

# NORME INTERNATIONALE

# CEI 60193

Deuxième édition  
1999-11

---

---

## Turbines hydrauliques, pompes d'accumulation et pompes-turbines – Essais de réception sur modèle

iTech Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

<https://standards.iteh.ai> IEC 60193:1999

<https://standards.iteh.ai/standards/iec/bc41187e2-4013-4da9-8c13-a4cb64d3d9ee/iec-60193-1999>

*Cette version **française** découle de la publication d'origine **bilingue** dont les pages anglaises ont été supprimées. Les numéros de page manquants sont ceux des pages supprimées.*



Numéro de référence  
CEI 60193:1999(F)

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))

- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

# NORME INTERNATIONALE

# CEI 60193

Deuxième édition  
1999-11

---

---

## Turbines hydrauliques, pompes d'accumulation et pompes-turbines – Essais de réception sur modèle

iTech Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

<https://standards.iteh.ai>  
<https://standards.iteh.ai/standards/iec/60193/iec-60193-1999>

<https://standards.iteh.ai/standards/iec/60193/iec-60193-1999>

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	10
Articles	
1 Règles générales .....	12
1.1 Domaine d'application et objet.....	12
1.1.1 Domaine d'application .....	12
1.1.2 Objet.....	12
1.2 Références normatives .....	14
1.3 Terminologie, définitions, symboles et unités.....	16
1.3.1 Généralités .....	16
1.3.2 Unités .....	18
1.3.3 Liste des termes, définitions, symboles et unités.....	20
1.4 Nature et étendue des garanties relatives au fonctionnement hydraulique.....	58
1.4.1 Généralités .....	58
1.4.2 Garanties principales de performances hydrauliques vérifiables par un essai sur modèle .....	60
1.4.3 Garanties non vérifiables par des essais sur modèle.....	66
1.4.4 Données complémentaires de fonctionnement.....	66
2 Exécution des essais.....	68
2.1 Exigences imposées à l'installation d'essais et au modèle .....	68
2.1.1 Choix du laboratoire .....	68
2.1.2 Installation d'essais.....	68
2.1.3 Exigences concernant le modèle .....	70
2.2 Contrôle dimensionnel du modèle et du prototype.....	74
2.2.1 Généralités .....	74
2.2.2 Dimensions à contrôler sur le modèle et le prototype .....	94
2.2.3 Ondulation et rugosité de surface .....	110
2.3 Similitude hydraulique, conditions d'essai et modalités d'exécution des essais.....	118
2.3.1 Similitude hydraulique .....	118
2.3.2 Conditions d'essai .....	132
2.3.3 Modalités d'exécution des essais.....	138
2.4 Introduction aux méthodes de mesure .....	160
2.4.1 Mesures liées aux garanties principales de performances hydrauliques ....	160
2.4.2 Mesures liées à des données complémentaires .....	164
2.4.3 Acquisition et traitement des données.....	164
2.5 Propriétés physiques.....	164
2.5.1 Généralités .....	164
2.5.2 Accélération due à la pesanteur.....	164
2.5.3 Propriétés physiques de l'eau.....	166
2.5.4 Propriétés physiques de l'atmosphère.....	176
2.5.5 Masse volumique du mercure .....	178

Articles	Pages
3 Performances hydrauliques principales: méthodes de mesurage et résultats.....	180
3.1 Acquisition et traitement des données .....	180
3.1.1 Introduction et définitions .....	180
3.1.2 Spécifications générales.....	180
3.1.3 Acquisition des données.....	184
3.1.4 Spécification des composants .....	186
3.1.5 Contrôle du système d'acquisition des données .....	192
3.2 Mesurage du débit .....	196
3.2.1 Généralités .....	196
3.2.2 Méthodes primaires.....	200
3.2.3 Méthodes secondaires.....	208
3.3 Mesurage de la pression .....	214
3.3.1 Généralités .....	214
3.3.2 Choix de la section de mesure de la pression .....	214
3.3.3 Prises de pression et tuyauteries de liaison .....	216
3.3.4 Appareillage de mesure de la pression .....	222
3.3.5 Etalonnage des appareils de mesure de pression .....	236
3.3.6 Mesures de vide.....	236
3.3.7 Incertitude sur les mesures de pression.....	238
3.4 Mesurage du niveau libre .....	238
3.4.1 Généralités .....	238
3.4.2 Choix des sections de mesurage du niveau libre.....	238
3.4.3 Nombre des points de mesurage dans une section .....	238
3.4.4 Appareillage de mesure.....	240
3.4.5 Incertitudes sur les mesures de niveau libre .....	244
3.5 Détermination de E et NPSE .....	244
3.5.1 Généralités .....	244
3.5.2 Détermination de l'énergie hydraulique massique E .....	246
3.5.3 Formules simplifiées pour E .....	250
3.5.4 Détermination de l'énergie massique nette à l'aspiration NPSE .....	260
3.6 Mesurage du couple sur l'arbre .....	270
3.6.1 Généralités .....	270
3.6.2 Méthodes de mesurage du couple .....	270
3.6.3 Méthodes pour absorber ou fournir la puissance.....	272
3.6.4 Schémas de montage.....	272
3.6.5 Contrôle du système.....	282
3.6.6 Etalonnage.....	282
3.6.7 Incertitude sur la mesure du couple .....	284
3.7 Mesurage de la vitesse de rotation .....	286
3.7.1 Généralités .....	286
3.7.2 Méthodes de mesurage de la vitesse.....	286
3.7.3 Contrôle .....	286
3.7.4 Incertitude de mesure.....	288

Articles	Pages
3.8	Calcul des résultats d'essai .....288
3.8.1	Généralités .....288
3.8.2	Calcul de la puissance, du débit et du rendement dans le domaine garanti .....298
3.8.3	Calcul de la vitesse et du débit d'emballement stabilisé .....328
3.9	Analyse des erreurs .....336
3.9.1	Principes de base (voir ISO 5168) .....336
3.9.2	Détermination des incertitudes lors des essais sur modèle.....340
3.10	Comparaison aux garanties .....350
3.10.1	Généralités .....350
3.10.2	Courbe d'interpolation et bande d'incertitude totale .....352
3.10.3	Puissance, débit et/ou énergie hydraulique massique et rendement dans le domaine garanti .....354
3.10.4	Vitesse et débit d'emballement .....362
3.10.5	Garanties de cavitation.....362
4	Données complémentaires de fonctionnement – Méthodes de mesurage et résultats ....366
4.1	Introduction au mesurage des données complémentaires .....366
4.1.1	Généralités .....366
4.1.2	Conditions d'essai et mode opératoire .....368
4.1.3	Incertitude de mesure.....368
4.1.4	Transposition du modèle au prototype .....368
4.2	Acquisition et traitement des données pour le mesurage des grandeurs fluctuantes .....370
4.2.1	Généralités .....370
4.2.2	Acquisition des données .....372
4.2.3	Traitement des données .....376
4.3	Fluctuations de pression .....378
4.3.1	Généralités .....378
4.3.2	Recommandations particulières pour le modèle et l'installation .....386
4.3.3	Instrumentation et étalonnage .....388
4.3.4	Détails de procédure .....390
4.3.5	Mesures .....396
4.3.6	Analyse, présentation et interprétation des résultats .....396
4.3.7	Transposition au prototype .....402
4.3.8	Incertitude .....408
4.4	Fluctuations de couple sur l'arbre .....410
4.4.1	Généralités .....410
4.4.2	Recommandations pour les mesures .....410
4.4.3	Analyse des résultats d'essais sur modèle .....410
4.4.4	Transposition au prototype .....410
4.5	Poussées axiale et radiale.....412
4.5.1	Généralités .....412
4.5.2	Poussée axiale.....414
4.5.3	Poussée radiale .....424

Articles	Pages
4.6 Efforts hydrauliques sur les organes de réglage.....	430
4.6.1 Généralités .....	430
4.6.2 Couple sur les directrices .....	432
4.6.3 Couple sur les pales de roue .....	442
4.6.4 Force sur le pointeau et couple sur le déflecteur des turbines Pelton .....	452
4.7 Essais dans un domaine de fonctionnement élargi.....	458
4.7.1 Généralités .....	458
4.7.2 Terminologie .....	458
4.7.3 Objet des essais .....	464
4.7.4 Particularités de certains essais .....	466
4.8 Mesures de pression différentielle en vue des essais indicatifs du prototype .....	470
4.8.1 Généralités .....	470
4.8.2 But de l'essai.....	472
4.8.3 Exécution de l'essai.....	472
4.8.4 Transposition aux conditions du prototype.....	474
4.8.5 Incertitude.....	474
 Annexe A (informative) Termes adimensionnels.....	 476
Annexe B (normative) Propriétés physiques, valeurs numériques.....	478
Annexe C (informative) Etablissement de l'équation définissant l'énergie hydraulique massique de la machine .....	494
Annexe D (informative) Influence de la masse volumique réelle de l'eau, $\rho_{wa}$ , sur les mesures et sur les étalonnages .....	498
Annexe E (informative) Procédure résumée d'essai et de calcul .....	500
Annexe F (normative) Effet d'échelle sur le rendement hydraulique des machines à réaction .....	508
Annexe G (normative) Calcul des caractéristiques d'emballage du prototype en tenant compte des pertes par frottement et par ventilation du groupe.....	518
Annexe H (informative) Exemple de détermination de la meilleure courbe lissée: méthode des segments séparés.....	520
Annexe J (informative) Exemples d'analyse des sources d'erreur et évaluation de l'incertitude.....	526
Annexe K (normative) Effet d'échelle sur le rendement des turbines Pelton .....	538
Annexe L (normative) Analyse des incertitudes aléatoires lors d'un essai dans des conditions de fonctionnement constantes .....	544
Annexe M (normative) Calcul du nombre de Thoma d'installation $\sigma_{pl}$ .....	552
Annexe N (informative) Bilan schématique détaillé des énergies hydrauliques massiques, des débits et des puissances .....	560
Annexe P (informative) Bibliographie .....	566

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TURBINES HYDRAULIQUES, POMPES D'ACCUMULATION  
ET POMPES-TURBINES –  
ESSAIS DE RÉCEPTION SUR MODÈLE**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60193 a été établie par le comité d'études 4 de la CEI: Turbines hydrauliques.

Cette deuxième édition de la CEI 60193 annule et remplace la première édition de la CEI 60193 parue en 1965, sa modification n° 1 (1977), son premier complément CEI 60193A (1972), ainsi que la CEI 60497 (1976) et la CEI 60995 (1991).

Les articles 1 à 3 de la présente norme couvrent le domaine traité dans les publications susmentionnées. En outre des informations supplémentaires sont données à l'article 4.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
4/157/FDIS	4/162/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes B, F, G, K, L et M font partie intégrante de cette norme.

Les annexes A, C, D, E, H, J, N et P sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2004. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée; ou
- amendée.

# TURBINES HYDRAULIQUES, POMPES D'ACCUMULATION ET POMPES-TURBINES – ESSAIS DE RÉCEPTION SUR MODÈLE

## 1 Règles générales

### 1.1 Domaine d'application et objet

#### 1.1.1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est applicable aux modèles de laboratoire de tout type de turbine hydraulique à action ou à réaction, de pompe d'accumulation ou de pompe-turbine.

Elle s'applique aux modèles de machines prototypes ayant une puissance unitaire supérieure à 5 MW ou un diamètre de référence supérieur à 3 m. Bien que l'application intégrale des procédures prescrites ne soit généralement pas justifiée pour des machines de puissance et de dimension inférieures, la présente norme peut néanmoins être utilisée pour de telles machines après accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Dans cette norme, le terme «turbine» inclut une pompe-turbine fonctionnant en turbine et le terme «pompe» inclut une pompe-turbine fonctionnant en pompe.

Cette norme exclut tous les sujets à caractère purement commercial, excepté ceux intimement liés à la bonne conduite des essais.

Cette norme ne concerne ni les détails de construction des machines, ni les propriétés mécaniques de leurs différentes parties pour autant que ces éléments n'affectent pas le fonctionnement du modèle ni la relation entre les performances du modèle et celles du prototype.

#### 1.1.2 Objet

La présente Norme internationale régit les modalités des essais de réception sur modèle des turbines hydrauliques, pompes d'accumulation et pompes-turbines en vue de déterminer si les garanties contractuelles de performances hydrauliques principales (voir 1.4.2) sont respectées.

Elle fixe les règles qui gouvernent la conduite de ces essais et prescrit les mesures à prendre en cas de contestation d'une phase quelconque des essais.

Les objectifs principaux de la présente Norme internationale sont

- de définir les termes et les grandeurs utilisés;
- de prescrire les méthodes d'essai et les façons de mesurer les grandeurs permettant d'évaluer les performances hydrauliques du modèle;
- de prescrire les méthodes de calcul des résultats et de comparaison aux garanties;
- de déterminer si les garanties contractuelles qui sont du domaine de cette norme sont respectées;
- de définir l'étendue, le contenu et la présentation du rapport final.

Les garanties peuvent être données de l'une des façons suivantes:

- garanties reposant sur les performances hydrauliques du prototype, calculées à partir des résultats d'essai du modèle en tenant compte des effets d'échelle;
- garanties reposant sur les performances hydrauliques du modèle.

Par ailleurs des données complémentaires de fonctionnement (voir 1.4.4) peuvent être nécessaires pour la conception ou l'exploitation de la machine hydraulique prototype. Contrairement aux prescriptions indiquées aux articles 1 à 3 relatives aux performances hydrauliques principales, les informations sur ces données complémentaires décrites à l'article 4 ne sont considérées que comme des recommandations ou des conseils à l'utilisateur (voir 4.1).

Il est particulièrement recommandé d'effectuer les essais de réception sur modèle lorsque les conditions pratiques dans lesquelles seraient faits des essais de réception sur le site (voir CEI 60041) ne permettraient pas de prouver le respect des garanties données pour le prototype.

La présente norme peut aussi s'appliquer aux essais sur modèle effectués à d'autres fins, par exemple des essais comparatifs ou des travaux de recherche et développement.

Lorsque des essais de réception sur modèle ont été réalisés, les essais sur place peuvent se réduire à des essais indiciels (voir CEI 60041, article 15).

S'il apparaît une contradiction entre cette norme et d'autres normes, les dispositions de la présente norme prévalent.

## 1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60041:1991, *Essais de réception sur place des turbines hydrauliques, pompes d'accumulation et pompes-turbines, en vue de la détermination de leurs performances hydrauliques*

CEI 60609:1978, *Evaluation de l'érosion de cavitation dans les turbines, les pompes d'accumulation et les pompes-turbines hydrauliques*

CEI 60609-2:1997, *Evaluation de l'érosion de cavitation dans les turbines, les pompes d'accumulation et les pompes-turbines hydrauliques – Partie 2: Evaluation dans les turbines Pelton*

CEI 60994:1991, *Guide pour la mesure in situ des vibrations et fluctuations sur machines hydrauliques (turbines, pompes d'accumulation et pompes turbines)*

CEI 61364:1999, *Nomenclature des machines hydrauliques*

CEI 61366 (toutes les parties), *Turbines hydrauliques, pompes d'accumulation et pompes-turbines – Documents d'appel d'offres*

ISO 31-3:1992, *Grandeurs et unités – Partie 3: Mécanique*

ISO 31-12:1992, *Grandeurs et unités – Partie 12: Nombres caractéristiques*

ISO 468:1982, *Rugosité de surface – Paramètres, leurs valeurs et les règles générales de la détermination des spécifications*

ISO 1438-1:1980, *Mesure de débit de l'eau dans les canaux découverts au moyen de déversoirs et de canaux Venturi – Partie 1: Déversoirs en mince paroi*

ISO 2186:1973, *Débit des fluides dans les conduites fermées – Liaisons pour la transmission du signal de pression entre les éléments primaires et secondaires*

ISO 2533:1975, *Atmosphère-type*  
Additif 1: 1985

ISO 4006:1991, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées – Vocabulaire et symboles*

ISO 4185:1980, *Mesure de débit des liquides dans les conduites fermées – Méthode par pesée*

ISO 4373:1995, *Mesure de débit des liquides dans les chenaux – Appareils de mesure du niveau de l'eau*

ISO 5167-1:1991, *Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes – Partie 1: Diaphragmes, tuyères et tubes de Venturi insérés dans des conduites en charge de section circulaire*

ISO 5168:1978, *Mesure de débit des fluides – Calcul de l'erreur limite sur une mesure de débit*

ISO 6817:1992, *Mesure de débit d'un fluide conducteur dans les conduites fermées – Méthode par débitmètres électromagnétiques*

ISO 7066-1:1997, *Evaluation de l'incertitude dans l'étalonnage et l'utilisation des appareils de mesure du débit – Partie 1: Relations d'étalonnage linéaires*

ISO 7066-2:1988, *Evaluation de l'incertitude dans l'étalonnage et l'utilisation des appareils de mesure du débit – Partie 2: Relations d'étalonnage non linéaires*

ISO 8316:1987, *Mesure de débit des liquides dans les conduites fermées – Méthode par jaugeage d'un réservoir volumétrique*

ISO 9104:1991, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées – Méthodes d'évaluation de la performance des débitmètres électromagnétiques utilisés pour les liquides*

VIM:1993, *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (BIPM-CEI-ISO-OIML)*

### **1.3 Terminologie, définitions, symboles et unités**

#### **1.3.1 Généralités**

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes d'usage général, leurs définitions, symboles et unités suivants s'appliquent. Les termes plus particuliers sont définis là où ils apparaissent.

Tout terme, définition ou unité de mesure qui ferait l'objet de contestation doit être précisé par écrit avant les essais, d'un commun accord entre les parties contractantes.

##### **1.3.1.1 point**

Un *point* est établi par une ou plusieurs séries consécutives de relevés et/ou d'enregistrements dans des conditions de fonctionnement et avec des ouvertures inchangées, de manière à pouvoir calculer les performances de la machine dans ces conditions de fonctionnement et avec ces ouvertures.

##### **1.3.1.2 essai**

un *essai* comprend un ensemble de points et de résultats qui permet d'établir les performances de la machine dans tout le domaine de fonctionnement spécifié

### 1.3.1.3 performances hydrauliques

toutes les grandeurs caractérisant le fonctionnement de la machine par suite des effets hydrodynamiques

### 1.3.1.4 performances hydrauliques principales

sous-ensemble des performances hydrauliques, à savoir la puissance, le débit et/ou l'énergie hydraulique massique, le rendement, la vitesse d'emballlement stabilisé et/ou le débit d'emballlement stabilisé. L'influence de la cavitation doit être prise en compte.

### 1.3.1.5 données complémentaires

autre sous-ensemble des performances hydrauliques qui peuvent être déterminées sur le modèle (voir 1.4.4) à titre informatif. Cependant, la prévision des données correspondantes pour le prototype est moins précise que pour les performances hydrauliques principales, car on applique des lois de similitude approchées.

### 1.3.1.6 garanties

performances spécifiées contractuellement acceptées

## 1.3.2 Unités

Le Système International d'Unités (SI, voir ISO 31-3) est utilisé tout au long de cette norme.

Tous les termes sont donnés en unités de base SI ou en unités cohérentes dérivées<sup>1)</sup>. Les équations de base sont valables lorsqu'on utilise ces unités. Cela ne doit pas être perdu de vue lorsque, pour certaines grandeurs, on utilise des unités autres que les unités cohérentes S.I. (par exemple kilowatt au lieu de watt pour une puissance, kilopascal ou bar au lieu de pascal pour une pression, min<sup>-1</sup> au lieu de s<sup>-1</sup> pour une vitesse de rotation, etc.). Les températures absolues en kelvins étant rarement nécessaires, on peut donner les températures en degrés Celsius.

Tout autre système d'unités peut être utilisé à la seule condition que les parties contractantes en aient ainsi convenu par écrit.

<sup>1)</sup> N = kg·m·s<sup>-2</sup> Pa = kg·m<sup>-1</sup>·s<sup>-2</sup> J = kg·m<sup>2</sup>·s<sup>-2</sup> W = kg·m<sup>2</sup>·s<sup>-3</sup>

### 1.3.3 Liste des termes, définitions, symboles et unités

#### 1.3.3.1 Indices et signes représentatifs

Paragraphe	Terme	Définition	Indice ou signe représentatif
1.3.3.1.1	Section de référence haute pression <sup>1)</sup>	Section côté haute pression de la machine par rapport à laquelle les performances garanties sont définies (voir figure 1)	1
1.3.3.1.2	Section de référence basse pression <sup>1)</sup>	Section côté basse pression de la machine par rapport à laquelle les performances garanties sont définies (voir figure 1)	2
1.3.3.1.3	Sections de mesure haute pression	Dans la mesure du possible, ces sections devraient coïncider avec la section 1; sinon, les valeurs mesurées doivent être transposées à celle-ci (voir 3.5.2.1.3)	1', 1'' ..
1.3.3.1.4	Sections de mesure basse pression	Dans la mesure du possible, ces sections devraient coïncider avec la section 2; sinon, les valeurs mesurées doivent être transposées à celle-ci (voir 3.5.2.1.3)	2', 2'' ..
1.3.3.1.5	Spécifié	Indice désignant les valeurs de grandeurs telles que la vitesse de rotation, le débit, etc. pour lesquelles d'autres grandeurs sont garanties	sp
1.3.3.1.6	Maximal/minimal	Indices désignant la valeur maximale ou minimale d'une grandeur quelconque	max min
1.3.3.1.7	Limites	Valeurs définies contractuellement: – à ne pas dépasser – à atteindre	$\overline{\text{///}}$ <input type="checkbox"/> ou $\overline{\text{////}}$
1.3.3.1.8	Prototype	Indice désignant les valeurs relatives à la machine en vraie grandeur	P
1.3.3.1.9	Modèle	Indice désignant les valeurs relatives à la machine modèle	M
1.3.3.1.10	Modèle à nombre de Reynolds constant	Indice désignant les valeurs relatives à la machine modèle et rapportées à une valeur constante du nombre de Reynolds	M*
1.3.3.1.11	Référence	Indice désignant les valeurs relatives à des conditions de référence spécifiées	ref
1.3.3.1.12	Optimum	Indice désignant le point de meilleur rendement	opt
1.3.3.1.13	Ambiant	Indice se référant aux conditions atmosphériques environnantes	amb
1.3.3.1.14	Aménagement	Indice désignant les valeurs relatives aux conditions de fonctionnement du prototype sur le site	pl
1.3.3.1.15	Emballement	Indice se référant aux conditions de fonctionnement à l'emballement	R

1) Les termes « haute pression » et « basse pression » définissent les deux côtés de la machine quel que soit le sens de l'écoulement; ils ne dépendent donc pas du mode de fonctionnement de la machine.

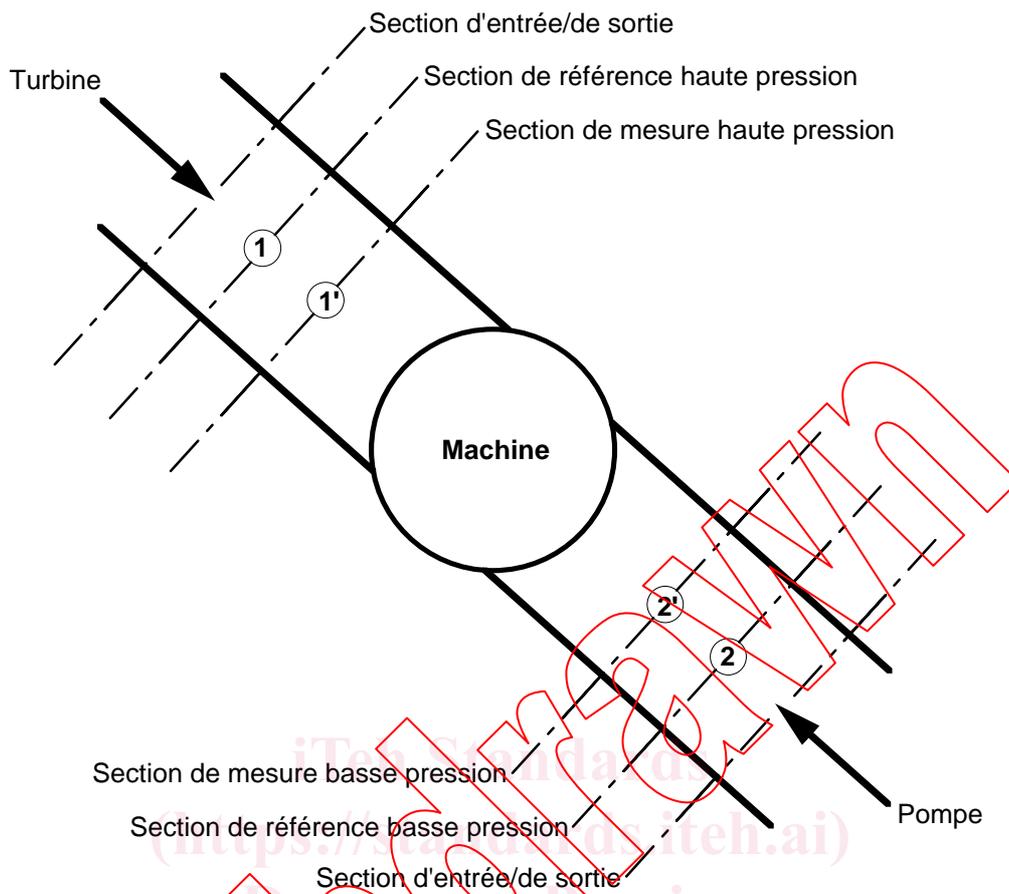
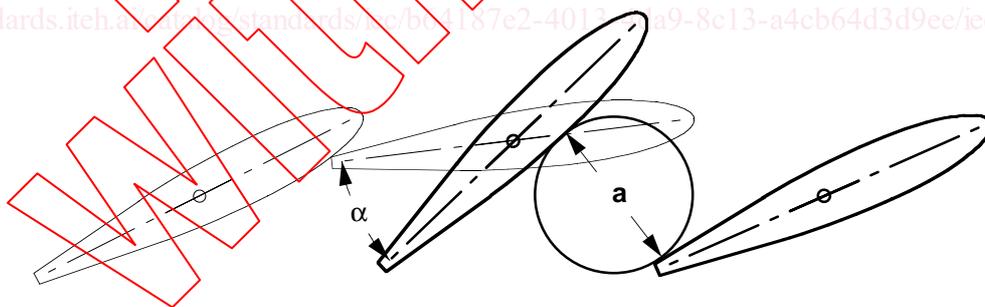


Figure 1 – Représentation schématique d'une machine hydraulique



Position fermée:  $\alpha = 0^\circ$  ou  $a = 0$  mm

Figure 2 – Ouverture et angle du distributeur