

---

# Norme internationale



# 5199

---

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

---

## Spécifications techniques pour pompes centrifuges — Classe II

*Technical specifications for centrifugal pumps — Class II*

Première édition — 1986-04-15

STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 5199:1986](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1e0663f3-1eaa-45ab-b296-b846234a75c8/iso-5199-1986)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1e0663f3-1eaa-45ab-b296-b846234a75c8/iso-5199-1986>



---

CDU 621.671

Réf. n° : ISO 5199-1986 (F)

Descripteurs : pompe, pompe rotative, pompe centrifuge, spécification.

## 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 créé à cet effet. 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. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 5199 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 115, *Pompes*.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

## Sommaire

	Page
0 Introduction .....	1
1 Objet et domaine d'application .....	1
2 Références .....	1
3 Définitions .....	2
4 Conception .....	3
5 Matériaux .....	11
6 Inspection et essais .....	11
7 Préparation pour l'expédition .....	12

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

### Annexes

A Pompe centrifuge — Feuilles de spécifications .....	13
B Hauteurs de crête .....	18
C Forces et moments externes sur les brides .....	19
D Dispositions caractéristiques des dispositifs d'étanchéité .....	23
E Dispositifs de tuyauterie pour dispositifs d'étanchéité .....	25
F Appel d'offre, projet, commande du client .....	34
G Documentation après commande .....	35
H Récapitulatif .....	36

Page blanche

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

ISO 5199:1986

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1e0663B-1eaa-45ab-b296-b846234a75c8/iso-5199-1986>

# Spécifications techniques pour pompes centrifuges — Classe II

## 0 Introduction

La présente Norme internationale est la première d'une série traitant des spécifications techniques pour les pompes centrifuges; elles correspondent à trois classes de spécifications techniques, notamment classes I, II et III: la classe I étant la plus sévère et la classe III la moins sévère.

Les paragraphes portant sur les points où un choix peut être fait par l'acheteur ou bien ceux pour lesquels un accord entre les parties est nécessaire sont imprimés en caractères gras et sont répertoriés dans l'annexe H.

## 1 Objet et domaine d'application

**1.1** La présente Norme internationale couvre les spécifications de la classe II applicables aux pompes centrifuges avec démontage par l'arrière, qui sont principalement utilisées dans les industries chimiques et pétrochimiques. Elle peut également s'appliquer, en totalité ou en partie, à d'autres industries, pour usage industriel général ou à des modèles de pompes ne se démontant pas par l'arrière.

**1.2** Les pompes faisant l'objet de l'ISO 2858 sont un exemple type de pompes conformes à la présente Norme internationale.

**1.3** La présente Norme internationale comprend les caractéristiques de conception relatives à l'installation, l'entretien et la sécurité de ce type de pompes y compris le socle, l'accouplement, les tuyauteries auxiliaires, mais à l'exclusion de la machine d'entraînement.

**1.4** Lorsque l'application de la présente Norme internationale est demandée

a) et qu'elle spécifie une conception particulière pour certains éléments, des conceptions différentes, répondant à l'esprit de la norme, peuvent être proposées, dans la mesure où la variante est décrite en détail;

b) des pompes ne satisfaisant pas à toutes les exigences de la présente Norme internationale peuvent être proposées, dans la mesure où tous les écarts sont indiqués.

**1.5** Lorsque les documents comprennent des spécifications techniques contradictoires, ils doivent être appliqués dans l'ordre suivant:

a) commande d'achat (ou appel d'offre, s'il n'y a pas de commande passée) (voir annexes F et G);

b) feuilles de spécifications (voir annexe A);

c) la présente Norme internationale;

d) les autres normes auxquelles il est fait référence dans la commande ou dans l'appel d'offre.

## 2 Références

Pour l'application de la présente Norme internationale, les Normes internationales suivantes sont utilisées dans les limites d'application précisées dans le texte.

ISO 76, *Roulements — Charges statiques de base.*

ISO 281/1, *Roulements — Charges dynamiques de base et durée nominale — Partie 1: Méthodes de calcul.*

ISO 1940, *Qualité d'équilibrage des corps rigides en rotation.*

ISO 2084, *Brides de tuyauteries à usage général — Série métrique — Dimensions de raccordement.*

ISO 2229, *Matériel d'équipement pour les industries du pétrole et du gaz naturel — Brides pour tubes d'acier de diamètres nominaux 1/2 à 24 in — Dimensions métriques.*

ISO 2372, *Vibrations mécaniques des machines ayant une vitesse de fonctionnement comprise entre 10 et 200 tr/s — Base pour l'élaboration des normes d'évaluation.*

ISO 2373, *Vibrations mécaniques de certaines machines électriques tournantes, de hauteur d'axe comprise entre 80 et 400 mm — Mesurage et évaluation de l'intensité vibratoire.*

ISO 2548, *Pompes centrifuges, hélico-centrifuges et hélicoïdes — Code d'essais de réception — Classe C.*

ISO 2858, *Pompes centrifuges à aspiration en bout (pression nominale 16 bar) — Désignation, point de fonctionnement nominal et dimensions.*

ISO 3069, *Pompes centrifuges à aspiration en bout — Dimensions des logements de garnitures mécaniques et de garnitures à tresse.*

ISO 3274, *Instruments de mesurage de la rugosité des surfaces par la méthode du profil — Instruments à palpeur-aiguille, à transformation progressive du profil — Profilomètres à contact du système M.*

ISO 3555, *Pompes centrifuges, hélico-centrifuges et hélicoïdes — Code d'essais de réception — Classe B.*

ISO 3661, *Pompes centrifuges à aspiration en bout — Dimensions relatives aux socles et à l'installation.*

ISO 3744, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Méthodes d'expertise pour les conditions de champ libre au-dessus d'un plan réfléchissant.*

ISO 3746, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Méthode de contrôle.*

### 3 Définitions

Les termes utilisés dans la présente Norme internationale, dont le sens n'est pas explicite, sont définis ci-après.

**3.1 conditions de fonctionnement:** Tous les paramètres (par exemple température et pression de fonctionnement) déterminés pour une utilisation et un liquide pompé donnés. Ces paramètres influent sur le type et les matériaux de construction.

**3.2 plage de fonctionnement admissible:** Plage des débits, aux conditions de fonctionnement spécifiées avec la roue fournie, limitée par la cavitation, l'échauffement, les vibrations, le bruit, la flexion de l'arbre et tous les autres critères similaires. Cette plage doit être définie par le constructeur.

**3.3 conditions nominales:** Conditions (excluant l'entraînement) définissant le point (garanti) nécessaire pour que toutes les conditions de fonctionnement définies soient remplies, en prenant en considération toutes les marges nécessaires.

**3.4 puissance nominale à l'entraînement:** Puissance maximale admissible par l'entraînement dans les conditions de fonctionnement *in situ*.

**3.5 pression de calcul de base:** Pression déterminée à partir des valeurs des contraintes admissibles par les matériaux utilisés pour les éléments sous pression à 20 °C.

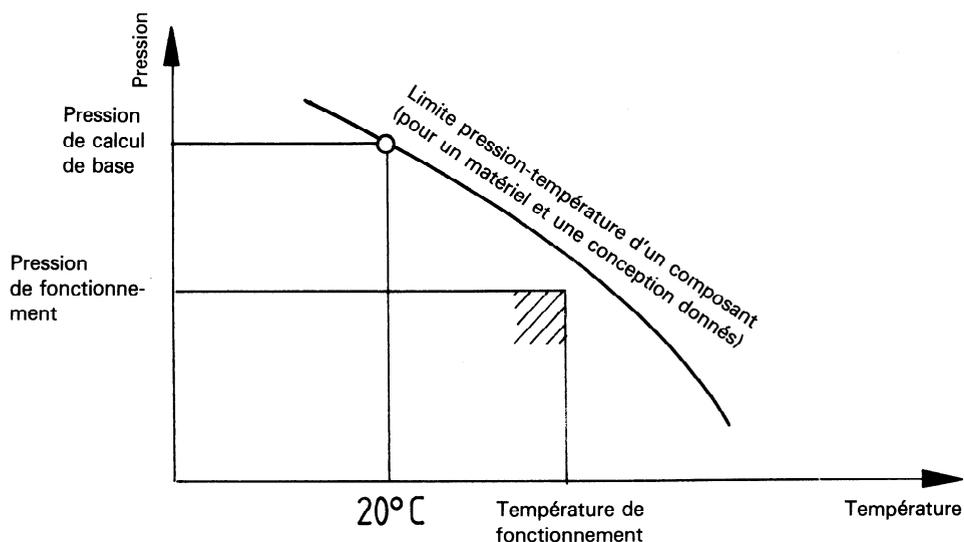
**3.6 pression nominale:** Pression maximale que peut supporter la pompe dans les conditions de fonctionnement les plus sévères pour une application donnée.

**3.7 pression nominale à l'aspiration:** Pression à l'aspiration qui, ajoutée à la hauteur nominale (convertie en pression) correspondant au débit nominal, conduit à la pression nominale au refoulement.

**3.8 pression nominale au refoulement:** Pression au refoulement de la pompe au débit nominal, à la hauteur nominale (convertie en pression) et à la pression nominale à l'aspiration.

**3.9 relation pression - température:** Relation entre la pression et la température donnée sous forme de graphique (voir ci-dessous).

iTeh STANDARD REVIEW  
(standards.iteh.ai)  
ISO 5199-1986  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1e0663b3-1eaa-45ab-b296-b846234a75c8/iso-5199-1986>



**3.10 surépaisseur de corrosion:** Partie de l'épaisseur des parois des éléments mouillés par le liquide pompé qui excède l'épaisseur théorique requise pour résister aux limites de pression données en 4.4.1.

**3.11 vitesse continue maximale admissible:** La plus grande vitesse à laquelle il est permis, par le constructeur, de faire fonctionner la pompe de manière continue.

**3.12 vitesse de déclenchement:** Vitesse de rotation à laquelle se déclenche le mécanisme d'arrêt d'urgence de la turbine.

**3.13 première vitesse critique:** Vitesse de rotation d'une machine pour laquelle la première fréquence naturelle (minimale) de vibration radiale des parties tournantes correspond à la fréquence de rotation.

**3.14 charge de calcul:** Charge hydraulique radiale maximale sur la plus grande roue (diamètre et largeur) fonctionnant dans les limites précisées par le constructeur sur sa courbe de vitesse maximale avec un liquide de masse volumique 1000 kg/m<sup>3</sup>.

**3.15 charge maximale:** Charge hydraulique radiale maximale sur la plus grande roue (diamètre et largeur) fonctionnant en n'importe quel point de sa courbe de vitesse maximale avec un liquide de masse volumique 1000 kg/m<sup>3</sup>.

**3.16 faux-rond de l'arbre (battement radial):** Déviation radiale totale indiquée par un dispositif mesurant la position de l'arbre par rapport au corps de palier lorsqu'on fait tourner l'arbre manuellement en position horizontale.

**3.17 voile de la face (battement axial):** Déviation axiale totale indiquée sur la face radiale extérieure de la boîte à garniture par un dispositif fixé à l'arbre et tournant avec lui lorsqu'on fait tourner l'arbre manuellement en position horizontale dans ses paliers. La face radiale est celle qui détermine l'alignement d'un élément de garniture.

**3.18 flexion de l'arbre:** Le terme « flexion de l'arbre » utilisé dans la présente Norme internationale décrit le déplacement d'un arbre à partir de son centre géométrique en réponse aux forces hydrauliques radiales agissant sur la roue. Il ne comprend pas le mouvement de l'arbre dû à l'inclinaison dans les paliers due à la flexion provoquée par un mauvais équilibrage de la roue ou au battement radial de l'arbre.

**3.19 circulation:** Le retour du liquide pompé de la zone de haute pression vers le logement de la garniture peut se faire par une tuyauterie externe ou par un passage interne et est utilisé pour évacuer la chaleur produite par la garniture ou bien est conçu pour améliorer les conditions de fonctionnement de la garniture. Dans certains cas, il peut être souhaitable que la circulation se fasse du logement de la garniture vers une zone de pression inférieure (par exemple à l'aspiration de la pompe).

**3.20 injection:** Introduction à partir d'une source externe, d'un liquide approprié (propre, compatible, etc.) dans le logement de la garniture puis dans le liquide pompé. Est utilisée dans le même but que la circulation de liquide mais également pour améliorer les conditions de fonctionnement de la garniture.

**3.21 balayage:** Introduction continue ou intermittente d'un fluide approprié (propre, compatible, etc.) du côté atmosphère de la garniture principale de l'arbre. Est utilisé pour remédier à la pénétration d'air ou d'humidité, pour éviter ou nettoyer les dépôts (y compris le givre), lubrifier une garniture auxiliaire, éteindre un début d'incendie, diluer, réchauffer ou refroidir les fuites.

**3.22 liquide de barrage (régulateur):** Liquide approprié (propre, compatible, etc.) introduit entre deux garnitures (garniture mécanique et/ou garniture à tresse). La pression du liquide de barrage dépend de la disposition des garnitures. Le liquide de barrage peut être utilisé pour éviter la pénétration d'air dans la pompe. Le liquide de barrage est en général plus facile à arrêter par une garniture que le liquide pompé et/ou engendre un risque moindre en cas de fuite.

## 4 Conception

### 4.1 Généralités

#### 4.1.1 Courbe caractéristique

La courbe caractéristique doit indiquer les limites admissibles de fonctionnement de la pompe. Les pompes à courbe caractéristique stable sont à préférer. Sur le graphique de fonctionnement, en fonction du débit, les courbes caractéristiques correspondant aux diamètres maximal et minimal de la roue doivent être tracées.

#### 4.1.2 Hauteur énergétique nette absolue à l'aspiration (NPSH)

Le NPSH requis, (NPSH)<sub>r</sub>, doit être basé, sauf convention contraire, sur de l'eau froide, comme spécifié dans l'ISO 2548 ou dans l'ISO 3555.

La courbe du (NPSH)<sub>r</sub> pour l'eau en fonction du débit doit être fournie.

Dans le cas où le constructeur de la pompe considère qu'en raison du matériau de construction et du liquide pompé, un (NPSH) plus important est nécessaire, il devrait le mentionner dans le projet et fournir la courbe appropriée.

Le NPSH disponible (NPSH)<sub>a</sub> doit être supérieur au (NPSH)<sub>r</sub> d'au moins 0,5 m. Des facteurs de correction pour hydrocarbures ne sont pas autorisés.

Pour les essais de NPSH, voir en 6.3.2.3.

#### 4.1.3 Installation extérieure

Les pompes doivent être adaptées à une installation extérieure dans des conditions ambiantes normales.

Les conditions ambiantes locales anormales, telles que températures élevées ou basses, environnement corrosif, vent de sable, etc., auxquelles la pompe sera assujettie, doivent être spécifiées par le client.

### 4.2 Machine d'entraînement

Ce qui suit doit être pris en considération pour déterminer les caractéristiques nominales de l'entraînement:

- a) application et méthode d'utilisation de la pompe. Par exemple, dans le cas d'utilisation en parallèle de plusieurs pompes, il faut tenir compte du domaine de fonctionnement possible avec une seule pompe en service, compte tenu de la caractéristique du circuit;
- b) position du point de fonctionnement sur la courbe caractéristique de la pompe;
- c) perte par frottement dans le dispositif d'étanchéité;
- d) débit de circulation dans la garniture mécanique (en particulier, pour les pompes à faible débit);
- e) propriétés du liquide pompé (viscosité, solides en suspension, masse volumique);
- f) perte de puissance et glissement dus à la transmission;
- g) conditions atmosphériques sur le lieu d'installation de la pompe.

Les moteurs utilisés pour entraîner toutes les pompes auxquelles se rapporte la présente Norme internationale doivent fournir une puissance nominale au moins égale, en pourcentage de la puissance absorbée nominale de la pompe, à la valeur donnée à la figure 1, qui ne doit jamais être inférieure à 1 kW.

S'il apparaît que ceci conduise à un surdimensionnement inutile de l'entraînement, une contre-proposition doit être soumise au client pour approbation.

### 4.3 Vitesse critique, équilibrage et vibrations

#### 4.3.1 Vitesse critique

Dans les conditions de fonctionnement, la première vitesse latérale critique réelle du rotor couplé à l'entraînement agréé doit se trouver à au moins 10 % au-dessus de la vitesse maximale admissible en continu, y compris, dans le cas d'entraînement par turbine, la survitesse de déclenchement.

#### 4.3.2 Équilibrage et vibrations

On doit procéder à un équilibrage des pièces rotatives de la pompe. Les vibrations ne doivent pas excéder les limites de l'intensité vibratoire données dans le tableau lorsqu'elles sont mesurées sur les installations d'essai du constructeur. Ces valeurs sont mesurées radialement sur le corps du palier en un seul point de fonctionnement correspondant à la vitesse nominale ( $\pm 5\%$ ) et au débit nominal ( $\pm 5\%$ ) au cours d'un fonctionnement sans cavitation.

Pour information, en règle générale, ceci peut être obtenu par un équilibrage en conformité avec la classe G 6,3 de l'ISO 1940.

(standards.iteh.ai)

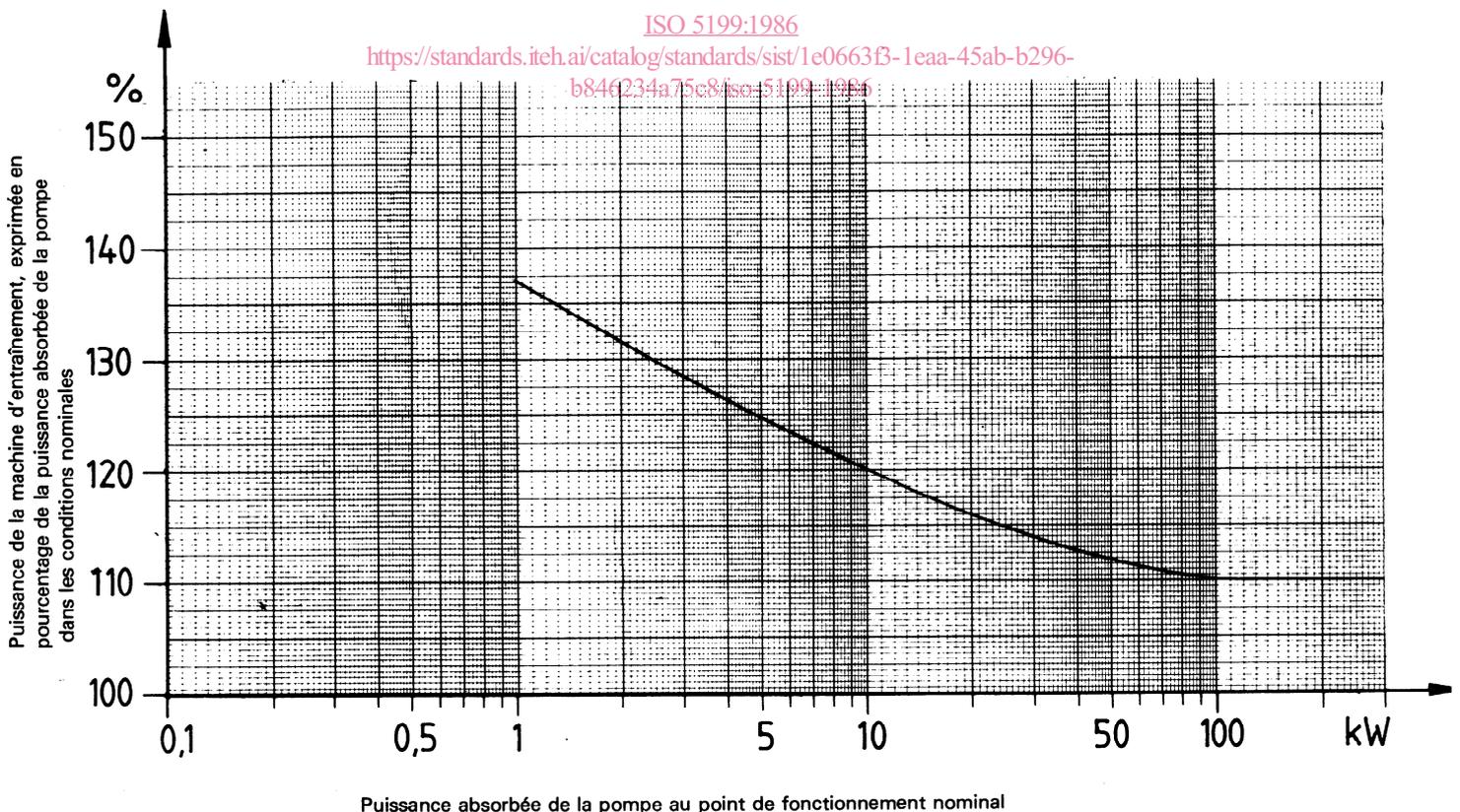


Figure 1 — Puissance de la machine d'entraînement, exprimée en pourcentage de la puissance absorbée de la pompe dans les conditions nominales

**Tableau — Limites de l'intensité vibratoire pour les pompes horizontales à roues à aubage multiple \***

Vitesse de rotation, $n$	Valeurs efficaces maximales de la vitesse de vibration pour une hauteur d'axe de l'arbre $h_1$	
	$h_1 < 225$ mm	$h_1 > 225$ mm
min <sup>-1</sup>	mm/s	mm/s
$n < 1800$	2,8	4,5
$1800 < n < 4\ 500$	4,5	7,1

\* Tableau basé sur l'ISO 2372 et l'ISO 2373.

Les pompes à roue spéciale, du type à un seul canal par exemple, peuvent dépasser les limites données dans le tableau. Ceci doit être indiqué, le cas échéant, par le constructeur dans son offre.

Voir aussi annexe B.

## 4.4 Éléments sous pression

### 4.4.1 Relation pression-température

La pression maximale dans la pompe (pression nominale) dans les conditions d'utilisation les plus sévères doit être définie clairement par le constructeur. En aucun cas, cette pression, dans le corps et l'enveloppe, y compris le logement du dispositif d'étanchéité de l'arbre et la bague-fouloir/couvercle de garniture ne doit être supérieure à celle autorisée par les brides.

La pression de calcul de base de la pompe doit être au moins une pression effective de 16 bar<sup>1)</sup> à 20 °C s'il s'agit d'une pompe en fonte, fonte ductile, acier au carbone ou acier inoxydable.

Pour les matériaux dont les caractéristiques mécaniques n'autorisent pas une pression nominale de 16 bar, la relation pression-température doit être ajustée selon la courbe de limite d'élasticité en fonction de la température du matériau et clairement indiquée par le constructeur.

### 4.4.2 Épaisseur des parois

Les enveloppes sous pression y compris le logement du dispositif d'étanchéité de l'arbre et la bague-fouloir/couvercle de garniture doivent avoir une épaisseur appropriée pour supporter la pression et limiter la déformation sous la pression nominale à la température de fonctionnement.

Le corps doit également être adapté à la pression d'épreuve hydraulique (voir 6.3.1) à la température ambiante.

**Les parties sous pression doivent avoir une surépaisseur de corrosion de 3 mm, sauf accord particulier.**

### 4.4.3 Matériaux

Les matériaux utilisés pour les éléments sous pression doivent convenir au liquide pompé et à l'utilisation de la pompe (voir chapitre 5).

## 4.4.4 Caractéristiques mécaniques

### 4.4.4.1 Démontage

La pompe doit de préférence être conçue avec démontage par l'arrière afin de permettre le démontage de l'ensemble roue-arbre-dispositif d'étanchéité-paliers, sans déconnecter les brides à l'aspiration et au refoulement. Le démontage des composants devra être facilité par des moyens adéquats, par exemple, vis-vérins.

### 4.4.4.2 Vis-vérins

Lorsqu'on utilise des vis-vérins pour séparer deux faces en contact, il faut que la face d'appui présente un chambrage pour pouvoir adapter la vis-vérin sans provoquer de fuite ou un mauvais ajustage. Les vis à têtes creuses devraient être évitées si possible.

### 4.4.4.3 Enveloppes

Les enveloppes de réchauffage ou de refroidissement du corps de la pompe ou du logement du dispositif d'étanchéité, ou des deux, sont facultatives. Les enveloppes de refroidissement doivent être conçues pour une pression de service d'au moins 6 bar à 170 °C.

### 4.4.4.4 Joints du corps de pompe

La conception des joints du corps de pompe doit être adaptée aux conditions d'utilisation nominales et aux conditions de l'épreuve hydraulique à la température ambiante. Les joints du couvercle du corps doivent être encastrés du côté de l'atmosphère pour éviter toute éjection du joint.

### 4.4.4.5 Événement

Une pompe qui véhicule un liquide à une pression voisine de sa tension de vapeur ou contenant un gaz doit être conçue de façon que les vapeurs puissent être évacuées correctement.

### 4.4.4.6 Boulonnerie externe

Les boulons ou goujons qui maintiennent les éléments de l'enveloppe sous pression, y compris le logement du dispositif d'étanchéité de l'arbre, doivent avoir un diamètre d'au moins 12 mm (filetage métrique ISO).

NOTE — Si, en raison d'un manque d'espace, il n'est pas possible d'utiliser des boulons ou goujons de 12 mm, des boulons ou goujons plus petits peuvent être utilisés.

La boulonnerie choisie (classes de caractéristiques mécaniques) doit être adaptée à la pression nominale et à des conditions de serrage normales. Si, en quelque point, il est nécessaire d'utiliser un élément de fixation d'une qualité spéciale, les éléments interchangeables pour d'autres assemblages doivent être de qualité identique. Les vis à têtes creuses devraient être évitées si possible.

1) 1 bar = 0,1 MPa

#### 4.4.4.7 Support du corps pour température élevée

Dans les applications à des températures supérieures à 175 °C, par exemple, on envisagera la possibilité de soutenir le corps dans son plan médian.

### 4.5 Tubulures et raccords divers

#### 4.5.1 Domaine d'application

Ce paragraphe s'applique à toutes les liaisons de circuits des fluides de la pompe soit pour l'utilisation, soit pour l'entretien.

#### 4.5.2 Tubulures à l'aspiration et au refoulement

Les tubulures à l'aspiration et au refoulement doivent être munies de brides et conçues pour la même pression sauf si le constructeur de la pompe en décide autrement et s'il fait ressortir la nécessité d'un allègement.

#### 4.5.3 Événement, manomètre et vidange

On doit prévoir la purge d'air de toutes les parties du corps de pompe et du logement du dispositif d'étanchéité, à moins que la pompe ne soit construite de manière auto-purgeante par la disposition des tubulures.

On doit prévoir la possibilité d'implanter des prises de manomètres aux tubulures à l'aspiration et au refoulement. À l'appel d'offre et/ou à la commande, il doit être précisé s'il est nécessaire de percer ces orifices.

On doit prévoir la possibilité de la vidange du (des) point(s) bas de la pompe. À l'appel d'offre et/ou à la commande, il doit être précisé s'il est nécessaire de percer de tels orifices et de les garnir d'un bouchon ou d'autres éléments de fermeture.

#### 4.5.4 Éléments de fermeture

Le matériau de ces éléments (bouchons, brides pleines, etc.) doit convenir au liquide pompé. On doit veiller à la compatibilité des divers matériaux entre eux, d'une part vis-à-vis de la résistance à la corrosion et d'autre part afin de réduire le risque de grippage ou d'usure des filetages par frottement.

Tous les orifices exposés au liquide pompé sous pression, y compris tous les orifices des garnitures de l'arbre, doivent être munis de fermetures amovibles adaptées à la pression interne.

#### 4.5.5 Tuyauteries auxiliaires

Toutes les tuyauteries auxiliaires doivent être réalisées en un matériau adéquat et à des dimensions et épaisseurs convenant à l'usage prévu (voir aussi 4.13.5).

Le diamètre interne de la tuyauterie doit toujours être de 8 mm au moins et l'épaisseur de paroi de 1 mm. Il est préférable d'utiliser de plus grands diamètres et de plus fortes épaisseurs de parois. La tuyauterie auxiliaire doit être munie de raccords démontables, afin de permettre un démontage aisé. **Le type de raccords doit faire l'objet d'un accord entre les parties.**

#### 4.5.6 Identification des raccords

Tous les raccords doivent être identifiés sur le plan d'encombrement en accord avec leur rôle et leur fonction. Il est recommandé que cette identification soit aussi reportée sur la pompe.

### 4.6 Forces et moments externes sur les brides (à l'aspiration et au refoulement)

**Sauf méthode différente convenue entre le client et le constructeur, la méthode à utiliser pour les pompes en acier moulé doit être celle qui est donnée en annexe C.**

Le client doit calculer les forces et les moments exercés par la tuyauterie sur la pompe.

Le constructeur doit vérifier que ces charges sont admissibles pour la pompe considérée. **Si les charges sont supérieures aux charges admissibles, la solution au problème doit faire l'objet d'un accord entre le client et le constructeur.**

### 4.7 Brides des tubulures

Les dimensions de la bride brute doivent permettre de l'usiner conformément à l'ISO 2084 et/ou à l'ISO 2229. Si le modèle type du constructeur de pompes entraîne une épaisseur et un diamètre de bride supérieurs à ceux de la gamme normalisée, la bride la plus épaisse peut être utilisée mais la face doit être usinée et percée comme il a été spécifié. Une bonne portée de la tête du boulon et de l'écrou au dos des brides moulées doit être assurée. Les trous de boulons doivent être hors axe.

### 4.8 Roues

#### 4.8.1 Types de roues

Des types de roues fermées, semi-ouvertes ou ouvertes peuvent être choisis selon l'utilisation de la pompe.

Les roues de construction moulée ou soudée doivent être réalisées en une seule pièce, à l'exception des bagues d'usure.

**Les roues fabriquées par d'autres moyens sont admissibles dans des cas spéciaux, par exemple pour des roues ayant une faible largeur de sortie ou des roues construites avec des matériaux spéciaux. Cependant, ces cas nécessitent l'approbation du client.**

#### 4.8.2 Fixation des roues

Les roues doivent être solidement fixées pour éviter tout mouvement circonférentiel ou axial lorsqu'elles tournent dans le sens prévu.

#### 4.8.3 Réglage axial

Si un réglage *in situ* du jeu axial de la roue est imposé, il doit pouvoir se faire par des moyens externes. Si le réglage est obtenu par un mouvement axial du rotor, l'attention doit être portée sur l'effet néfaste qui peut en résulter sur la (les) garniture(s) mécanique(s), (voir aussi 4.11.6).

### 4.9 Bagues d'usure ou pièces équivalentes

Des bagues d'usure devraient être prévues là où c'est nécessaire. Lorsque des bagues d'usure sont utilisées, il doit être possible de les remplacer et elles doivent être fixées solidement pour éviter toute rotation intempestive.

#### 4.10 Jeux de fonctionnement

En établissant des jeux de fonctionnement entre les pièces fixes et les pièces rotatives, on doit prendre en considération les conditions d'utilisation et les propriétés des matériaux utilisés dans ces éléments (comme la dureté ou la résistance au frottement). Les jeux doivent être dimensionnés de façon à éviter tout contact, et les matériaux doivent être choisis de manière à réduire les risques de grippage et d'érosion.

#### 4.11 Arbres et chemises d'arbres

##### 4.11.1 Généralités

Le dimensionnement et la rigidité de l'arbre doivent être suffisants pour :

- transmettre la puissance nominale de la machine d'entraînement;
- réduire les risques de mauvais fonctionnement des joints et garnitures d'étanchéité;
- réduire les risques d'usure et de grippage;
- tenir compte des poussées radiales statiques et dynamiques, de la vitesse critique (voir 4.3.1) et des méthodes de démarrage et du couple d'inertie qu'il produit.

##### 4.11.2 Rugosité de surface

Sauf exigence contraire pour les dispositifs d'étanchéité, la rugosité de surface de l'arbre ou de la chemise au droit de la boîte à garniture, de la garniture mécanique et de la garniture à huile ne doit pas être supérieure à  $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ .

La mesure de la rugosité de surface doit être faite de la manière indiquée dans l'ISO 3274.

##### 4.11.3 Flexion de l'arbre

La flexion calculée de l'arbre dans le plan radial passant par la face extérieure du dispositif d'étanchéité, due aux charges radiales exercées pendant le fonctionnement de la pompe, doit être compatible avec le bon fonctionnement des garnitures mécaniques.

Dans le cas des pompes spécifiées dans l'ISO 2858, cette valeur ne doit pas être supérieure à  $50 \mu\text{m}$  telle que vérifiée par des essais sur prototypes.

La condition a) ci-après est toujours applicable; **les conditions b) et/ou c) peuvent être en outre requises par accord:**

- dans les limites d'utilisation admissibles de la pompe;
- pour la charge de calcul;**
- pour la charge maximale.**

L'action de support des tresses de la garniture ne doit pas être prise en considération lors de la détermination de la flèche de l'arbre.

##### 4.11.4 Diamètre

Le diamètre des portions de l'arbre ou des chemises de l'arbre en contact avec les garnitures doit être, si possible, en conformité avec l'ISO 3069.

##### 4.11.5 Faux-rond (battement radial) de l'arbre

La construction et le montage de l'arbre et de la chemise éventuelle doivent garantir que le faux-rond (battement radial, voir 3.16) dans un plan radial passant par la face extérieure de la boîte à garniture n'est pas supérieur à  $50 \mu\text{m}$  pour des diamètres extérieurs nominaux inférieurs à  $50 \text{ mm}$ , à  $80 \mu\text{m}$  pour des diamètres extérieurs nominaux de  $50$  à  $100 \text{ mm}$ , et à  $100 \mu\text{m}$  pour des diamètres extérieurs nominaux supérieurs à  $100 \text{ mm}$ .

##### 4.11.6 Mouvement axial

Le mouvement axial du rotor permis par les butées doit être limité de manière à ne pas gêner le fonctionnement de la garniture mécanique.

##### 4.11.7 Fixation et étanchéité des chemises d'arbre

Lorsqu'il y a une chemise d'arbre, elle doit être fermement protégée contre tout mouvement axial ou circonférentiel. La chemise d'arbre doit s'appliquer sur le moyeu de la roue pour empêcher les fuites au niveau de l'arbre.

##### 4.11.8 Disposition des chemises d'arbre lorsqu'elles sont prévues

Sur une pompe équipée de garnitures à tresses, la chemise éventuelle doit dépasser la face extérieure de la bague-fouloir. Sur une pompe équipée de garnitures mécaniques, la chemise doit dépasser le couvercle de la garniture. Sur une pompe munie d'une garniture auxiliaire ou d'une douille de laminage, la chemise d'arbre doit dépasser ces éléments. La fuite entre l'arbre et la chemise ne peut ainsi pas être confondue avec la fuite au presse-étoupe ou aux faces de la garniture mécanique.

**Pour certaines dispositions de garnitures mécaniques (par exemple garnitures mécaniques externes, garnitures mécaniques doubles) des solutions différentes peuvent être proposées.**

##### 4.11.9 Fixation des butées

Les anneaux élastiques en contact direct avec les paliers ne sont pas admis pour transmettre la poussée de l'arbre à la bague intérieure du roulement. On préférera les contre-écrous et rondelles-freins.

#### 4.12 Paliers

##### 4.12.1 Généralités

En règle générale, on utilise les paliers à roulements normalisés. **D'autres types de paliers peuvent être utilisés.**

#### 4.12.2 Durée de vie des roulements

Les roulements doivent être choisis conformément à l'ISO 76 et l'ISO 281/1; leur durée de vie normale (B10) doit être au moins de 17 500 h si le fonctionnement se fait dans les limites d'utilisation admissibles. Le constructeur spécifiera la limite de la pression d'aspiration en fonction de la hauteur délivrée à la charge maximale pour une durée de vie calculée d'au moins 17 500 h.

#### 4.12.3 Température du palier

Le constructeur de pompes doit préciser si le refroidissement ou le réchauffage est nécessaire pour maintenir la température des paliers dans les limites données par le constructeur de roulements.

#### 4.12.4 Lubrification

Les instructions d'utilisation doivent comprendre des informations sur le type de lubrifiant à utiliser et les conditions de lubrification.

#### 4.12.5 Conception du corps de palier

Des raccords filetés ou à joints plats ne doivent pas être utilisés pour séparer les fluides de refroidissement ou de réchauffage du lubrifiant, afin d'éviter toute perte ou contamination.

Tous les orifices du corps de palier doivent être conçus de manière à éviter l'introduction de contaminants et la fuite du lubrifiant dans des conditions d'utilisation normales.

Dans les zones dangereuses, tout dispositif d'étanchéité du corps de palier doit être conçu pour ne pas être une source d'incendie.

En cas de lubrification par huile, on doit prévoir un bouchon de vidange de l'huile.

Si le corps de palier sert également de chambre à huile, un indicateur de niveau d'huile ou un graisseur à niveau constant doivent être utilisés. Le repère de niveau d'huile ou le réglage des graisseurs à niveau constant doivent être marqués de façon indélébile et visible et doivent permettre de repérer si le niveau est stationnaire ou fluctuant.

Lorsqu'on utilise des paliers à graisse, on doit prévoir une évacuation de la graisse usagée.

### 4.13 Dispositifs d'étanchéité de l'arbre

#### 4.13.1 Généralités

La conception de la pompe doit permettre l'utilisation de toutes les possibilités suivantes:

- garniture à tresses (P),
- garniture mécanique simple (S),
- garniture mécanique double (D),

comme indiqué dans l'annexe D.

Les dispositifs de balayage (Q) qui peuvent devenir nécessaires dans certains cas sont également indiqués dans l'annexe D.

Les dimensions du logement de la garniture doivent être conformes à l'ISO 3069 sauf si les conditions d'utilisation ne le permettent pas.

On doit prévoir les dispositifs nécessaires pour limiter, recueillir et évacuer tout écoulement de liquide hors de la garniture.

#### 4.13.2 Boîte à garniture

Des dispositions doivent être prises pour permettre la mise en place d'une bague-lanterne. **Les raccords de sortie, où cela est nécessaire, doivent être précisés par le client ou le constructeur.** Un espace suffisant doit être prévu pour le changement de tresses, sans enlever ou démonter une pièce autre que les éléments de la bague-fouloir et les protecteurs. Les éléments de la bague-fouloir doivent être retenus solidement même si la tresse perd de sa compression.

#### 4.13.3 Garnitures mécaniques

##### 4.13.3.1 Critères de choix relatifs au fonctionnement

Parmi les principaux critères de choix de garnitures mécaniques on peut citer les suivants:

- propriétés chimiques et physiques, et nature du liquide pompé;
- pressions maximale et minimale prévisibles à étancher;
- température et tension de vapeur du liquide à la garniture;
- conditions d'utilisation particulières (y compris le démarrage, l'arrêt, les chocs thermiques et mécaniques, etc.);
- vitesse et sens de rotation de la pompe.

##### 4.13.3.2 Types et disposition

La présente Norme internationale ne concerne pas l'étude des éléments de la garniture mécanique mais ces éléments doivent être conçus pour supporter les conditions d'utilisation précisées dans les feuilles de spécifications (voir annexe A).

**La disposition (par exemple garniture mécanique simple, double, compensée ou non compensée, voir annexe D) doit être spécifiée dans la feuille de spécifications (voir annexe A).**

Si la pompe véhicule des liquides proches de leur point d'ébullition, la pression dans la chambre de la garniture mécanique doit être suffisamment supérieure à la pression à l'aspiration ou alors la température au voisinage immédiat de la garniture doit être suffisamment inférieure à la température de vaporisation, et ce afin d'éviter la vaporisation entre les faces de la garniture.

Si une disposition dos à dos des garnitures est utilisée, le liquide de barrage entre les garnitures doit être compatible avec le procédé et doit être maintenu à une pression supérieure à la pression à étancher.

Si les garnitures mécaniques sont disposées dos à dos, le grain fixe côté roue doit être convenablement fixé pour ne pas bouger en cas de chute de pression du liquide de barrage.

Pour les pompes fonctionnant à une température inférieure à 0 °C, on peut prévoir un balayage afin d'éviter toute formation de givre.

#### 4.13.3.3 Matériaux

On doit choisir, pour les éléments de la garniture, un matériau apte à résister à la corrosion, à l'érosion, à la température, aux chocs thermiques et mécaniques, etc. Dans le cas de garnitures mécaniques, les parties métalliques noyées dans le liquide pompé doivent être d'un matériau de qualité au moins égale à celle du matériau du corps de la pompe pour ce qui concerne les propriétés mécaniques et la résistance à la corrosion (voir chapitre 5).

#### 4.13.3.4 Caractéristiques de construction

Des mesures doivent être prises pour centrer le couvercle de la garniture par rapport au logement de garniture. Un emboîtement cylindrique ajusté mâle ou femelle est une méthode acceptable pour obtenir ce résultat.

Le couvercle de la garniture doit avoir une rigidité suffisante pour éviter toute déformation. Le logement de la garniture et son couvercle ainsi que les boulons de fixation (voir 4.4.4.6) doivent être conçus pour supporter la pression d'utilisation admissible à la température de service et la charge nécessaire de serrage du joint.

Les joints entre le logement de la garniture et le grain fixe ou le couvercle de la garniture doivent être encastés ou d'une conception équivalente afin d'éviter toute éjection du joint.

Tous les éléments fixes de la garniture, y compris le couvercle, doivent être conçus de manière à interdire tout contact accidentel avec l'arbre ou la chemise ainsi que le risque de rotation. Si le grain fixe touche l'arbre ou la chemise d'arbre, la surface de contact doit être de dureté et de résistance à la corrosion suffisantes. Les orifices d'entrée doivent être aménagés et leurs arêtes arrondies pour éviter de détériorer la garniture au montage.

La tolérance d'usinage du logement de la garniture et du couvercle de la garniture doit limiter le voile de la face du grain fixe de la garniture mécanique aux valeurs maximales admissibles données par son constructeur.

Si l'on prévoit une douille de laminage dans le couvercle pour réduire la fuite lors d'une avarie totale de la garniture, le jeu diamétral, exprimé en millimètres, entre la douille et l'arbre doit être le plus petit possible et en aucun cas supérieur à :

$$\frac{\text{Diamètre de l'arbre}}{100} + 0,2$$

**Si toute fuite doit être évitée, une garniture auxiliaire (par exemple, garniture double) est nécessaire (voir annexe D).**

La chambre de la garniture doit être conçue de manière à éviter si possible le piégeage de l'air. Si cela n'est pas possible, la chambre de la garniture doit pouvoir être purgée par l'opérateur. La méthode doit être donnée dans le manuel d'instructions.

Les entrées de liquide et si nécessaire les sorties du logement de la garniture doivent se faire aussi près que possible des faces de la garniture.

**Sauf convention contraire, des trous peuvent être percés et taraudés même lorsqu'un raccordement n'est pas nécessaire (voir 4.5.3 et 4.5.5).**

#### 4.13.3.5 Assemblage et essai

Pour l'assemblage pour expédition, voir 7.1.

La garniture mécanique ne doit pas être soumise à la pression d'épreuve hydraulique lorsque celle-ci dépasse la limite de pression de la garniture.

Le client doit savoir, avant de passer sa commande, si les faces des garnitures d'étanchéité supportent ou non l'eau (démarage).

#### 4.13.4 Tuyauterie auxiliaire pour la boîte à garniture et la garniture mécanique

**4.13.4.1** La pompe doit être conçue pour recevoir toute tuyauterie auxiliaire qui est nécessaire au fonctionnement de la garniture dans les conditions spécifiées.

**4.13.4.2** Une tuyauterie auxiliaire peut être requise pour ce qui suit :

- a) pour catégorie a) qui comprend les liquides du procédé ou les liquides qui peuvent entrer dans le procédé:
  - circulation, si ce n'est pas par passages internes,
  - injection (arrosage),
  - barrage,
  - pressurisation;
- b) pour catégorie b), c'est-à-dire les services qui n'entrent pas dans le procédé:
  - réchauffage,
  - refroidissement,
  - balayage.

#### 4.13.5 Étude mécanique de la tuyauterie auxiliaire

Le balayage auxiliaire doit être en conformité avec l'annexe E ou une autre convention agréée.

**Dans chacun des cas, la limite de fourniture et les détails des raccords de tuyauterie pour les services externes doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le constructeur.**

Lorsque c'est spécifié, le système de tuyauterie, y compris tous les accessoires, doit être fourni par le constructeur de pompes et si possible entièrement monté sur la pompe.

La tuyauterie doit être conçue et installée de manière à permettre le démontage pour entretien et nettoyage; elle doit être supportée de manière à éviter toute détérioration due aux vibrations en fonctionnement normal et lors de l'entretien.