1) ISO 31. (Voir annexe E.)

2) M = Masse L = Longueur T = Temps  $\Theta$  = Température3) Une variante pour le symbole de la hauteur de charge nette absolue à l'aspiration est  $H_H$ .

## 2.2 Listes alphabétiques des lettres de base et des indices

TABLEAU 2 – Lettres utilisées comme symboles

Symbole	Grandeur	Unité SI
A	Aire ou superficie	m <sup>2</sup>
D	Diamètre	m
E	Énergie	J
g	Accélération due à la pesanteur	m/s <sup>2</sup>
H	Hauteur	m
H <sub>J</sub>	Pertes de charge exprimées en hauteur de liquide	m
K	Nombre caractéristique	nombre pur
k	Rugosité absolue	m
l	Longueur	m
m	Masse	kg
n	Vitesse de rotation	s <sup>-1</sup>
(NPSH)	Hauteur de charge nette absolue à l'aspiration	m
p	Pression	Pa
P	Puissance	W
q <sub>m</sub>	Débit-masse	kg/s
q <sub>v</sub>	Débit-volume	m <sup>3</sup> /s
Re	Nombre de Reynolds	nombre pur
t	Temps	s
v	Vitesse	m/s
V	Volume	m <sup>3</sup>
X	Tolérance	nombre pur
y	Énergie massique	J/kg
z	Distance au plan de référence	m
η	Rendement	nombre pur
θ	Température	°C
λ	Coefficient de frottement	nombre pur
μ	Viscosité dynamique	Pa.s
ν	Viscosité cinématique	m <sup>2</sup> /s
ρ	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>
ω	Vitesse angulaire	rad/s

TABLEAU 3 – Lettres et chiffres utilisés comme indices

Indice	Signification
0	valeur à la vitesse spécifiée
1	aspiration
2	refoulement
a	absorbé
av	disponible
b	atmosphérique
e	effectif
G	garanti
gr	groupe (global)
int	intermédiaire
J	perte
m	1) cas général : moyenne 2) associé à q : masse
M	manométrique
mot	moteur
P	pompe
r	requis
S	ouïe
sp	spécifié <sup>1)</sup>
t	total
u	utile
v	1) cas général : vapeur 2) associé à q : volume

1) Cette indication s'applique aux valeurs des grandeurs relatives au point garanti.

3 DÉFINITIONS

3.1 DÉFINITIONS GÉNÉRALES

Pour éviter toute erreur d'interprétation, il a paru préférable de rappeler ici les définitions des grandeurs et unités données dans l'ISO 31 et de compléter ces définitions par quelques indications particulières à leur emploi dans le présent code d'essais.

$g$  – accélération due à la pesanteur.<sup>1)</sup>

$n$  – vitesse de rotation : Quotient du nombre de rotations par le temps.

$\rho$  – masse volumique : Quotient de la masse par le volume.

$p$  – pression : Quotient de la force par la surface. Sauf indications contraires, toutes les pressions sont des pressions effectives, c'est-à-dire mesurées par rapport à la pression atmosphérique.

$\mu$  – viscosité (viscosité dynamique parfois appelée viscosité absolue), définie par l'expression

$$\tau = \mu \frac{u_o}{h}$$

où

$u_o$  est la vitesse d'une plaque plane se déplaçant dans son plan en restant parallèle à une paroi plane fixe;

$h$  est la distance entre la plaque plane et la paroi plane fixe;

$\tau$  est la force de frottement qu'exerce le fluide sur l'unité de surface de la plaque plane, au cours de son déplacement.

NOTE –  $h$  doit être suffisamment petit pour que l'écoulement du fluide entre la plaque plane et la paroi plane fixe soit laminaire.

$\nu$  – viscosité cinématique : Quotient de la viscosité (viscosité dynamique) par la masse volumique :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$P$  – puissance : Quotient de l'énergie transférée pendant un intervalle de temps par la durée de cet intervalle.

$Re$  – nombre de Reynolds, défini par la relation suivante :

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

1) Pour les essais de la classe B, la valeur locale de  $g$  devrait être utilisée. Toutefois, dans la plupart des cas, la valeur de 9,81 m/s<sup>2</sup> ne conduit pas à des erreurs significatives.

La valeur locale pourra être calculée par la formule :

$$g = 9,806\ 17 (1 - 2,64 \times 10^{-3} \cos 2\varphi + 7 \times 10^{-6} \cos^2 2\varphi) - 3,086 \times 10^{-6} Z$$

où  $\varphi$  et  $Z$  sont respectivement la latitude et l'altitude.

2) L'attention est attirée sur le fait que, dans ce cas,  $q_v$  peut, pour différentes raisons, varier le long du circuit.

3.2 DÉFINITIONS PARTICULIÈRES AU CODE D'ESSAIS

Ce paragraphe donne les définitions des notions utilisées dans le présent code d'essais, ainsi que les symboles associés lorsqu'ils existent.

Les notions qui ne sont pas strictement nécessaires pour l'application du présent code ne sont pas définies ici, même si elles sont d'un usage courant.

3.2.1 Débits

3.2.1.1  $q_m$  – Dans le présent code d'essais, le débit-masse désigne le débit-masse extérieur de la pompe, c'est-à-dire le débit refoulé dans la conduite à partir de l'orifice de refoulement de la pompe.

NOTE – Ne sont pas comptées dans le débit les fuites ou dérivations propres à la pompe, c'est-à-dire :

- a) décharge nécessaire à l'équilibrage hydraulique de la poussée axiale;
- b) refroidissement des paliers de la pompe elle-même;
- c) injection dans le joint hydraulique des presse-étoupe;
- d) fuites des garnitures, fuite interne, etc.

Sont par contre ajoutés au débit mesuré, si leur prélèvement se fait en un point situé avant la section de mesurage du débit, tous les débits dérivés utilisés à d'autres fins telles que :

- e) refroidissement des paliers du moteur;
- f) refroidissement d'un multiplicateur (paliers, réfrigérateur d'huile) etc.

3.2.1.2  $q_v$  – Le débit-volume au refoulement a pour valeur :

$$q_v = \frac{q_m}{\rho_2}$$

Dans le présent code, ce symbole peut aussi désigner le débit-volume dans une section donnée<sup>2)</sup>, qui est le quotient du débit-masse dans cette section par la masse volumique. (On peut désigner cette section par les indices prévus.)

3.2.2  $v$  – vitesse d'écoulement : Vitesse moyenne de l'écoulement, égale au débit-volume divisé par la section de la conduite<sup>2)</sup> :

$$v = \frac{q_v}{A}$$



**3.2.3 hauteur :** Énergie par unité de poids du fluide.

**3.2.3.1 plan de référence :** Plan horizontal passant par le centre du cercle décrit par le point extérieur de l'arête d'entrée des pales; s'il s'agit de pompes à double aspiration, on prendra le plan passant par le centre le plus élevé.

Le constructeur doit indiquer la position de ce plan par rapport à des références précises sur la pompe.

**3.2.3.2 z** désigne la différence entre la cote du plan horizontal considéré et la cote du plan de référence. Sa valeur est

- positive, si le plan considéré est au-dessus du plan de référence;
- négative, si le plan considéré est au-dessous du plan de référence.

**3.2.3.3  $p_e$  – pression manométrique :** Pression effective par rapport à la pression atmosphérique. La hauteur de charge correspondant à cette pression est

$$\frac{P_e}{\rho g}$$

Sa valeur est

- positive, si cette pression est supérieure à la pression atmosphérique;
- négative, si cette pression est inférieure à la pression atmosphérique.

**3.2.3.4 hauteur dynamique :** Énergie cinétique par unité de poids du liquide en mouvement. Elle s'exprime par :

$$\frac{v^2}{2g}$$

où  $v$  est la vitesse moyenne du liquide dans la section de passage considérée.

**3.2.3.5 hauteur totale de charge :** Dans une section déterminée, hauteur totale donnée par :

$$z + \frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g}$$

Elle est mesurée par rapport à l'atmosphère. La hauteur totale de charge absolue dans une section déterminée est donnée par :

$$z + \frac{p}{\rho g} + \frac{p_b}{\rho g} + \frac{v^2}{2g}$$

**3.2.3.6  $H_1$  – hauteur totale de charge à l'aspiration :** Hauteur totale de charge dans la section d'aspiration de la pompe :

$$H_1 = z_1 + \frac{p_1}{\rho_1 g} + \frac{v_1^2}{2g}$$

**3.2.3.7  $H_2$  – hauteur totale de charge au refoulement :** Hauteur totale de charge dans la section de refoulement de la pompe :

$$H_2 = z_2 + \frac{p_2}{\rho_2 g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

**3.2.3.8  $H$  – hauteur totale d'élévation de la pompe :** Différence algébrique entre la hauteur totale de charge au refoulement et la hauteur totale de charge à l'aspiration.

$$H = H_2 - H_1$$

Si la variation de masse volumique du liquide pompé n'est pas sensible

$$H = z_2 - z_1 + \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

Si la variation de masse volumique du liquide pompé est sensible,  $\rho$  peut être remplacé par la valeur moyenne

$$\rho_m = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

**3.2.3.9  $y$  – énergie massique :** Énergie par unité de masse du liquide. Elle est donnée par l'équation

$$y = gH$$

**3.2.3.10  $H_{J1}$  – perte de charge à l'aspiration :** Différence entre la hauteur totale du liquide au point de mesurage, ou éventuellement du liquide sans vitesse dans le bassin d'aspiration et la hauteur totale du liquide dans la section d'aspiration de la pompe.

**3.2.3.11  $H_{J2}$  – perte de charge au refoulement :** Différence entre la hauteur totale du liquide dans la section de refoulement de la pompe et la hauteur totale du liquide au point de mesurage.

**3.2.3.12 (NPSH) – hauteur de charge nette absolue à l'aspiration :** Hauteur totale de charge à l'aspiration, augmentée de la hauteur correspondant à la pression atmosphérique et diminuée de la hauteur correspondant à la tension de vapeur :

$$(\text{NPSH}) = H_1 + \frac{p_b}{\rho g} - \frac{p_v}{\rho g}$$

Ainsi le (NPSH), de même que la hauteur totale de charge à l'aspiration, se réfère au plan de référence.

Il faut distinguer

- le (NPSH) *requis* pour un débit, une vitesse de rotation et une pompe donnés; il est spécifié par le constructeur;
- le (NPSH) *disponible* qui, pour le même débit, résulte de l'installation.
- la valeur (NPSH) déterminée lors de l'essai de cavitation. Cette valeur est celle qui produit dans le premier étage une chute de  $(3 + K/2)\%$  de la hauteur totale du

premier étage ou du rendement à un débit donné, ou d'un débit ou du rendement à une hauteur totale donnée.

Des indices peuvent être utilisés pour différencier ces grandeurs (par exemple (NPSH)<sub>r</sub>, lorsqu'il s'agit de la valeur requise, et (NPSH)<sub>av</sub> lorsqu'il s'agit de la valeur disponible).

### 3.2.4 Puissances

**3.2.4.1  $P_u$  – puissance utile de la pompe :** Puissance communiquée au liquide à son passage à travers la pompe :

$$P_u = q_m g H = q_m \gamma = \rho q_v g H$$

**3.2.4.2  $P_a$  – puissance absorbée par la pompe :** Puissance mesurée sur l'accouplement de la pompe.

**3.2.4.3  $P_{gr}$  – puissance du groupe :** Puissance absorbée par la machine entraînant la pompe.

### 3.2.5 Rendements

**3.2.5.1  $\eta$  – rendement de la pompe :**

$$\eta = \frac{\text{Puissance utile de la pompe}}{\text{Puissance absorbée par la pompe}}$$

**3.2.5.2  $\eta_{int}$  – rendement de transmission (ligne d'arbres, coupleur, multiplicateur, etc.) :**

$$\eta_{int} = \frac{\text{Puissance absorbée par la pompe}}{\text{Puissance à l'arbre moteur}}$$

**3.2.5.3  $\eta_{mot}$  – rendement du moteur :**

$$\eta_{mot} = \frac{\text{Puissance à l'arbre moteur}}{\text{Puissance du groupe}}$$

**3.2.5.4  $\eta_{gr}$  – rendement du groupe :**

$$\eta_{gr} = \eta \eta_{int} \eta_{mot} = \frac{\text{Puissance utile de la pompe}}{\text{Puissance du groupe}}$$

### 3.2.6 Nombre caractéristique $K$

Le nombre caractéristique, grandeur sans dimension, est défini par la formule<sup>1)</sup> :

$$K = \frac{2 \pi n (q'_v)^{1/2}}{(gH')^{3/4}}$$

où

$q'_v$  est le débit volume par oeilard;

$H'$  est la hauteur par étage.

NOTE – L'attention est attirée sur le fait que, dans la présente Norme internationale, le nombre caractéristique s'applique au débit garanti, ce qui n'est pas en conformité avec la pratique courante qui veut que  $K$  soit calculé à partir du débit correspondant au rendement maximal.

1) Cette formule est la même que la formule de base  $K = \frac{\omega q'_v^{1/2}}{y'^{3/4}}$

## 4 GARANTIES

### 4.1 Objet des garanties

Une ou plusieurs des grandeurs suivantes peuvent être garanties par le constructeur dans les conditions et à la vitesse de rotation spécifiées.

- hauteur totale de la pompe  $H_G$  au débit convenu  $q_{vG}$ , ou débit de la pompe  $q_{vG}$  à la hauteur totale convenue  $H_G$  (voir 9.4.1);
- puissance absorbée ou rendement de la pompe ou du groupe moto-pompe au point garanti  $q_{vG} H_G$ ;
- NPSH requis par la pompe au débit convenu  $q_{vG}$ ;
- autres points de la courbe  $q_v H$  pouvant être indiqués comme garantissant la hauteur totale à un débit supérieur ou inférieur, auquel cas on appliquera des tolérances plus larges dont on conviendra spécialement.

### 4.2 Autres conditions de garanties

Sauf spécification contraire lors du contrat, les conditions suivantes s'appliqueront aux valeurs garanties.

- à moins que les propriétés chimiques et physiques du liquide soient fixées, les points garantis s'appliquent à l'eau propre froide;
- la relation entre les valeurs garanties pour l'eau propre froide et les valeurs obtenues pour d'autres liquides doit être convenue dans le contrat;
- les garanties ne s'appliquent qu'à la pompe essayée par les méthodes et dans les conditions d'essai spécifiées dans la présente Norme internationale;
- le constructeur ne sera pas responsable de la définition du point garanti.

### 4.3 Respect de la garantie

La garantie nominale de toute grandeur sera estimée remplie, si après avoir effectué l'essai selon la présente Norme internationale, la valeur mesurée est dans les tolérances spécifiées au chapitre 9 pour la grandeur en question. Aucun autre point de la courbe  $q_v H$  ne sera garanti à moins que d'autres points et les tolérances correspondantes aient été définis dans le contrat.

## 5 ESSAIS

### 5.1 Organisation des essais

#### 5.1.1 Lieu des essais

Les essais de réception doivent être effectués soit chez le constructeur, soit en un emplacement décidé d'un commun accord entre le constructeur et l'acheteur.

### 5.1.2 Moment des essais

Le moment des essais doit être décidé par accord entre le constructeur et l'acheteur.

Lorsque les essais ne sont pas effectués chez le constructeur, du temps doit être prévu, pour que le constructeur et l'installateur puissent procéder à des réglages préliminaires.

### 5.1.3 Personnel d'exécution

La précision de mesurage ne dépend pas seulement de la qualité des instruments de mesurage utilisés, mais également de la compétence et de l'habileté des personnes chargées du fonctionnement et de la lecture des appareils de mesurage pendant les essais. Le personnel chargé d'effectuer les mesurages doit être choisi avec autant de soin que les instruments à utiliser pour l'essai.

Des spécialistes, possédant une expérience appropriée des opérations de mesurage en général, doivent être chargés du maniement et de la lecture des appareils de mesurage compliqués. La lecture d'appareils de mesurage simples peut être confiée à des aides qui, après une instruction sommaire, peuvent assurer les lectures avec la précision et le soin requis.

Un chef des essais, possédant une expérience convenable des opérations de mesurage, doit être nommé. Normalement, lorsque les essais sont faits chez le constructeur, le chef des essais est un membre du personnel du constructeur.

Toutes les personnes chargées d'effectuer les mesurages, pendant les essais, sont sous les ordres du chef des essais. Ce dernier dirige et supervise les mesurages, puis consigne dans le procès-verbal les conditions, ainsi que les résultats d'essai. Toutes les questions soulevées à propos des mesurages et de leur exécution sont soumises à sa décision.

Les parties concernées doivent fournir toute l'assistance nécessaire au chef des essais.

### 5.1.4 Programme d'essais

Seules les caractéristiques de fonctionnement garanties doivent être incluses dans le programme d'essais; d'autres caractéristiques, éventuellement déterminées par mesurage durant les essais, n'ont qu'une valeur indicative et cela doit bien être précisé si elles figurent dans le programme d'essais.

### 5.1.5 Appareils d'essai

Le chef des essais sera responsable du choix et du fonctionnement des appareils de mesurage. Tous les appareils de mesurage doivent faire l'objet d'un rapport certifiant, par étalonnage ou par comparaison à d'autres Normes internationales, qu'ils sont conformes aux exigences de 5.4. Ces rapports doivent être présentés sur demande.

### 5.1.6 Rapports d'essai

Tous les relevés et les enregistrements d'essai doivent être

visés par le chef des essais et par les représentants de l'acheteur et du constructeur, chacun d'eux pouvant en disposer d'un exemplaire.

L'évaluation des résultats d'essais, y compris un diagramme donnant la courbe caractéristique de la pompe, doit être effectuée autant que possible pendant le déroulement des essais et, de toute manière, avant que l'installation et l'instrumentation ne soient démontées, de façon que les mesurages qui paraissent suspects puissent être répétés sans retard.

## 5.2 Installations d'essai

### 5.2.1 Installations normalisées d'essai

Toutes dispositions réalisables dans la pratique doivent être prises pour s'assurer que l'écoulement dans la section de mesurage conduira :

- à une répartition des vitesses symétrique par rapport à l'axe;
- à une répartition uniforme de la pression statique;
- à l'absence de tourbillons dus à l'installation.

Certaines méthodes permettant d'obtenir ces conditions dans les installations d'essai normalisées sont suggérées ci-après.

Lorsque le nombre caractéristique est inférieur ou égal à 1,5, les essais effectués dans des conditions normalisées peuvent être tenus pour représentatifs du fonctionnement de la pompe quelles que soient ses conditions réelles d'installation.

Lorsque le nombre caractéristique est supérieur à 1,5, il doit être convenu dans le contrat que les résultats de tels essais seront tenus pour valables uniquement dans ces conditions normalisées et non dans les conditions réelles d'installation. L'objet de tels essais est de s'assurer que, si la pompe est convenablement installée, elle remplira les caractéristiques spécifiées.

Pour les circuits d'essai normalisés, où la pompe aspire dans un réservoir à surface libre ou lorsqu'il s'agit d'un circuit fermé comportant un réservoir de tranquillisation de grandes dimensions, il est recommandé que la longueur droite  $L$  à l'aspiration soit déterminée par l'expression :

$$\frac{L}{D} = K + 5$$

où  $D$  est le diamètre de la conduite.

Cette expression est également valable pour une installation comprenant, à une distance  $L$  en amont, un coude unique à  $90^\circ$  de rayon moyen sans ailette. Dans ces conditions, il n'est pas nécessaire d'installer un tranquilliseur entre le coude et la pompe.

Cependant, dans un circuit fermé ne comprenant pas de réservoir ou de chambre de tranquillisation immédiatement en amont de la pompe, il est nécessaire de s'assurer que

l'écoulement à l'entrée de la pompe ne comporte ni rotation créée par l'installation ni dissymétrie du profil des vitesses.

Une rotation importante peut être évitée par :

- un dessin étudié du circuit d'essai en amont de la section de mesurage;
- un emploi judicieux d'un tranquilliseur;
- une disposition convenable des prises de pression qui en diminuera l'influence sur le mesurage.

**5.2.2 Installations d'essai représentatives des conditions réelles**

Lorsque les pompes sont essayées en reproduisant les conditions réelles d'installation, on ne doit pas installer de tranquilliseur immédiatement en amont de la pompe. Il est important qu'à l'entrée de la portion représentative du circuit les caractéristiques soient contrôlées, que l'écoulement soit autant que possible exempt de rotation significative due à l'installation et présente une distribution symétrique des vitesses. Si cela est nécessaire, la répartition des vitesses à l'entrée de la portion représentative du circuit doit être déterminée par une exploration minutieuse au tube

de Pitot, de façon à s'assurer que les caractéristiques requises de l'écoulement sont réalisées. Dans le cas contraire, on peut obtenir les caractéristiques requises par l'installation de moyens appropriés tels que le tranquilliseur de Zanker (voir figure 1); mais on doit prendre soin de vérifier que les conditions de l'essai ne sont pas affectées par les fortes pertes de charge non récupérables dues à un tranquilliseur efficace.

**5.2.3 Pompes essayées avec leurs accessoires**

Si cela est spécifié au contrat, les essais normaux peuvent être effectués sur une combinaison d'une pompe et :

- des accessoires qui lui sont associés sur l'installation finale *in situ*, ou
- une reproduction exacte de ceux-ci, ou
- des accessoires installés dans un but d'essais et considérés comme faisant partie intégrante de la pompe (voir exemples en 5.2.4, 5.2.5, et.).

Les raccords à l'aspiration et au refoulement de l'ensemble doivent être effectués conformément à 6.2.2.

Les mesurages doivent être effectués conformément à 5.3.2.2 et 5.3.2.3.

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

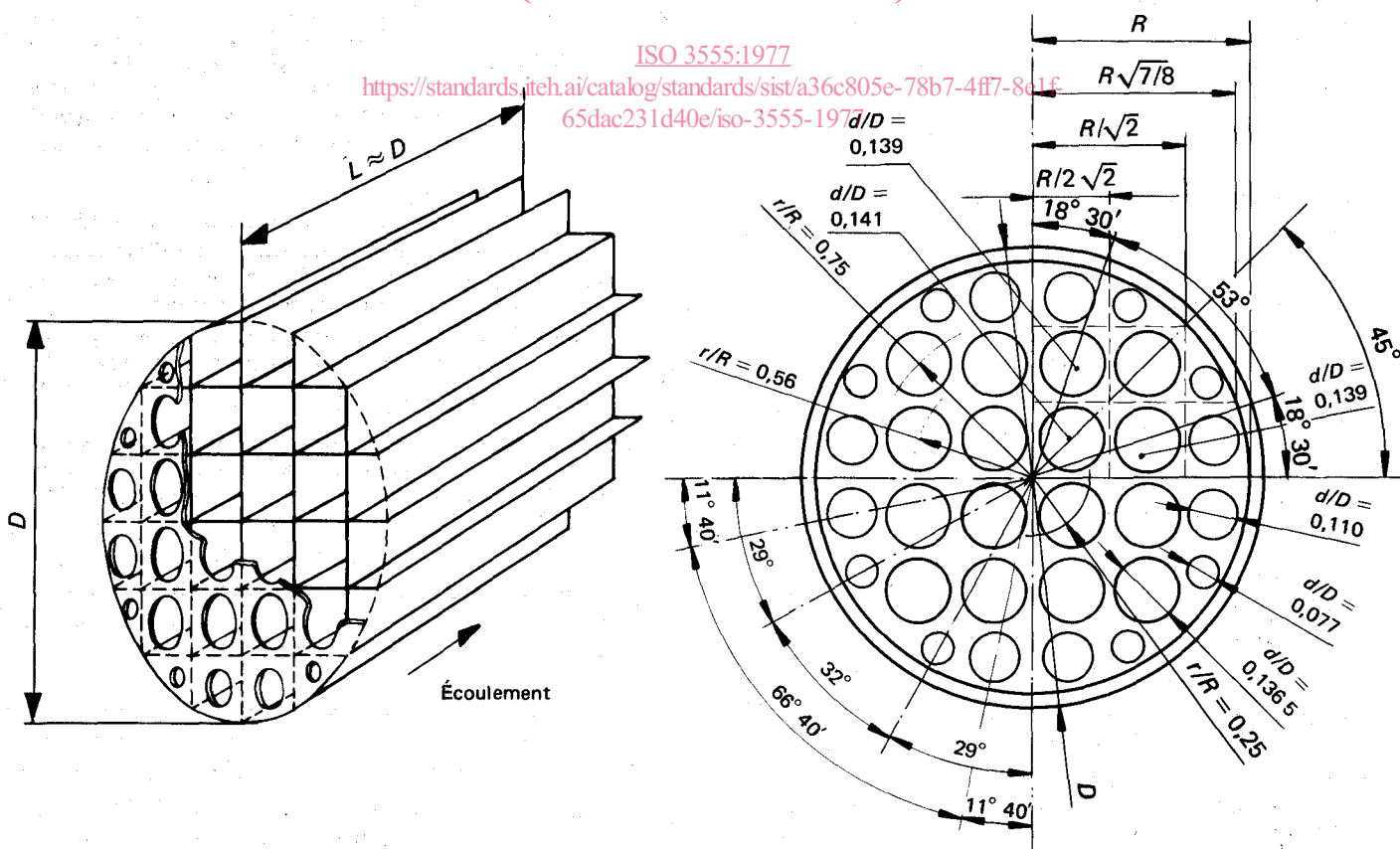


FIGURE 1 – Tranquilliseur de Zanker

### 5.2.4 Installation de pompage submergée

Lorsqu'une pompe, ou une combinaison de pompe plus ses accessoires, est essayée ou installée dans des conditions telles que le raccordement des tuyauteries normalisées aussi bien à l'aspiration qu'au refoulement, décrites en 6.2.2, ne peut pas être fait par suite de leur non accessibilité ou de leur immersion, les mesurages doivent être effectués conformément à 6.2.1.6.

### 5.2.5 Pompes de forage et de puits profonds

Les pompes de forage et de puits profonds ne peuvent habituellement pas être essayées avec la longueur totale de la tuyauterie de refoulement et, par conséquent, la perte de charge dans les portions de conduites omises et la puissance absorbée due au palier y existant, ne peuvent pas être mesurées. Tout palier de butée sera également plus légèrement chargé pendant l'essai qu'il ne le serait dans l'installation finale (voir 6.2.1.6).

### 5.2.6 Pompes auto-amorçantes

En principe, la faculté d'amorçage des pompes auto-amorçantes doit toujours être contrôlée avec la hauteur géométrique d'aspiration indiquée dans le contrat, avec une conduite d'aspiration identique à celle de l'installation finale. Lorsque l'essai ne peut pas être effectué conformément à ce principe, les dispositions d'essais utilisées doivent être précisées dans le contrat.

## 5.3 Conditions d'essai

### 5.3.1 Exécution des essais

La durée de l'essai doit être suffisante pour obtenir des résultats cohérents, compte tenu du degré de précision à obtenir.

Lorsque des lectures multiples sont faites pour réduire la marge d'erreur (voir 5.3.2), elles doivent être effectuées à des intervalles de temps inégaux.

Tous les mesurages doivent être effectués dans des conditions de fonctionnement stables, mais la décision d'effectuer les mesurages quand il n'est pas possible de réaliser ces conditions doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

La vérification du point garanti doit être effectuée en enregistrant au moins cinq points de mesurage groupés à proximité et bien répartis autour du point garanti, par exemple entre 0,9 et 1,1  $q_{VG}$ .

Lorsque, pour des raisons particulières, il est demandé de relever les caractéristiques dans une certaine gamme de conditions de fonctionnement, on doit relever un nombre suffisant de points de mesure pour que les courbes caractéristiques soient déterminées avec les limites d'erreur indiquées en 5.4.

### 5.3.2 Stabilité de régime

#### 5.3.2.1 DÉFINITIONS

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables :

**oscillations** : Fluctuations de courte période, autour d'une valeur moyenne, qui se produisent lors d'une lecture.

**variations** : Changements de valeur qui se produisent entre une lecture et la suivante.

#### 5.3.2.2 OSCILLATIONS ADMISSIBLES DES LECTURES ET UTILISATION DE L'AMORTISSEMENT

Lorsque la construction ou le fonctionnement d'une pompe est telle(tel) qu'il existe des oscillations de grande amplitude, les mesurages peuvent être effectués au moyen d'un instrument capable de permettre une intégration sur au moins une période complète d'oscillation. L'étalonnage d'un tel instrument doit satisfaire aux conditions prévues dans les paragraphes correspondants.

On peut introduire un amortissement dans les appareils de mesurage et leurs liaisons en vue de réduire l'amplitude des oscillations à des valeurs qui ne soient pas supérieures à celles données dans le tableau 4.

TABLEAU 4 — Amplitude maximale admissible des oscillations, en pourcentage de la valeur moyenne de la grandeur à mesurer

Grandeur mesurée	Amplitude maximale admissible des oscillations %
Débit	
Hauteur de charge	± 3
Couple	
Puissance	
Vitesse de rotation	± 1

#### NOTES

1 Lorsqu'on utilise un appareil déprimogène pour le mesurage du débit, l'amplitude maximale admissible des oscillations de la pression différentielle observée doit être de  $\pm 6\%$ .

2 Lorsqu'on mesure indépendamment les hauteurs totales de charge à l'aspiration et au refoulement, l'amplitude maximale admissible pour chacune doit être calculée par rapport à la hauteur totale d'élévation de la pompe.

Si l'on peut craindre que l'amortissement affecte de façon significative la justesse des lectures, l'essai doit être repris en employant un dispositif d'amortissement symétrique et linéaire, par exemple un tube capillaire.

#### 5.3.2.3 NOMBRE DE SÉRIES D'OBSERVATIONS

##### 5.3.2.3.1 Conditions stables

Dans des conditions d'essai stables et bien contrôlées, une seule série de lectures de chaque grandeur dans la condition d'essai spécifiée doit être enregistrée. L'enregistrement ne doit se faire qu'après que l'observateur se sera assuré de la stabilisation des oscillations dans les limites spécifiées dans les tableaux 4 et 5.