

NORME INTERNATIONALE **ISO** 2548



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

Replaces by 3206

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

Première édition – 1973-06-01

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 2548:1973](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/293897f3-8b02-4add-bac4-e0decafbf757/iso-2548-1973)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/293897f3-8b02-4add-bac4-e0decafbf757/iso-2548-1973>

MS

CDU 621.65 : 620.16

Réf. No : ISO 2548-1973 (F)

Descripteurs : pompe, pompe centrifuge, essai, acceptabilité, symbole, vocabulaire, écoulement, puissance, conditions d'essai, matériel d'essai.

Prix basé sur 34 pages

AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques 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 2548 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 115, *Pompes*, et soumise aux Comités Membres en novembre 1971.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Irlande	Royaume-Uni
Allemagne	Israël	Suède
Autriche	Japon	Suisse
Belgique	Norvège	Tchécoslovaquie
Egypte, Rép. arabe d'	Nouvelle-Zélande	Thaïlande
Espagne	Pays-Bas	Turquie
France	Pologne	U.R.S.S.
Hongrie	Portugal	
Inde	Roumanie	

Les Comités Membres des pays suivants ont désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Australie
Italie

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2548:1973

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/293897f3-8b02-4add-bac4-e0decafbf757/iso-2548-1973>

	Page
6.4 Mesurage de la puissance absorbée par la pompe	18
6.5 Mesurage du rendement d'un groupe de pompage	18
7 Essais de cavitation	18
7.1 Généralités	18
7.2 Détermination du (NPSH) requis par la pompe	19
7.3 Limites de l'erreur pour la détermination du (NPSH) garanti	19
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	19
8 Essais de pompes pour liquides autres que l'eau propre et froide	23
8.1 Caractéristiques de l'eau «propre et froide»	23
8.2 Caractéristiques des liquides pour lesquels des essais avec de l'eau propre et froide sont acceptables	23
9 Analyse des essais	23
9.1 Caractéristiques d'essai nécessaires à l'analyse	23
9.2 Transposition des résultats d'essai aux conditions de garantie	23
9.3 Incertitude de mesurage	24
9.4 Vérification de la garantie	24
9.5 Procès-verbal d'essai	24

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/293897f3-8b02-4add-bac4-e0decafbf757/iso-2548-1973>
 ISO 2548:1973

Annexes

A Influence de la prérotation causée par la pompe	26
B Garanties intéressant les pompes fabriquées en série	27
C Pertes de frottement	27

Appendices

V Coût et répétition des essais	31
W Liste des documents de référence	31
X Conversion en unités SI	32
Y Récapitulatif	33
Z Feuille d'essai de pompe	34

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

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.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

0 INTRODUCTION

La présente Norme Internationale est la première d'une série concernant les essais de réception des pompes centrifuges, hélico-centrifuges et hélicoïdes¹⁾; ceux-ci correspondent à trois classes d'essais, A, B et C, 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'essais et les conditions de mesurage de ces grandeurs selon les exigences de la classe C, 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 SYMBOLES

2.1 Liste des symboles utilisés dans le code d'essais

TABLEAU 1 – Symboles

Numéro de référence ISO/R 31 ¹⁾	Numéro de référence	Grandeur	Symbole	Dimensions ²⁾	Unité SI
3.1.1		Masse	<i>m</i>	M	kg
1.3.1		Longueur	<i>l</i>	L	m
1.6.1		Temps	<i>t</i>	T	s
4.2.1		Température	<i>θ</i>	Θ	°C
1.4.1		Aire ou superficie	<i>A</i>	L ²	m ²
1.5.1		Volume	<i>V</i>	L ³	m ³
1.8.1		Vitesse angulaire	<i>ω</i>	T ⁻¹	rad/s
1.10.1		Vitesse	<i>v</i>	LT ⁻¹	m/s
1.11.2		Accélération due à la pesanteur	<i>g</i>	LT ⁻²	m/s ²
2.3.2		Vitesse de rotation	<i>n</i>	T ⁻¹	s ⁻¹
3.2.1		Masse volumique	<i>ρ</i>	ML ⁻³	kg/m ³
3.11.1		Pression	<i>p</i>	ML ⁻¹ T ⁻²	N/m ² 6)
3.19.1		Viscosité (viscosité dynamique)...	<i>μ</i>	ML ⁻¹ T ⁻¹	N·s/m ²
3.20.1		Viscosité cinématique	<i>ν</i>	L ² T ⁻¹	m ² /s
3.22.2		Énergie	<i>E</i>	ML ² T ⁻²	J
3.23.1		Puissance (terme général)	<i>P</i>	ML ² T ⁻³	W
12.1		Nombre de Reynolds	<i>Re</i>	nombre pur	
		Diamètre	<i>D</i>	L	m
	3.2.1.1	Débit-masse	<i>q</i> ³⁾	MT ⁻¹	kg/s
	3.2.1.2	Débit-volume	<i>Q</i> ⁴⁾	L ³ T ⁻¹	m ³ /s
	3.2.3.2	Distance au plan de référence	<i>z</i>	L	m
	3.2.3.8	Hauteur totale d'élévation de la pompe	<i>H</i>	L	m
	3.2.3.6	Hauteur totale de charge à l'aspiration	<i>H</i> ₁	L	m
	3.2.3.7	Hauteur totale de charge au refoulement	<i>H</i> ₂	L	m
	3.2.3.9	Énergie massique	<i>Y</i>	L ² T ⁻²	J/kg
	3.2.3.10	Perte de charge à l'aspiration	<i>H</i> _{J1}	L	m
	3.2.3.11	Perte de charge au refoulement	<i>H</i> _{J2}	L	m
	3.2.3.12	Hauteur de charge nette absolue à l'aspiration	(NPSH) ⁵⁾	L	m
		Pression atmosphérique (absolue)	<i>p</i> _b	ML ⁻¹ T ⁻²	N/m ² 6)
		Pression de vapeur (absolue)	<i>p</i> _v	ML ⁻¹ T ⁻²	N/m ² 6)
	3.2.4.2	Puissance absorbée par la pompe	<i>P</i>	ML ² T ⁻³	W
	3.2.4.1	Puissance utile de la pompe	<i>P</i> _u	ML ² T ⁻³	W
	3.2.4.3	Puissance du groupe	<i>P</i> _{gr}	ML ² T ⁻³	W
	3.2.5.1	Rendement de la pompe	<i>η</i>	nombre pur	
	3.2.5.2	Rendement de la transmission	<i>η</i> _{int}	nombre pur	
	3.2.5.3	Rendement du moteur	<i>η</i> _{mot}	nombre pur	
	3.2.5.4	Rendement du groupe	<i>η</i> _{gr}	nombre pur	
	3.2.6	Nombre caractéristique	<i>K</i>	nombre pur	
	5.7.6	Coefficient de frottement	<i>λ</i>	nombre pur	

1) ISO/R 31. (Voir Appendice W.)

2) M = Masse L = Longueur T = Temps Θ = Température

3) Une variante pour le symbole du débit-masse est *q_m*.

4) Une variante pour le symbole du débit-volume est *q_v*.

5) Une variante pour le symbole de la hauteur de charge nette absolue à l'aspiration est *H_H*.

6) Également appelé pascal (symbole Pa).

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 ²
D	Diamètre	m
E	Énergie	J
g	Accélération due à la pesanteur	m/s ²
H	Hauteur	m
H _J	Pertes de charge exprimées en hauteur de liquide	m
K	Nombre caractéristique	nombre pur
l	Longueur	m
m	Masse	kg
n	Vitesse de rotation	s ⁻¹
(NPSH)	Hauteur de charge nette absolue à l'aspiration	m
p	Pression	N/m ²
P	Puissance	W
q	Débit-masse	kg/s
Q	Débit-volume	m ³ /s
Re	Nombre de Reynolds	nombre pur
t	Temps	s
v	Vitesse	m/s
V	Volume	m ³
Y	Énergie massique	J/kg
z	Distance au plan de référence	m
η	Rendement	nombre pur
θ	Température	°C
μ	Viscosité dynamique	N·s/m ²
ν	Viscosité cinématique	m ² /s
ρ	Masse volumique	kg/m ³
ω	Vitesse angulaire	rad/s
λ	Coefficient de frottement	nombre pur

TABLEAU 3 – Lettres et chiffres utilisés comme indices

Indices	Signification
1	aspiration
2	refoulement
a	disponible
b	atmosphérique
G	garanti
gr	groupe (global)
int	intermédiaire
M	manométrique
mot	moteur
P	pompe
r	requis
S	ouïe
sp	spécifié ¹⁾
t	total
u	utile
v	vapeur

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

2) Pour les essais de la Classe C, la valeur de g est prise égale à 9,81 m/s².

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 ISO/R 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.²⁾

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

ρ – 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.

μ – 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;

τ 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.

ν – 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 :

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

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 – 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 moteurs;
- f) refroidissement d'un multiplicateur (paliers, réfrigérateur d'huile) etc.

3.2.1.2 Q – Le **débit-volume** au refoulement a pour valeur :

$$Q = \frac{q}{\rho_2}$$

Dans le présent code, ce symbole peut aussi désigner le **débit-volume dans une section donnée**¹⁾, 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 conduite¹⁾ :

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

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

$$\frac{p}{\rho g}$$

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 :

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

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

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

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.

$$H = H_2 - H_1 = z_2 - z_1 + \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

Si la compressibilité du liquide pompé est sensible, ρ 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

$$Y = gH$$

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

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;
- le (NPSH) *d'essai*, voir 7.1.1.

Des indices peuvent être utilisés pour différencier ces grandeurs (par exemple (NPSH)_r, lorsqu'il s'agit de la valeur requise, et (NPSH)_a 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 :

$$P_u = qgH = qY$$

3.2.4.2 P – 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 η – rendement de la pompe :

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

3.2.5.2 η_{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 η_{mot} – rendement du moteur :

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

3.2.5.4 η_{gr} – rendement du groupe :

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

3.2.6 Nombre caractéristique K

Le nombre caractéristique, grandeur sans dimension, est défini par la formule¹⁾

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

NOTE – L'attention est attirée sur le fait que dans le cadre de la présente Norme Internationale le nombre caractéristique est fondé sur la hauteur totale d'élevation d'une pompe à plusieurs étages et non sur la hauteur par étage, et que, par ailleurs, il s'applique au débit garanti, ce qui n'est pas conforme à l'usage général pour lequel K est calculé pour le débit correspondant au rendement maximal.

4 GARANTIES ET OBJET DES ESSAIS

4.1 Garanties

4.1.1 *Domaine d'application des garanties*

Les valeurs garanties par le constructeur et les conditions de cette garantie doivent faire l'objet d'un accord dans le contrat.

Cette garantie porte généralement sur une ou plusieurs des grandeurs suivantes :

- débit refoulé par la pompe
- hauteur totale d'élevation de la pompe
- puissance absorbée, ou rendement de la pompe ou du groupe moto-pompe (par exemple, pompe immergée ou pompe monobloc, ou pompe et moteur séparés avec rendement global garanti)
- (NPSH).

Quelle que soit la grandeur garantie, il faut spécifier la vitesse de rotation (ou dans certains cas, la fréquence et la tension de l'alimentation en courant du groupe

1) Cette formule est la même que la formule de base $K = \frac{\omega Q^{1/2}}{v^{3/4}}$

Il est recommandé que les normes nationales basées sur la présente Norme Internationale donnent, en supplément à l'équation homogène ci-dessus, des équations pratiques pour les unités utilisées généralement.

moto-pompe), et les propriétés chimiques et physiques du liquide à pomper (si celui-ci est autre que l'eau froide et propre).

Dans le présent code d'essais, les garanties ne se rapportent qu'à la pompe elle-même et aux dispositifs d'essais donnés en 5.7. Elles ne se rapportent pas, notamment

- à l'essai de la tuyauterie et de ses accessoires tels que vannes, etc.
- à l'installation complète *in situ*,

si ces derniers n'appartiennent pas aux dispositifs d'essai au sens de 5.7.

Le constructeur de pompes n'est responsable ni de la détermination du point de garantie de la pompe, ni de l'installation de la pompe, ni de l'installation *in situ*, sauf si cela a été précisé dans la commande.

4.1.2 Étendue des garanties

La garantie sur le débit couvre, dans la gamme des tolérances de construction permises en plus et en moins données en 9.4.1, le débit pour la hauteur totale d'élévation et la vitesse de rotation convenues.

La garantie sur la hauteur totale d'élévation couvre, dans la gamme des tolérances de construction permises en plus et en moins données en 9.4.1, la hauteur totale d'élévation de la pompe (H) pour le débit et la vitesse de rotation convenus.

La garantie du rendement couvre, dans la gamme de tolérances de construction admise, données en 9.4.2, la valeur minimale du rendement pour le point garanti QH.

Si les valeurs du débit et du rendement spécifié ne sont pas garanties mais sont indiquées sur la base d'essais antérieurs ou sont données par des courbes imprimées (pour les pompes fabriquées en série) voir l'Annexe B.

Pour un groupe moto-pompe (par exemple, pompe immergée ou pompe monobloc, ou pompe et moteur séparés avec rendement global garanti), la garantie couvre le rendement du groupe complet.

4.1.3 Exécution des garanties

4.1.3.1 VALEUR DU DÉBIT ET DE LA HAUTEUR TOTALE D'ÉLÉVATION

La garantie couvrant la valeur du débit et de la hauteur totale d'élévation est respectée si, pour une vitesse de rotation donnée, la valeur de l'équation donnée en 9.4.1 est supérieure ou égale à 1.

4.1.3.2 RENDEMENT

La garantie de rendement est respectée, si, pour la vitesse de rotation adoptée, on atteint ou on dépasse les conditions définies en 9.4.2.

4.1.3.3 HAUTEUR DE CHARGE NETTE ABSOLUE À L'ASPIRATION (NPSH)

Si le contrat stipule un essai de (NPSH), les garanties définies en 4.1.3.1 et 4.1.3.2 doivent être atteintes dans les conditions de (NPSH) qui sont stipulées. Ceci n'assure pas nécessairement l'absence de cavitation (voir chapitre 7).

4.1.3.4 VITESSE DE ROTATION DU MOTEUR

Si le constructeur de pompes fournit le moteur d'entraînement, on peut remplacer la vitesse de rotation, indiquée en 4.1.2 et 4.1.3 par des indications de fréquence et de tension.

4.2 Objet des essais

4.2.1 Objet des essais du contrat

Les essais ont pour objet de s'assurer des caractéristiques de la pompe et de les comparer avec la garantie donnée par le constructeur. Lorsque le (NPSH) est également garanti, on doit indiquer dans le contrat s'il doit ou non faire l'objet d'essais. L'attention est attirée sur le fait que le coût des essais est augmenté s'il y a lieu de faire des essais de (NPSH). (Voir également l'Appendice V.)

Lorsqu'un certain nombre de pompes identiques doivent être achetées, le nombre de pompes à essayer doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur.

4.2.2 Étendue de l'essai de fonctionnement

L'essai de la pompe doit être effectué en vue de déterminer les caractéristiques de la pompe en ce qui concerne le débit refoulé, la hauteur totale d'élévation, la puissance absorbée, etc.;

Un contrôle du comportement satisfaisant de la pompe peut être effectué du point de vue de la cavitation, de la température des presse-étoupes et des paliers, de la poussée axiale, des fuites éventuelles d'air ou d'eau, pourvu que l'essai hydraulique soit fait à la vitesse de rotation spécifiée.

NOTE — Il est également possible d'observer le niveau acoustique et les vibrations et, si nécessaire, de les examiner à la lumière des publications ISO.

4.2.3 Liquide utilisé pour les essais

Le liquide utilisé pour les essais doit être de l'eau froide propre, conformément aux recommandations du chapitre 8, à moins de spécifications contraires dans le contrat.

5 ORGANISATION DES ESSAIS

5.1 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.

5.2 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 des réglages préliminaires, par le constructeur et l'installateur.

5.3 Validité des essais

On doit s'assurer que les conditions permettent d'effectuer les essais conformément aux spécifications du présent code.

5.4 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.

5.5 Programme d'essais

Les caractéristiques de fonctionnement garanties doivent être les seules valables; d'autres caractéristiques, éventuellement déterminées par mesurage durant les essais, ne sont données que pour information. Elles ne peuvent être utilisées qu'à titre indicatif.

5.6 Appareils d'essai

Lors de la détermination des méthodes d'essais, les appareils de mesurage et d'enregistrement nécessaires doivent être également spécifiés.

Le chef des essais doit s'assurer de l'installation correcte des appareils et de leur bon fonctionnement.

Tous les appareils de mesurage doivent faire l'objet d'un rapport certifiant, par étalonnage ou par comparaison à d'autres documents ISO, qu'ils sont conformes aux exigences de 5.12. Ce rapport doit être présenté sur demande.

5.7 Montages d'essai

5.7.1 Installations normales d'essai

Dans les conditions idéales, le débit à travers la section de mesurage de la hauteur de charge à l'aspiration doit présenter les caractéristiques suivantes :

- a) vitesse uniforme et axiale à travers la section;
- b) pression statique uniforme à travers la section.

Telles sont les conditions des installations normales d'essai, mais il est impossible de les réaliser complètement, de même qu'il est impossible, en pratique, de les vérifier dans la classe d'essais couverte par la présente Norme Internationale.

Cependant, on peut empêcher une trop mauvaise distribution, ou des tourbillons, en évitant les coudes ou combinaisons de coudes, les divergences et discontinuités de la section transversale à proximité de la section de mesurage. En général, l'influence des conditions du débit à l'aspiration augmente avec le nombre caractéristique de la pompe; pour les nombres supérieurs à 1,5 il est plus significatif de reproduire les conditions *in situ* que d'utiliser une installation normale d'essais. Pour de telles conditions différentes de la normale, un accord doit être obtenu dans le contrat.

5.7.1.1 PRISES DE PRESSION À L'ASPIRATION

En général, la prise de pression doit être placée dans une section co-axiale à la tuyauterie d'aspiration de la pompe et d'un diamètre égal à celle-ci. Dans des conditions normales, elle doit être placée à une distance égale à deux diamètres, en amont de la bride d'aspiration de la pompe. De plus, elle ne doit jamais être placée

- a) dans une section divergente ou à une distance inférieure à quatre diamètres de section droite de tuyauterie en aval de la divergence;
- b) dans le plan d'un coude, que ce soit dans le coude lui-même ou à une distance inférieure à quatre diamètres de section droite de tuyauterie en aval de ce coude. Il peut cependant être convenu de placer une prise de pression dans cette section, perpendiculairement au plan du coude;
- c) à une distance inférieure à quatre diamètres de section droite de tuyauterie après une contraction soudaine ou toute autre discontinuité de la section transversale.

Au moment de l'interprétation des résultats dans des conditions différentes de la normale, il faut tenir compte

- a) de l'importance de la valeur de la hauteur de charge à l'aspiration elle-même (comme pour les essais de NPSH, par exemple);
- b) du rapport entre la hauteur de charge dynamique à la hauteur totale d'élévation de la pompe.

Si ce rapport est très faible (moins de 0,5 %) et si la valeur de la hauteur de charge à l'aspiration même n'est pas importante, on peut utiliser les lectures faites sur une prise à la bride de l'orifice d'aspiration de la pompe dans l'équation de la hauteur totale de charge à l'aspiration, donnée en 3.2.3.6 (pour un rapport $> 0,5\% : 2D$ en amont).

5.7.1.2 PRISES DE PRESSION AU REFOULEMENT

Dans des conditions normales, la prise de pression au refoulement de la pompe doit être placée à une distance égale à deux diamètres en aval de la bride de refoulement de la pompe.

Pour les pompes de nombre caractéristique égal ou inférieur à 0,5, la prise de pression de refoulement peut être placée directement à l'orifice de refoulement de la pompe, dans la mesure où elle est perpendiculaire à la surface de la volute ou d'un coude quelconque formé par le corps de pompe.

Pour les pompes de nombre caractéristique supérieur à 0,5, la tuyauterie cylindrique droite doit être coaxiale à la tuyauterie de refoulement de la pompe et de même diamètre. La prise doit être placée dans la paroi de la tuyauterie dans un plan passant par l'axe de la tuyauterie perpendiculaire au plan de la volute ou d'un coude quelconque formé par le corps de pompe.

5.7.2 Pompes essayées avec leurs accessoires

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

- 1) des accessoires qui lui sont associés sur l'installation finale *in situ*; ou

2) une reproduction exacte de ceux-ci; ou

3) des accessoires installés dans un but d'essais et considérés comme faisant partie intégrante de la pompe (voir exemples en 5.7.3, 5.7.4, etc.).

Les raccords à l'aspiration et au refoulement de l'ensemble doivent être effectués conformément à 5.7.1.

Les mesurages doivent être effectués conformément à 5.11.2 et 5.11.3.

5.7.3 Installation de pompage submergée

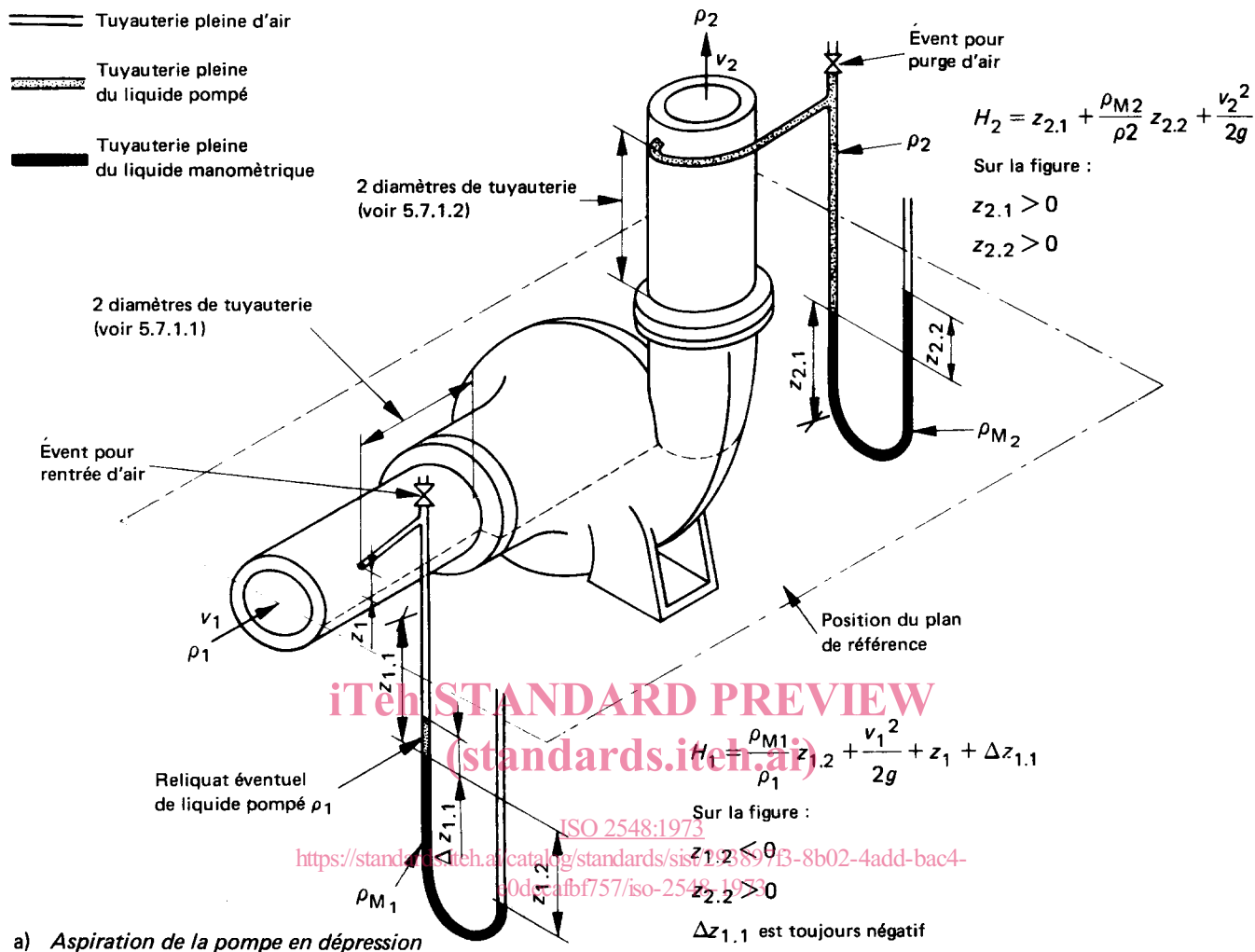
Lorsqu'une pompe, ou une combinaison de pompe plus ses accessoires, est essayée ou installée dans des conditions telles que le raccordement des tuyauteries normalisées aussi bien à l'aspiration qu'au refoulement, décrites en 5.7.1, ne peut pas être fait par suite de leur non accessibilité ou de leur immersion, les mesurages doivent être effectués conformément à 6.2.2.3 et 6.2.3.3.

5.7.4 Pompes de forage et de puits profonds

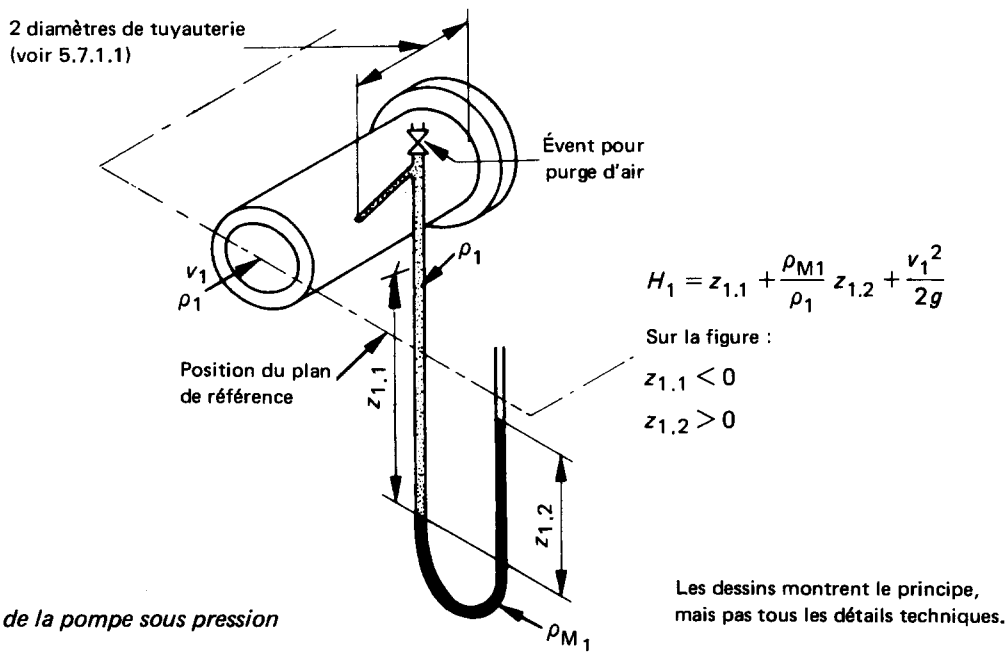
Les pompes de forage et de puits profonds ne peuvent habituellement pas être essayées avec la longueur totale de la tuyauterie de refoulement et, par conséquent, la perte de charge dans les portions de conduites omises et la puissance absorbée due au palier γ existant, ne peuvent pas être mesurées. Tout palier de butée serait également plus légèrement chargé pendant l'essai qu'il ne le serait dans l'installation finale. (Voir 6.2.4.4.)

5.7.5 Pompes auto-amorçantes

En principe, la puissance d'aspiration des pompes auto-amorçantes doit toujours être contrôlée avec la hauteur géométrique d'aspiration indiquée dans le contrat, avec la conduite d'aspiration en place et égale 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.



a) *Aspiration de la pompe en dépression*



b) *Aspiration de la pompe sous pression*

Les dessins montrent le principe, mais pas tous les détails techniques.

FIGURE 1 — Essai d'une pompe centrifuge au moyen de manomètres à colonne de liquide