

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines –
Part 1: General aspects**

**Lignes directrices des procédures et tolérances d'installation des machines
hydroélectriques –
Partie 1: Aspects généraux**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-1:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines –
Part 1: General aspects**

**Lignes directrices des procédures et tolérances d'installation des machines
hydroélectriques –
Partie 1: Aspects généraux**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.140

ISBN 978-2-8322-8101-7

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Concept.....	6
4.1 General.....	6
4.2 Reference centre	7
4.3 Best centre	7
4.4 Concentricity.....	9
4.5 Circularity	10
4.6 Reference horizontal plane	11
4.7 Reference vertical plane	11
4.8 Best fit plane.....	11
4.9 Axis of rotation.....	11
4.10 Junction	11
4.11 Elevation.....	12
4.12 Level.....	13
4.13 Inclination	13
4.14 Flatness in line	14
4.15 Parallelism.....	15
4.16 Orientation in plan	16
4.17 Runner diameter	16
4.18 Runner clearance.....	17
4.19 Guide vane top clearance	18
4.20 Guide vane bottom clearance.....	19
4.21 Guide vane to guide vane clearance	19
4.22 Shaft verticality	19
4.23 Stator core verticality	20
4.24 Rotor pole verticality	21
4.25 Stator magnetic centre.....	22
4.26 Rotor magnetic centre.....	22
4.27 Diameter of stator core (D_{SC}).....	23
4.28 Runout.....	23
4.29 Shaft straightness	24
4.30 Turbine/generator supplier	25
5 Best practices.....	25
Bibliography.....	26
Figure 1 – Axes definition for vertical units.....	7
Figure 2 – Best centre sample calculation.....	9
Figure 3 – Concentricity	10
Figure 4 – Circularity	11
Figure 5 – Junction	12
Figure 6 – Elevation.....	13
Figure 7 – Level.....	13

Figure 8 – Inclination	14
Figure 9 – Flatness in line	15
Figure 10 – Parallelism	15
Figure 11 – Orientation in plan	16
Figure 12 – Cases of runner diameters	17
Figure 13 – Runner clearance	18
Figure 14 – Guide vane top and bottom clearances	19
Figure 15 – Guide vane to guide vane clearance	19
Figure 16 – Shaft verticality	20
Figure 17 – Stator core verticality	21
Figure 18 – Rotor pole verticality	21
Figure 19 – Stator magnetic centre	22
Figure 20 – Rotor magnetic centre	23
Figure 21 – Runout	24
Figure 22 – Shaft straightness	25
 Table 1 – Sample calculation	 8

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-1:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GUIDANCE FOR INSTALLATION PROCEDURES AND TOLERANCES OF HYDROELECTRIC MACHINES –

Part 1: General aspects

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 63132-1 has been prepared by IEC technical committee 4: Hydraulic turbines.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
4/380/FDIS	4/390/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 63132 series, published under the general title *Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-1:2020

GUIDANCE FOR INSTALLATION PROCEDURES AND TOLERANCES OF HYDROELECTRIC MACHINES –

Part 1: General aspects

1 Scope

The purpose of this part of IEC 63132 is to establish, in a general way, suitable procedures and tolerances for the installation of hydroelectric turbines and generators. This document presents a typical assembly. There are many possible ways to assemble a unit. The size of the machines, design of the machines, layout of the powerhouse and delivery schedule of the components are some of the elements that could result in additional steps, the elimination of some steps and/or assembly sequences.

It is understood that a publication of this type will be binding only if, and to the extent that, both contracting parties have agreed upon it.

Installations for refurbishment projects or for small hydro projects are not in the scope of this document. An agreement between all parties is necessary.

This document excludes matters of purely commercial interest, except those inextricably bound up with the conduct of installation.

The tolerances in this document have been established upon best practices and experience, although it is recognized that other standards specify different tolerances.

Wherever this document specifies that documents, drawings or information is supplied by a manufacturer (or manufacturers), each individual manufacturer will furnish the appropriate information for their own supply only.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

3 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

4 Concept

4.1 General

For vertical units, reference axes are defined in relation to upstream, looking at the unit from the generator end (see Figure 1). Upstream corresponds to the Y+ axis, 0° and 12 h 00. The angles increase in the clockwise direction; therefore, the X+ axis corresponds to 90°, the right hand side and 3 h 00.

For horizontal units, upstream is replaced by vertical up and downstream replaced by vertical down.

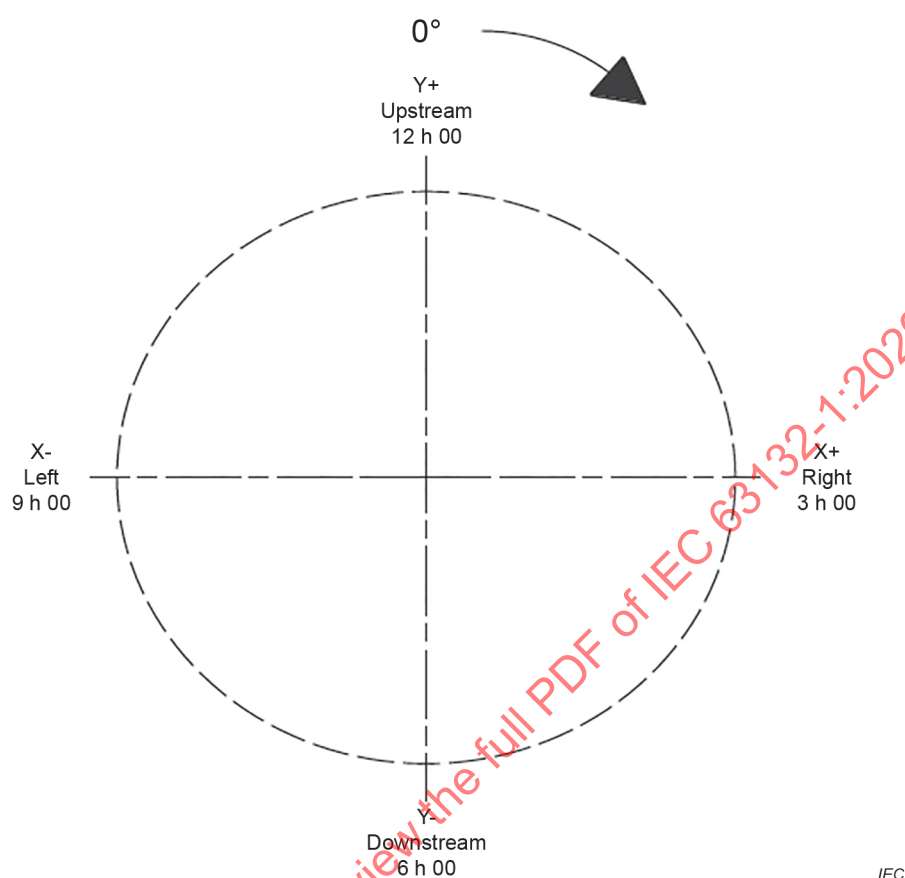


Figure 1 – Axes definition for vertical units

4.2 Reference centre

The reference centre is the best centre of the designated (or specific) component that all other components should be aligned to.

4.3 Best centre

The best centre of a circular shape component corresponds to the point for which the circularity has the minimal deviation. Its location is calculated from a set of radii at equal angles and measured from the reference centre.

Determination:

The components x and y of the best centre from the reference centre can be calculated with the following two formulae, where 0° is located upstream and the angle increases clockwise:

$$x = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n R_i \sin(\theta_i)$$

$$y = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n R_i \cos(\theta_i)$$

where

n is the number of readings;

R_i is the measured radius;

θ_i is the angular position of each measurement.

Table 1 shows a sample calculation.

Table 1 – Sample calculation

Reading #	Angle	Component	X	Y	Calulated X	Calculated Y	Component centered with reference center
1	0°	99,65	0,00	99,65	-0,11	99,98	99,98
2	45°	99,95	70,68	70,68	70,57	71,01	100,11
3	90°	100,05	100,05	0,00	99,94	0,33	99,94
4	135°	100,25	70,89	-70,89	70,78	-70,55	99,94
5	180°	100,45	0,00	-100,45	-0,11	-100,12	100,12
6	225°	100,05	-70,75	-70,75	-70,86	-70,41	99,89
7	270°	100,00	-100,00	0,00	-100,11	0,33	100,11
8	315°	99,60	-70,43	70,43	-70,54	70,76	99,91
Best centre (X,Y)			0,11	-0,33	Circularity		0,22
Concentricity			0,35				
Angle			162°				

The explanation of how to calculate the best centre is given below (see Figure 2):

$$X(\#4) = 100,25 \times \sin 135^\circ = 70,89$$

$$Y(\#4) = 100,25 \times \cos 135^\circ = -70,89$$

$$bcX = \{0,00 + 70,68 + 100,05 + 70,89 + 0,00 + (-70,75) + (-100,00) + (-70,43)\} \times 2/8 = 0,11$$

$$bcY = \{99,65 + 70,68 + 0,00 + (-70,89) + (-100,45) + (-70,75) + 0,00 + 70,43\} \times 2/8 = -0,33$$

$$\text{Concentricity: } \sqrt{(0,11)^2 + (-0,33)^2} = 0,35$$

Thus the best centre of the component is located 0,11 units upstream (Y+) and 0,33 units to the left (X-) of the reference centre. Calculated radii based on the Best Centre as the new reference can be calculated in order to calculate circularity.

$$\text{Calculated } X(\#4) = X(\#4) - bcX = 70,89 - 0,11 = 70,78$$

$$\text{Calculated } Y(\#4) = Y(\#4) - bcY = -70,89 - (-0,33) = -70,55$$

$$\text{Calculated radius } (\#4) = \sqrt{(70,78)^2 + (-70,55)^2} = 99,94$$

$$\text{Circularity: max.} - \text{min.} = 100,12 - 99,89 = 0,22$$

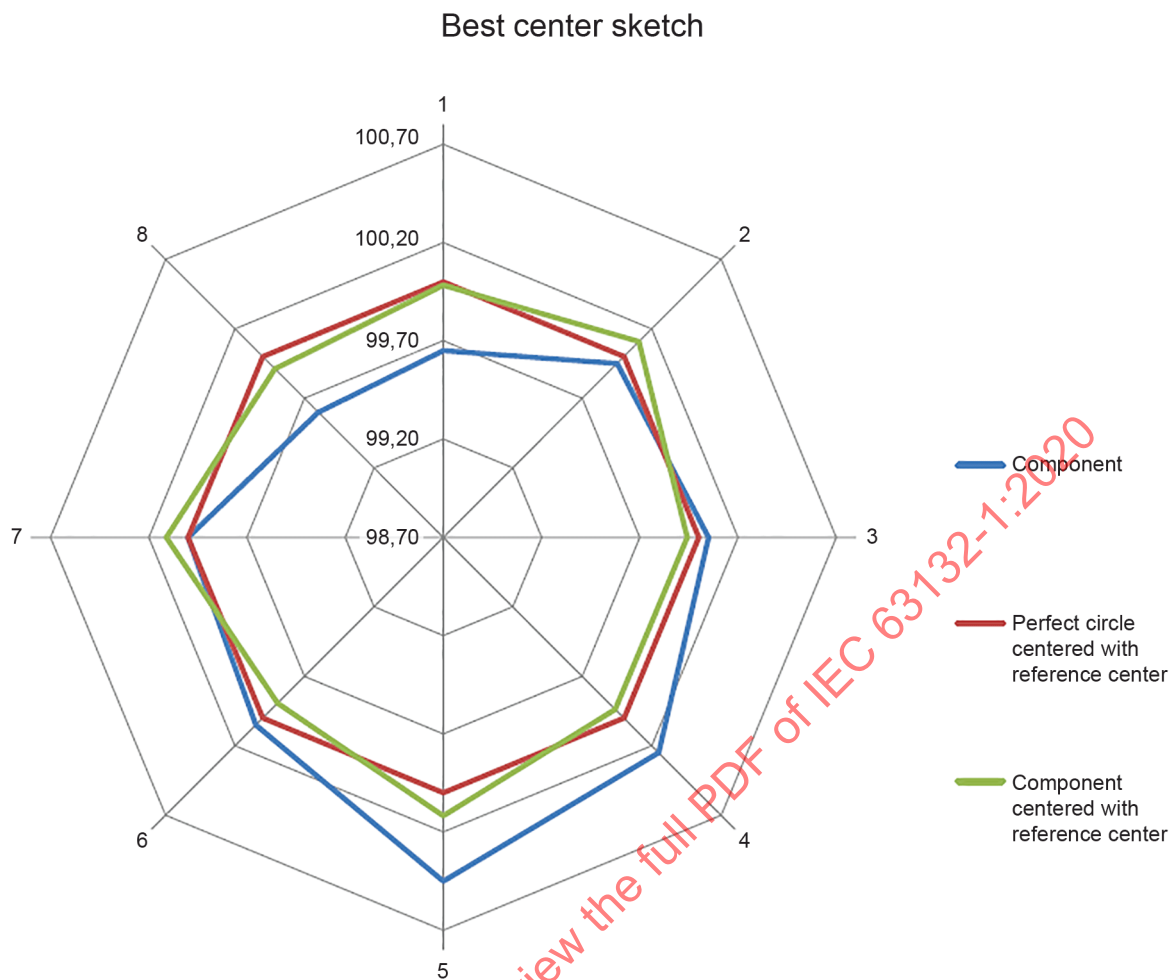


Figure 2 – Best centre sample calculation

4.4 Concentricity

The concentricity is the radial distance, d , from the reference centre to the best centre of the component (see Figure 3).

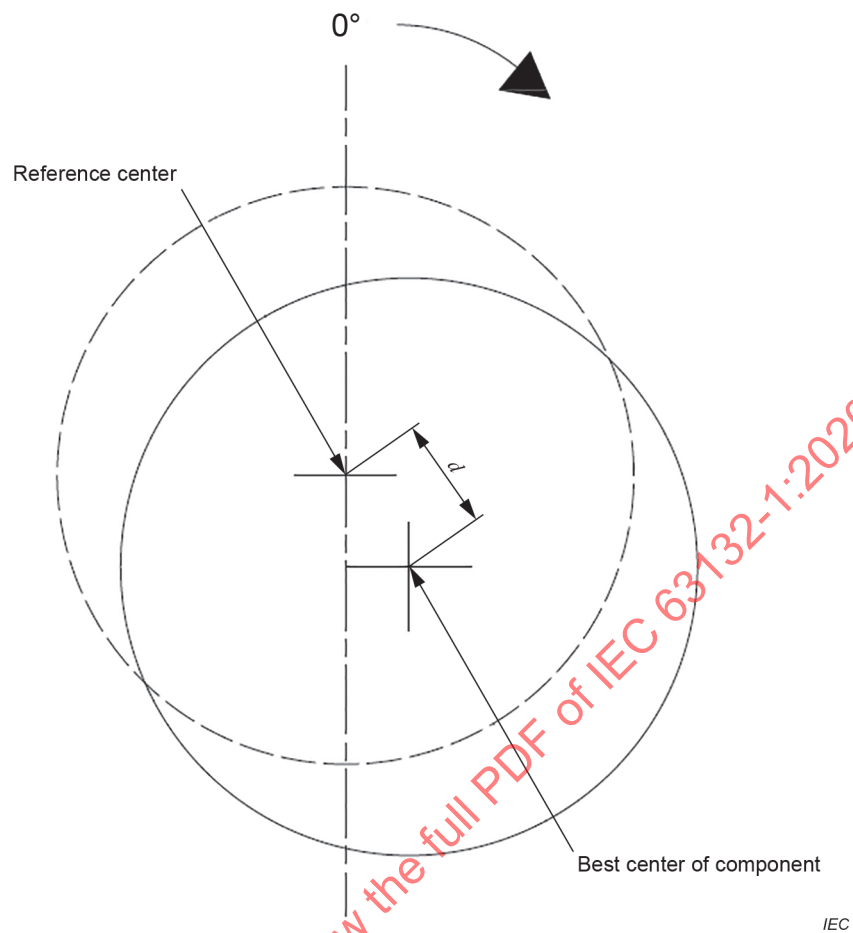
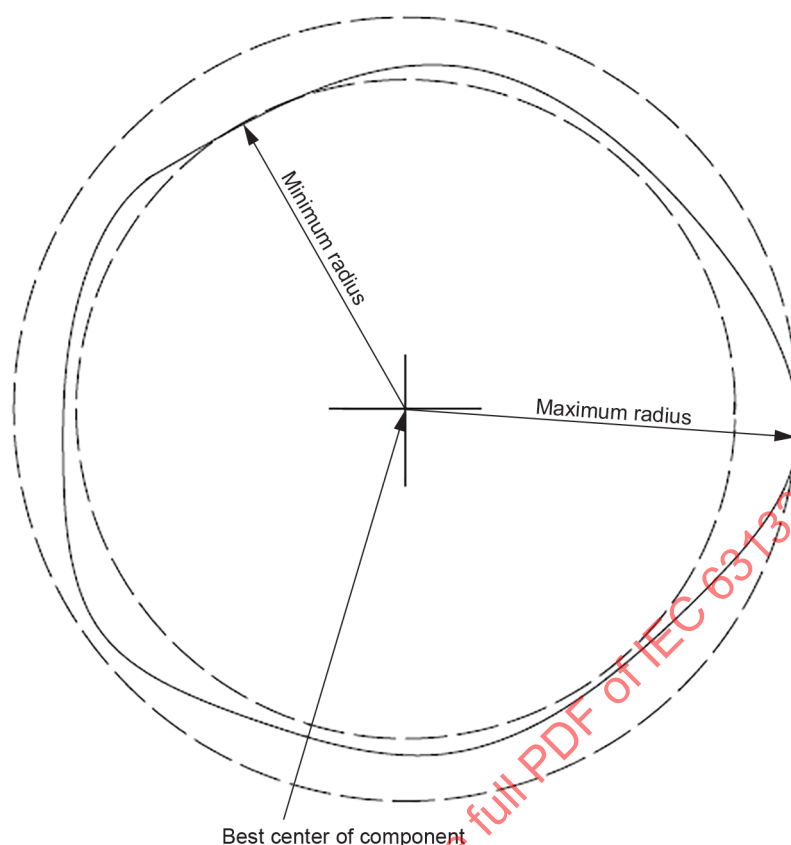


Figure 3 – Concentricity

4.5 Circularity

Circularity is the difference between the maximum and minimum radii, measured from the component best centre (see Figure 4).



IEC

Figure 4 – Circularity**4.6 Reference horizontal plane**

The reference horizontal plane is a horizontal plane located at the average elevation of a feature on the component that the other component should be aligned to.

4.7 Reference vertical plane

The reference vertical plane is a vertical plane located at the average distance of a feature on the component that the other component should be aligned to.

4.8 Best fit plane

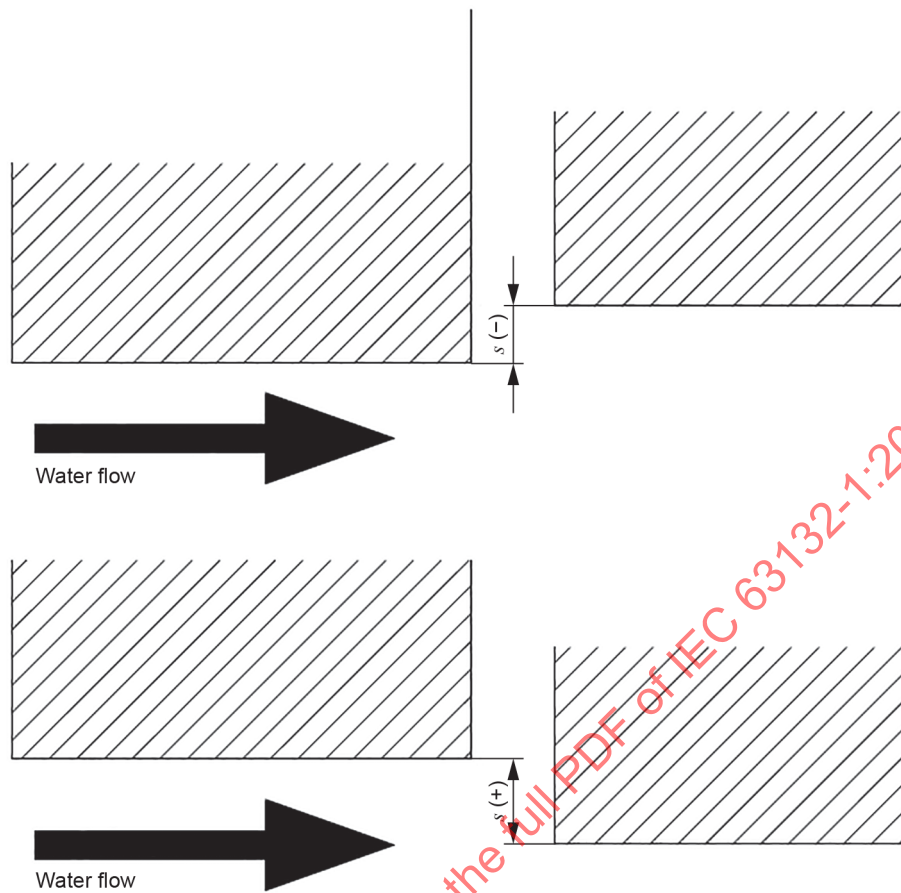
The best fit plane is a calculated plane which represents a surface. The best fit plane minimizes the sum of perpendicular distances from each measurement point to the plane.

4.9 Axis of rotation

The axis of rotation is the axis that all points on the rotating components rotate about.

4.10 Junction

A step s , where two components meet, or where the projection of one component meets the other component (in cases where they are not in direct contact). See Figure 5.



IEC

Figure 5 – Junction

4.11 Elevation

The vertical distance to a horizontal plane located at the average elevation of a feature on the component from the reference horizontal plane (see Figure 6).

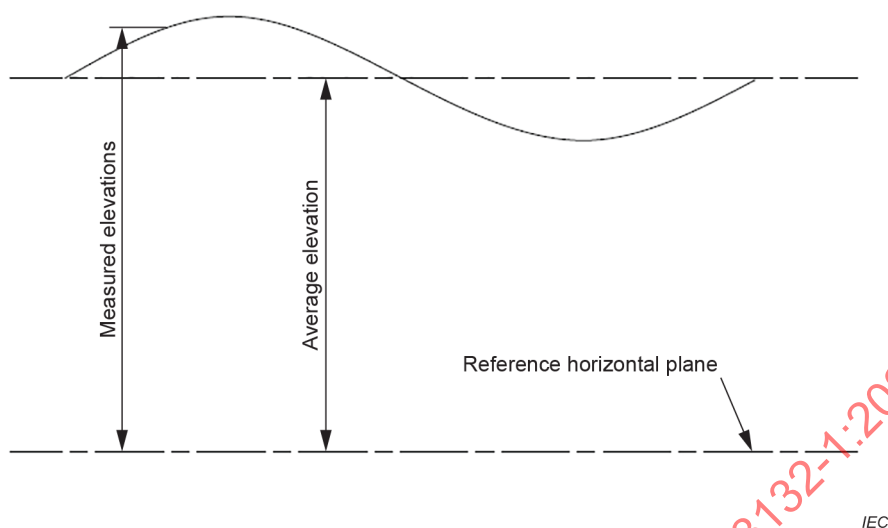


Figure 6 – Elevation

4.12 Level

The level, as used in this document, is the deviation of the best fit plane, calculated from a series of equally spaced elevation measurements, from a reference horizontal plane (see Figure 7).

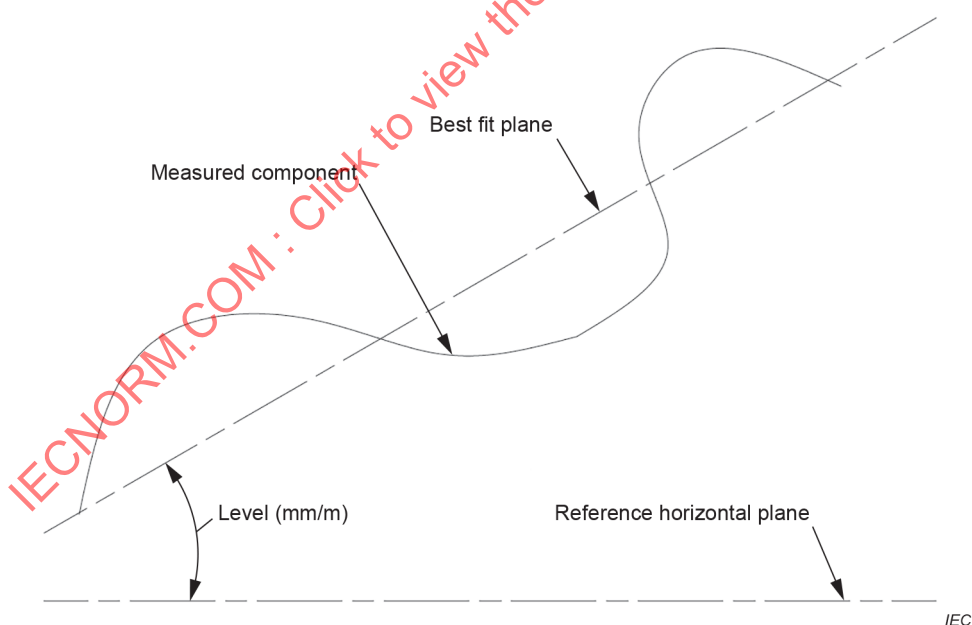
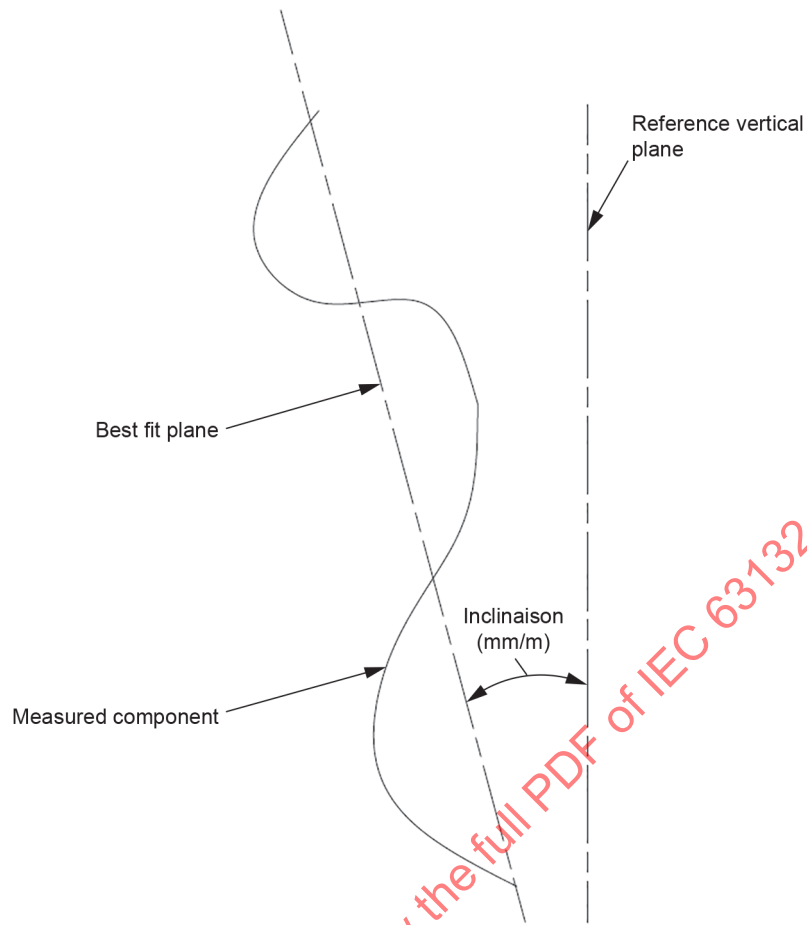


Figure 7 – Level

4.13 Inclination

Inclination is the slope of a best fit plane of a vertical surface with respect to a vertical reference plane(s) (see Figure 8).



IEC

Figure 8 – Inclination

4.14 Flatness in line

The distance between the two closest parallel lines, where all measured points fall on or in between these two lines (see Figure 9).

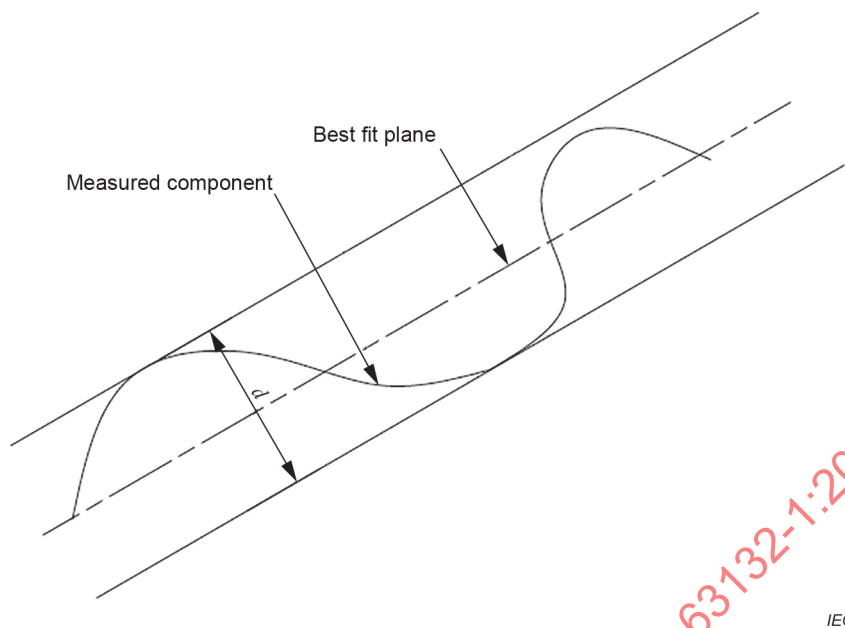
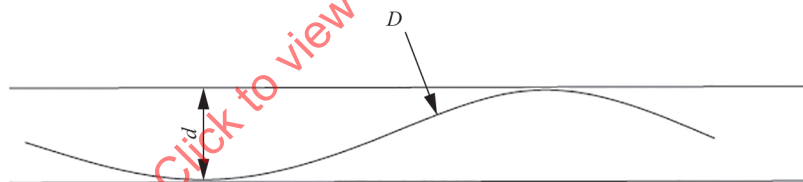


Figure 9 – Flatness in line

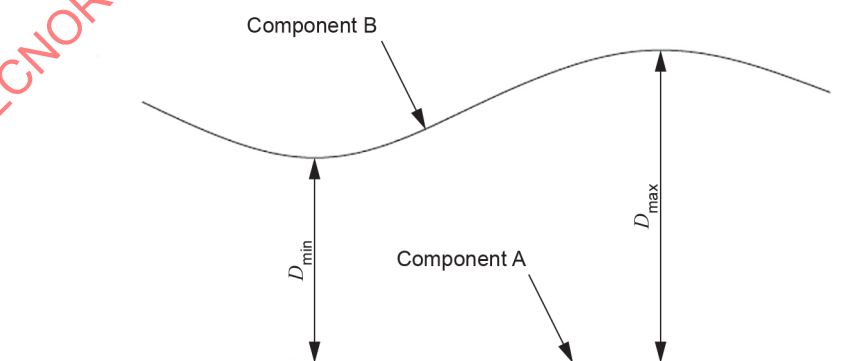
4.15 Parallelism

Parallelism is the difference between the maximum and minimum measured distances between two lines (see Figure 10).

Measurements



Components view



D = Measured distance between the two components

$d = D_{\max} - D_{\min}$

IEC

Figure 10 – Parallelism

4.16 Orientation in plan

Orientation in plan is the difference in angle between the upstream and downstream axes of the component with the reference upstream and downstream axes (see Figure 11).

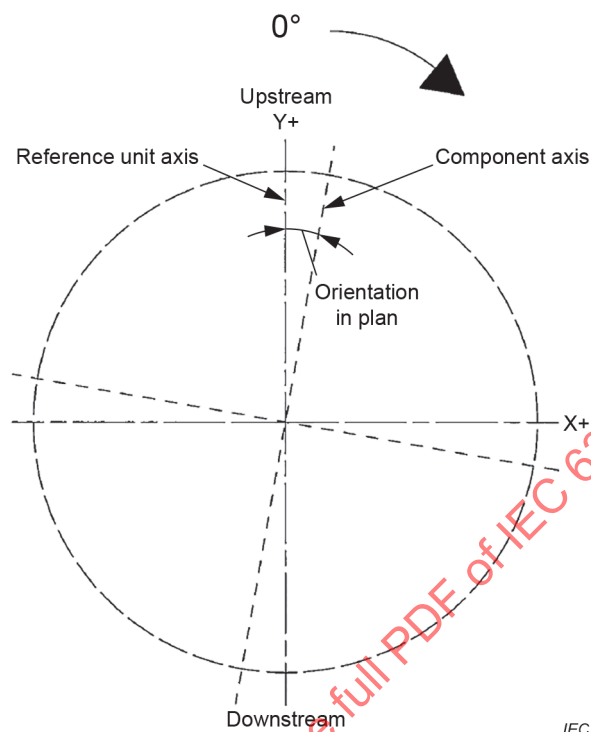
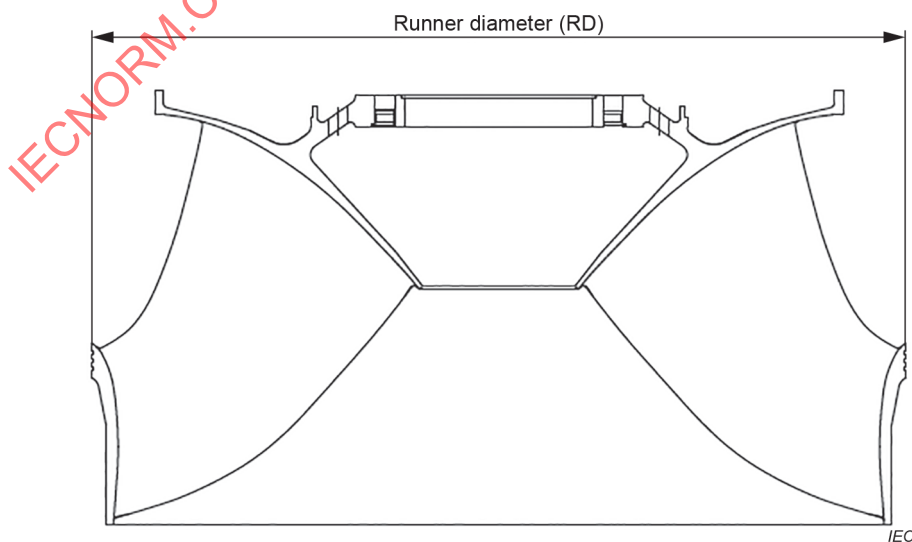


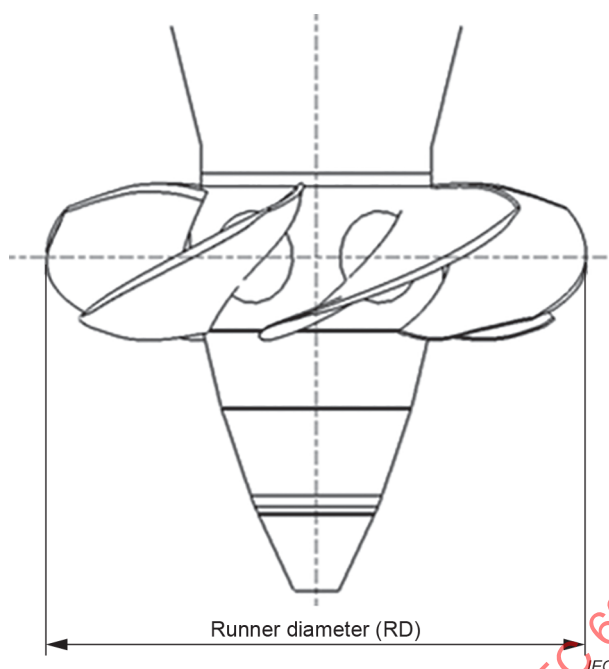
Figure 11 – Orientation in plan

4.17 Runner diameter

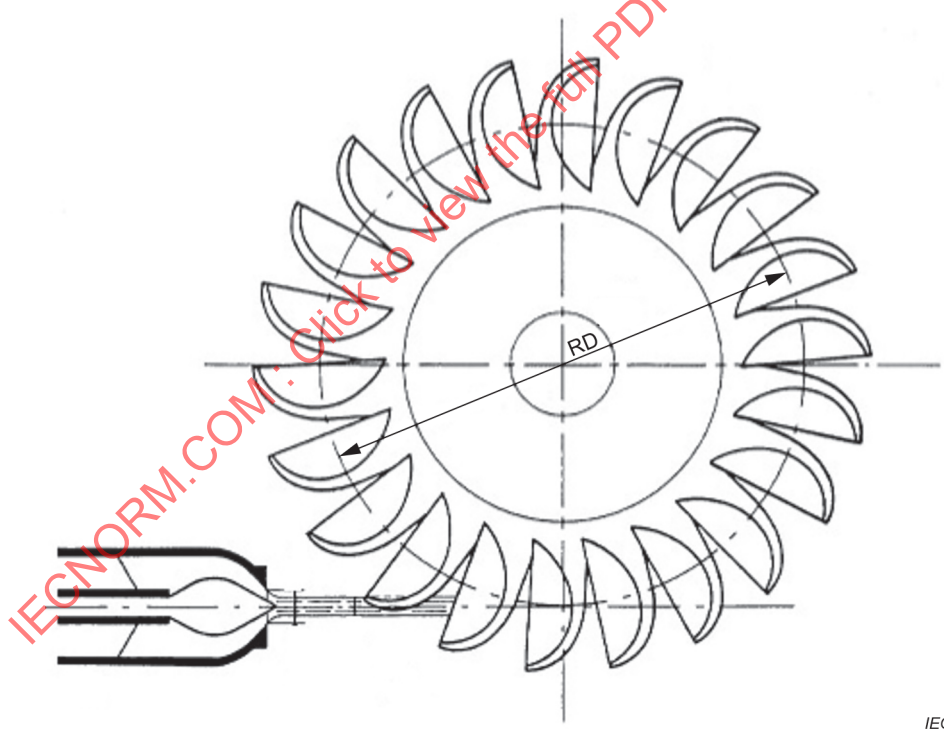
For the purpose of this document, the runner diameter (RD) for reaction turbine is the largest diameter of the runner. For impulse turbine, the runner diameter is the jet pitch circle diameter. These definitions are only applicable for this document. Figure 12 a), b) and c) shows different cases of runner diameter.



a) Francis runner diameter



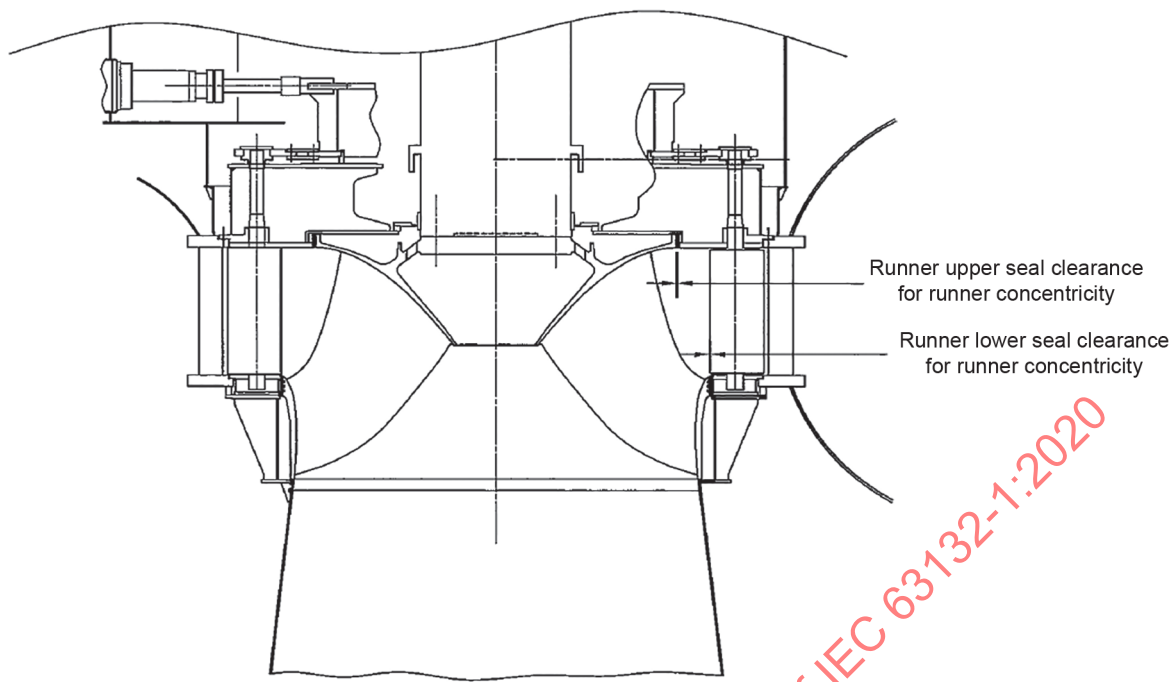
b) Kaplan or propeller runner diameter



c) Pelton runner diameter

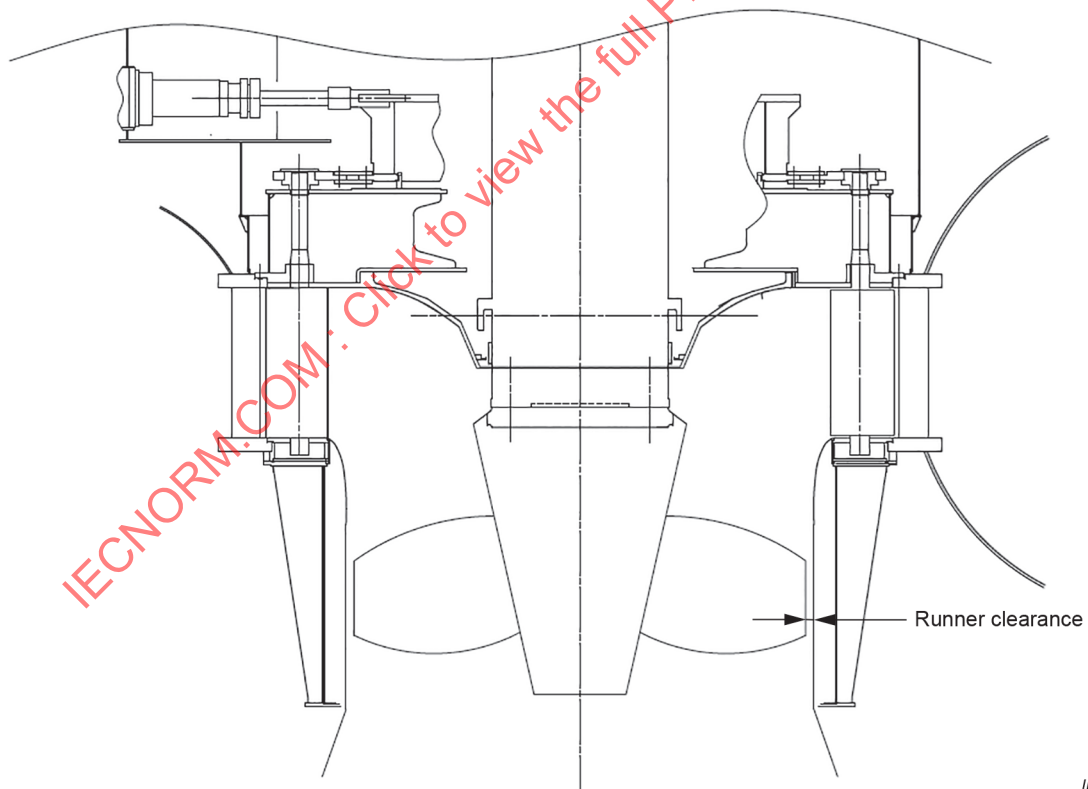
Figure 12 – Cases of runner diameters**4.18 Runner clearance**

The runner clearance is the radial gap between the runner and the stationary seals (Francis turbine) or discharge ring (Kaplan and propeller turbine). See Figure 13 a) and b).



IEC

a) Runner clearance (Francis turbine)



IEC

b) Runner clearance (Kaplan or propeller turbine)

Figure 13 – Runner clearance

4.19 Guide vane top clearance

The guide vane top clearance is the clearance between the head cover and guide vane (see Figure 14).

4.20 Guide vane bottom clearance

The guide vane bottom clearance is the clearance between the bottom ring and the guide vane (see Figure 14).

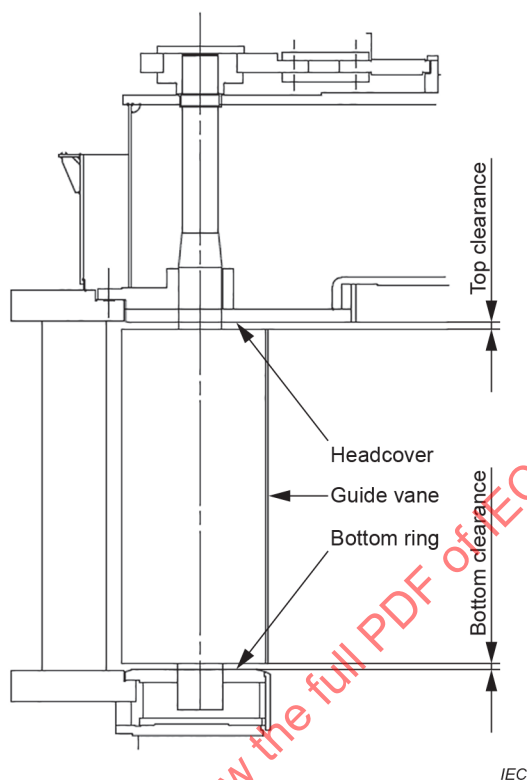


Figure 14 – Guide vane top and bottom clearances

4.21 Guide vane to guide vane clearance

The guide vane to guide vane clearance is the clearance between the sealing surfaces of two guide vanes when the guide vanes are closed (see Figure 15).

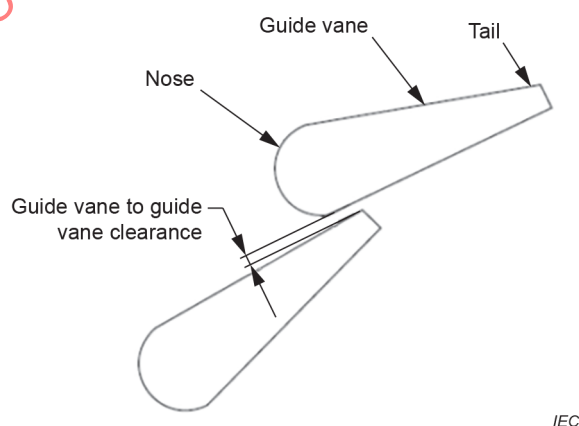
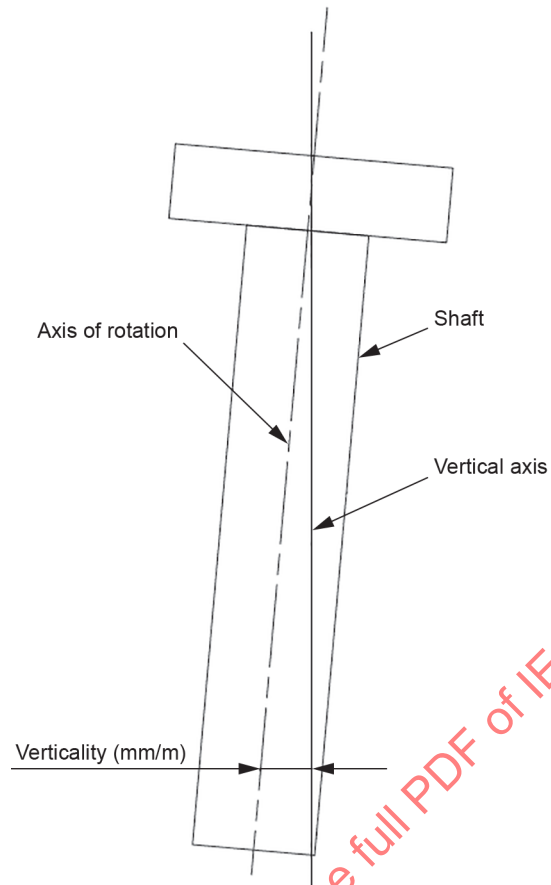


Figure 15 – Guide vane to guide vane clearance

4.22 Shaft verticality

Shaft verticality is the deviation of the axis of rotation from vertical (see Figure 16).



IEC

Figure 16 – Shaft verticality

4.23 Stator core verticality

Stator core verticality is the deviation of the face of the stator core from vertical (see Figure 17).

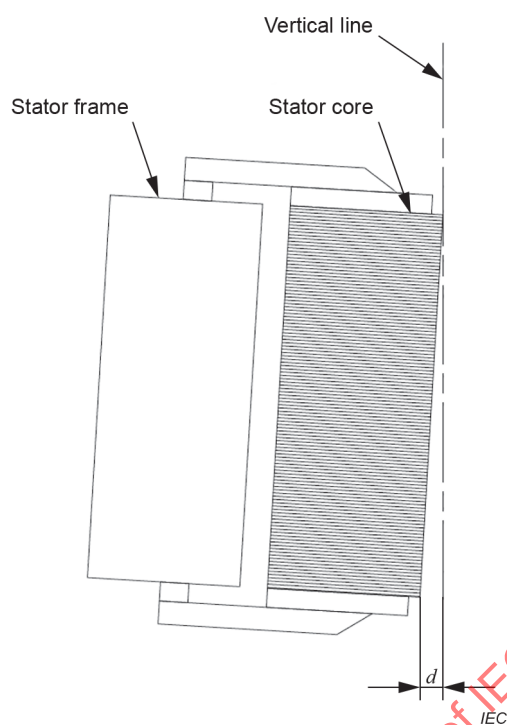


Figure 17 – Stator core verticality

4.24 Rotor pole verticality

Rotor pole verticality is the deviation of the face of the poles from vertical (see Figure 18).

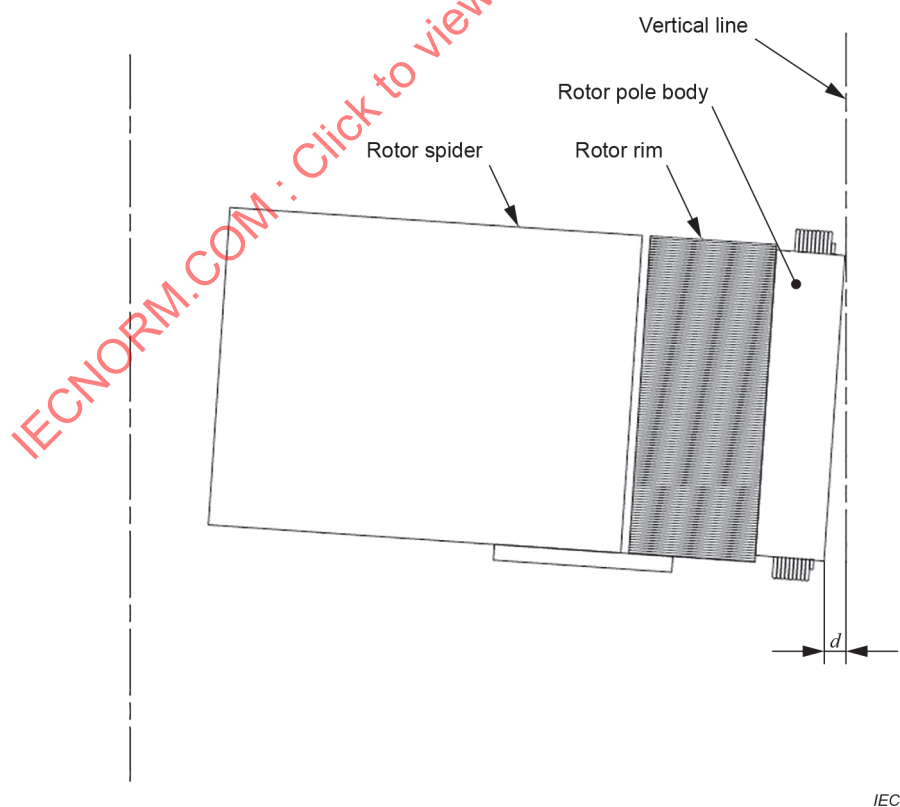


Figure 18 – Rotor pole verticality

4.25 Stator magnetic centre

The stator magnetic centre is the average axial centre of the stator core (see Figure 19).

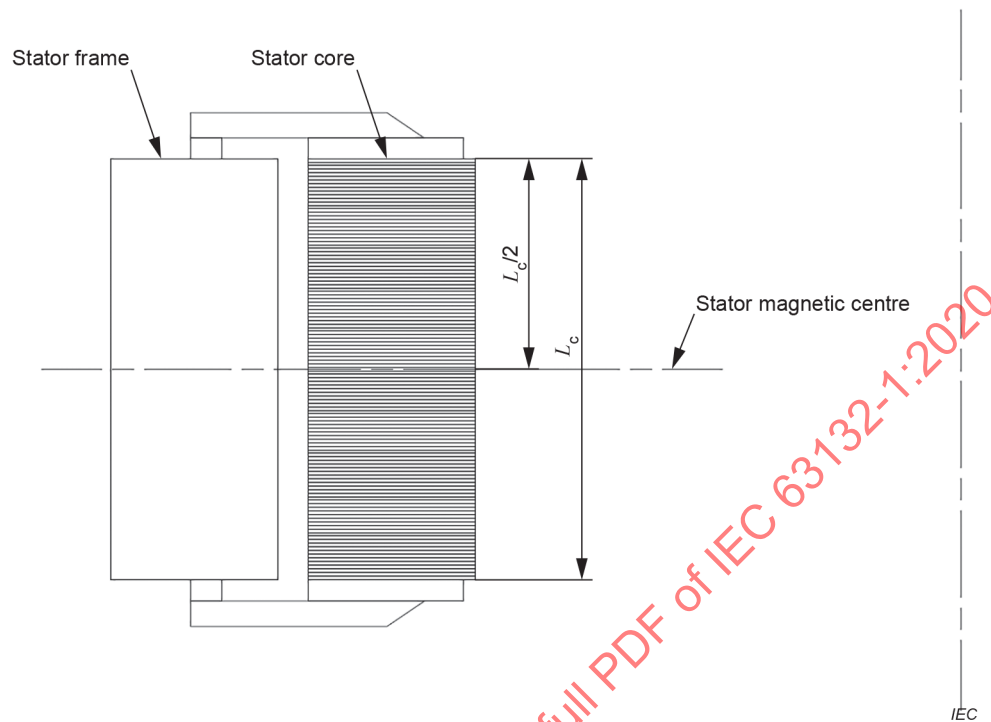


Figure 19 – Stator magnetic centre

4.26 Rotor magnetic centre

The rotor magnetic centre is the average axial centre of the rotor poles (see Figure 20).

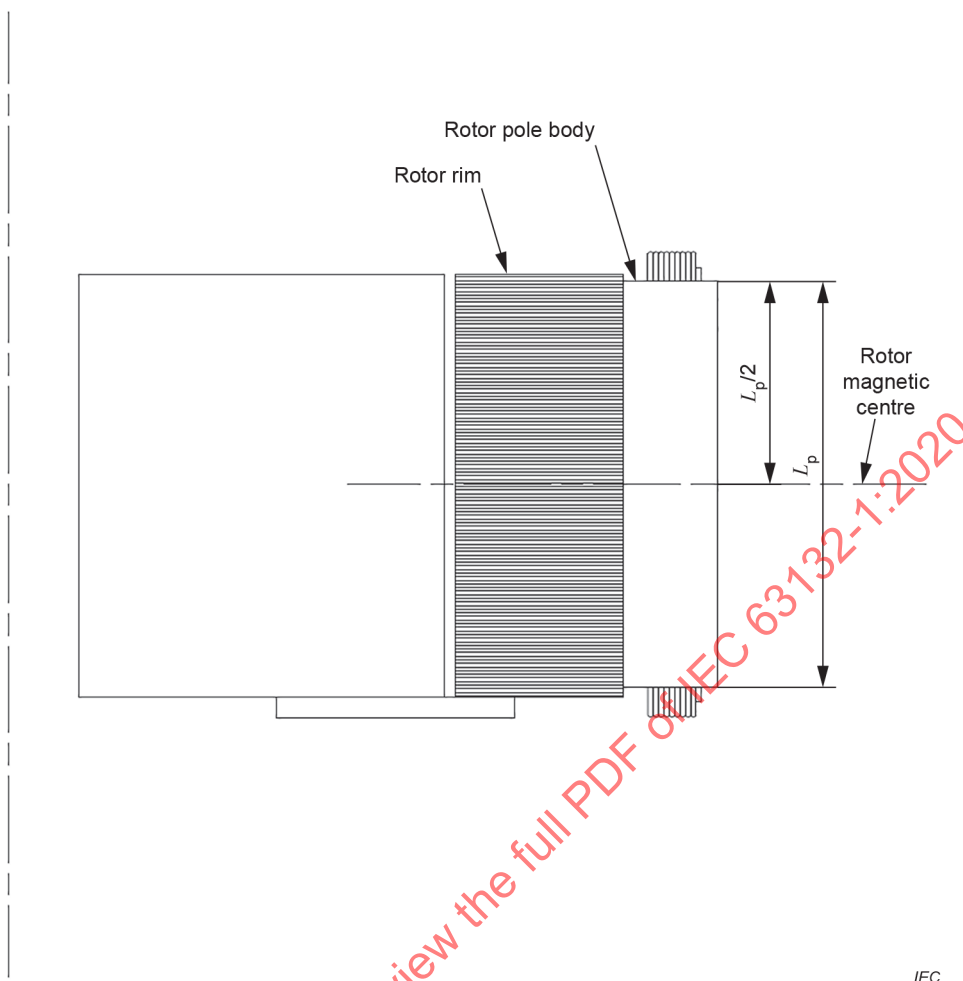


Figure 20 – Rotor magnetic centre

4.27 Diameter of stator core (D_{sc})

The diameter of the stator core is the inside diameter of the stator core.

4.28 Runout

Runout is a measure of the deviation of the geometric centre of the shaft from the axis of rotation (see Figure 21). The magnitude of the runout is equal to the diameter of the orbit created by the geometric centre of the shaft as it rotates around the axis of rotation.

For the runout tolerance calculation, two values are used:

- L : axial distance from thrust surface to the point of measurement;
- D : the thrust bearing sliding surface outside diameter.

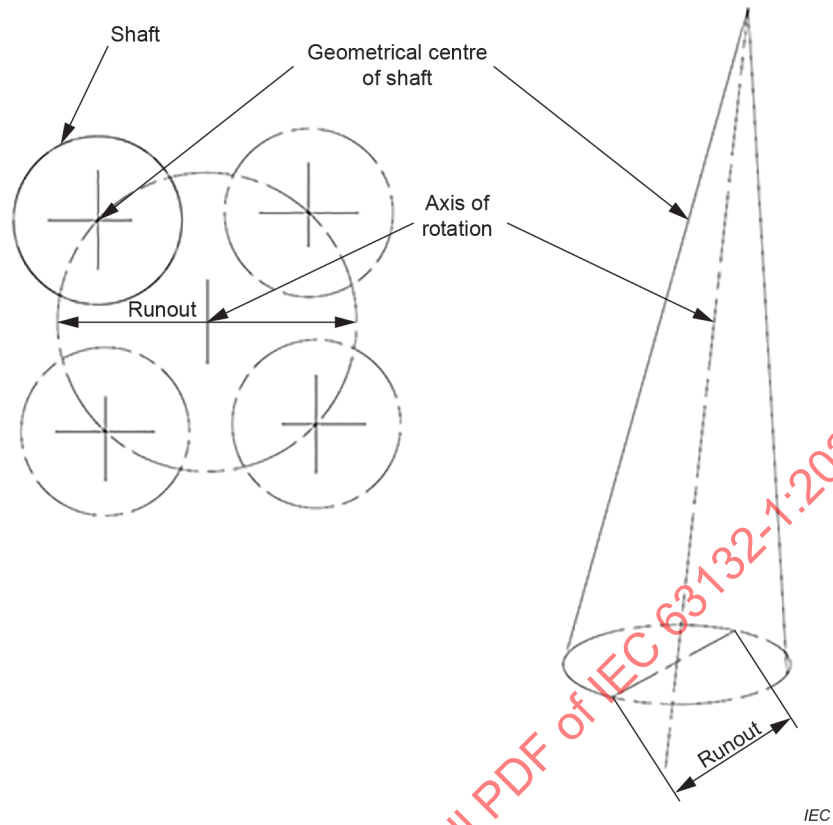
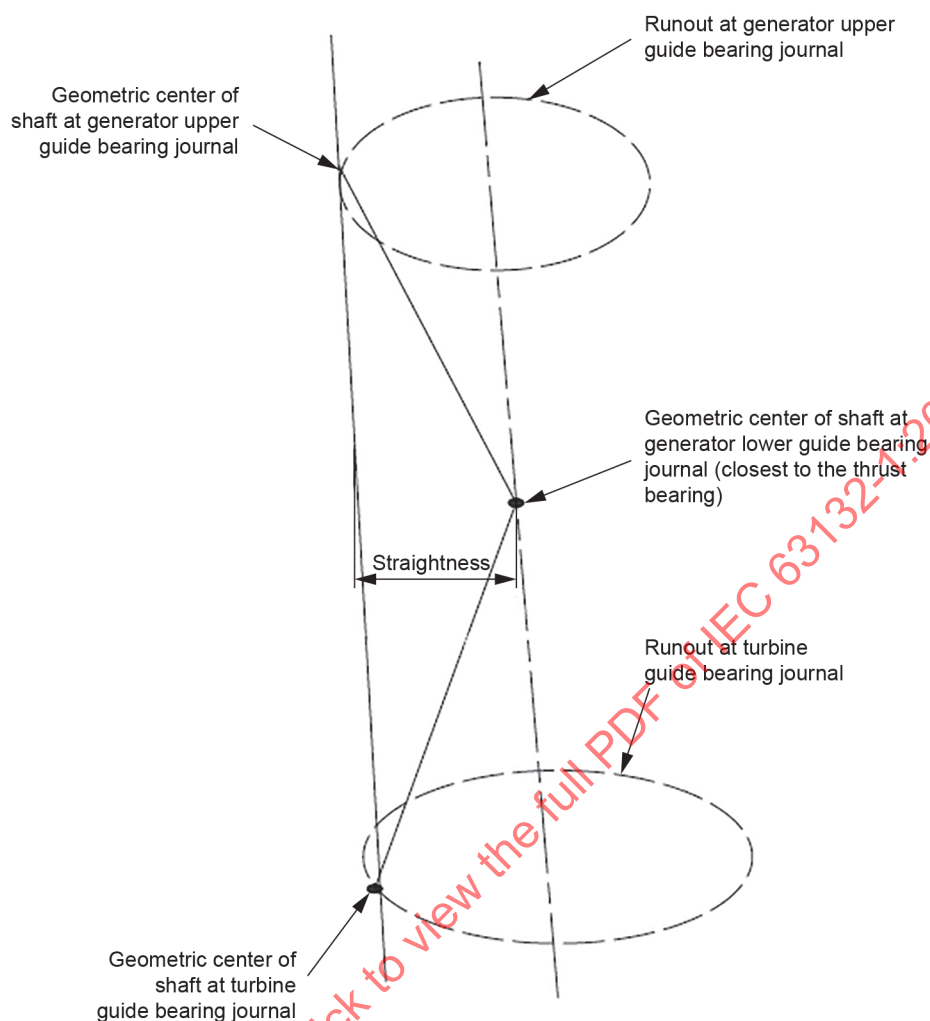


Figure 21 – Runout

4.29 Shaft straightness

Shaft straightness is the deviation of the geometric centre of a shaft, at any axial location on the shaft system, from an axis passing through the geometric centres of the two axial centres of the shaft system journals that are furthest apart (see Figure 22).



IEC

Figure 22 – Shaft straightness

4.30 Turbine/generator supplier

The turbine/generator supplier is defined in this document as the party who performs design, manufacturing and installation works.

5 Best practices

Throughout the assembly of both the turbine and generator, taking preventative measures to protect critical surfaces and components, such as flanges, bearings, windings, etc., from contamination due to welding, grinding, cutting, painting, dust, debris, etc., is considered to be a best practice.

Whenever components are welded at site, they are subjected to the potential distortion because of stresses caused by welding. Care shall be taken to control the distortion within acceptable levels.

Measurements, whenever possible, should be taken at equally spaced locations to attain a more accurate representation of the measured component.

Readings taken to check a certain tolerance value are sometimes usable for checking other tolerance values simultaneously. For example, readings taken to check elevation may also be used to check level and/or parallelism, or readings taken to check concentricity may also be used to check circularity. This should be considered when determining how or what readings should be taken.

Bibliography

IEC 60034-1:2017, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-7:1992, *Rotating electrical machines – Part 7: Classification of types of constructions and mounting arrangements (IM Code)*

IEC 60050-411:1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 411: Rotating machinery* (available at www.electropedia.org)

IEC 60193:2019, *Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines – Model acceptance tests*

IEC 60545:1976, *Guide for commissioning, operation and maintenance of hydraulic turbines*

IEC TR 61364:1999, *Nomenclature for hydroelectric powerplant machinery*

IEC 62097:2019, *Hydraulic machines, radial and axial – Methodology for performance transposition from model to prototype*

IEC 63132-2, *Guidelines for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines – Part 2: Vertical generators*

IEC 63132-3, *Guidelines for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines – Part 3: Vertical Francis turbines or pump-turbines*

IEC 63132-4, *Guidelines for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines – Part 4: Vertical Kaplan & propeller turbines*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-1:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives	32
3 Termes et définitions	32
4 Concept.....	33
4.1 Généralités	33
4.2 Centre de référence	33
4.3 Meilleur centre	33
4.4 Concentricité.....	35
4.5 Circularité	36
4.6 Plan horizontal de référence	37
4.7 Plan vertical de référence	37
4.8 Meilleur plan	37
4.9 Axe de rotation	37
4.10 Jonction	37
4.11 Élévation.....	38
4.12 Niveau	39
4.13 Inclinaison	39
4.14 Planéité	40
4.15 Parallélisme	41
4.16 Orientation dans le plan	42
4.17 Diamètre de la roue	42
4.18 Jeu à la roue.....	43
4.19 Jeu supérieur des directrices	44
4.20 Jeu inférieur des directrices	45
4.21 Jeu directrice à directrice	45
4.22 Verticalité de l'arbre.....	45
4.23 Verticalité du noyau du stator.....	46
4.24 Verticalité des pôles du rotor	47
4.25 Centre magnétique du stator	48
4.26 Centre magnétique du rotor	48
4.27 Diamètre du noyau du stator (D_{SC})	49
4.28 Déflexion latérale.....	49
4.29 Rectitude de l'arbre.....	50
4.30 Fournisseur turbine/alternateur	51
5 Meilleures pratiques de travail	51
Bibliographie.....	53
Figure 1 – Définition des axes pour les groupes verticaux.....	33
Figure 2 – Exemple de calcul du meilleur centre	35
Figure 3 – Concentricité.....	36
Figure 4 – Circularité	37
Figure 5 – Jonction	38
Figure 6 – Élévation.....	39
Figure 7 – Niveau	39

Figure 8 – Inclinaison.....	40
Figure 9 – Planéité	41
Figure 10 – Parallélisme	41
Figure 11 – Orientation dans le plan	42
Figure 12 – Cas de diamètres de roue	43
Figure 13 – Jeu à la roue	44
Figure 14 – Jeux inférieur et supérieur des directrices	45
Figure 15 – Jeu directrice à directrice	45
Figure 16 – Verticalité de l'arbre	46
Figure 17 – Verticalité du noyau du stator	47
Figure 18 – Verticalité des pôles du rotor	47
Figure 19 – Centre magnétique du stator	48
Figure 20 – Centre magnétique du rotor	49
Figure 21 – Déflexion latérale	50
Figure 22 – Rectitude de l'arbre	51
 Tableau 1 – Exemple de calcul	 34

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-1:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

LIGNES DIRECTRICES DES PROCÉDURES ET TOLÉRANCES
D'INSTALLATION DES MACHINES HYDROÉLECTRIQUES –

Partie 1: Aspects généraux

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 63132-1 a été établie par comité d'études 4 de l'IEC: Turbines hydrauliques.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
4/380/FDIS	4/390/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63132, publiées sous le titre général *Lignes directrices des procédures et tolérances d'installation des machines hydroélectriques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-1:2020

LIGNES DIRECTRICES DES PROCÉDURES ET TOLÉRANCES D'INSTALLATION DES MACHINES HYDROÉLECTRIQUES –

Partie 1: Aspects généraux

1 Domaine d'application

L'objectif de la présente partie de l'IEC 63132 est d'établir, d'une façon générale, des procédures et des tolérances adéquates pour l'installation des turbines et alternateurs hydroélectriques. Ce document présente un assemblage typique. Il y a plusieurs façons possibles pour assembler un groupe. Les dimensions des machines, la conception des machines, le plan de la centrale et l'échéancier des livraisons des différentes composantes sont quelques éléments qui peuvent résulter en l'ajout d'étapes, l'élimination des certaines étapes et/ou des séquences d'assemblages.

Il est entendu que ce type de document sera contraignant seulement si, et dans la mesure où, les deux parties contractuelles l'ont convenu.

Les installations pour les projets de réfections et pour les projets hydroélectriques compacts ne font pas partie du domaine d'application de ce document. Un accord entre les différentes parties est nécessaire.

Ce document exclut les questions d'intérêt purement commercial, sauf celles inextricablement liées au déroulement de l'installation.

Les tolérances mentionnées dans ce document ont été déterminées selon les meilleures pratiques et l'expérience, bien qu'il soit reconnu que d'autres normes spécifient des tolérances différentes.

Partout où ce document précise que des documents, des dessins ou des renseignements sont fournis par un fabricant (ou par des fabricants), chaque fabricant fournira les informations appropriées pour leur propre approvisionnement seulement.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

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

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

4 Concept

4.1 Généralités

Pour les groupes verticaux, les axes de référence sont définis en relation avec l'amont, regardant vers le groupe à partir du côté de l'alternateur (voir Figure 1). L'amont correspond à l'axe Y+, 0° et 12 h 00. Le degré de l'angle croît dans le sens horaire; par conséquent, l'axe X+ correspond à 90°, le côté droit et 3 h 00.

Pour les groupes horizontaux, l'amont est remplacé par le haut et l'aval est remplacé par le bas.

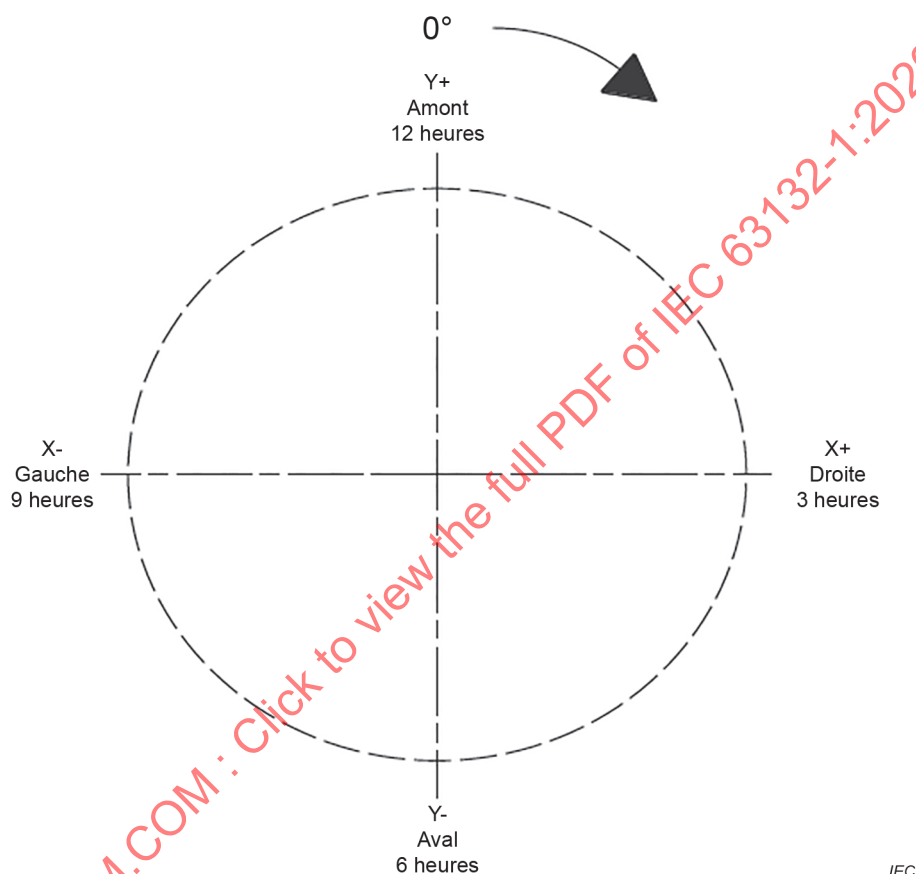


Figure 1 – Définition des axes pour les groupes verticaux

4.2 Centre de référence

Le centre de référence est le meilleur centre de la composante désignée (ou spécifique) sur laquelle il convient que toutes les autres composantes s'alignent.

4.3 Meilleur centre

Le meilleur centre d'une composante à forme circulaire correspond au point où se trouve la déviation minimale de la circularité. Sa position est calculée à partir d'une quantité de rayons positionnés à angles égaux et mesurés à partir du centre de référence.

Résolution:

Les composantes "x" et "y" du meilleur centre à partir du centre de référence peuvent être calculées avec les deux formules suivantes, où 0° est positionné à l'amont et l'angle croît dans le sens horaire:

$$x = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n R_i \sin(\theta_i)$$

$$y = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n R_i \cos(\theta_i)$$

où

n est le nombre de lectures;

R_i est les rayons mesurés;

θ_i est la position angulaire de chaque mesure.

Le Tableau 1 montre un exemple de calcul.

Tableau 1 – Exemple de calcul

Lecture #	Angle	Composante	X	Y	X calculé	Y calculé	Composante centrée au centre de référence
1	0°	99,65	0,00	99,65	-0,11	99,98	99,98
2	45°	99,95	70,68	70,68	70,57	71,01	100,11
3	90°	100,05	100,05	0,00	99,94	0,33	99,94
4	135°	100,25	70,89	-70,89	70,78	-70,55	99,94
5	180°	100,45	0,00	-100,45	-0,11	-100,12	100,12
6	225°	100,05	-70,75	-70,75	-70,86	-70,41	99,89
7	270°	100,00	-100,00	0,00	-100,11	0,33	100,11
8	315°	99,60	-70,43	70,43	-70,54	70,76	99,91
Meilleur centre (X,Y)			0,11	-0,33			Circularité
Concentricité			0,35				
Angle			162°				

L'explication du calcul du meilleur centre est la suivante (voir Figure 2):

$$X(\#4) = 100,25 \times \sin 135^\circ = 70,89$$

$$Y(\#4) = 100,25 \times \cos 135^\circ = -70,89$$

$$bcX = \{0,00 + 70,68 + 100,05 + 70,89 + 0,00 + (-70,75) + (-100,00) + (-70,43)\} \times 2/8 = 0,11$$

$$bcY = \{99,65 + 70,68 + 0,00 + (-70,89) + (-100,45) + (-70,75) + 0,00 + 70,43\} \times 2/8 = -0,33$$

$$\text{Concentricité: } \sqrt{(0,11)^2 + (-0,33)^2} = 0,35$$

Ainsi, le meilleur centre de la composante est localisé 0,11 unités en amont (Y+) et 0,33 unités vers la gauche (X-) du centre de référence. Les rayons calculés, basés sur le meilleur centre comme nouveau centre de référence, peuvent être calculés dans le but de déterminer la concentricité.

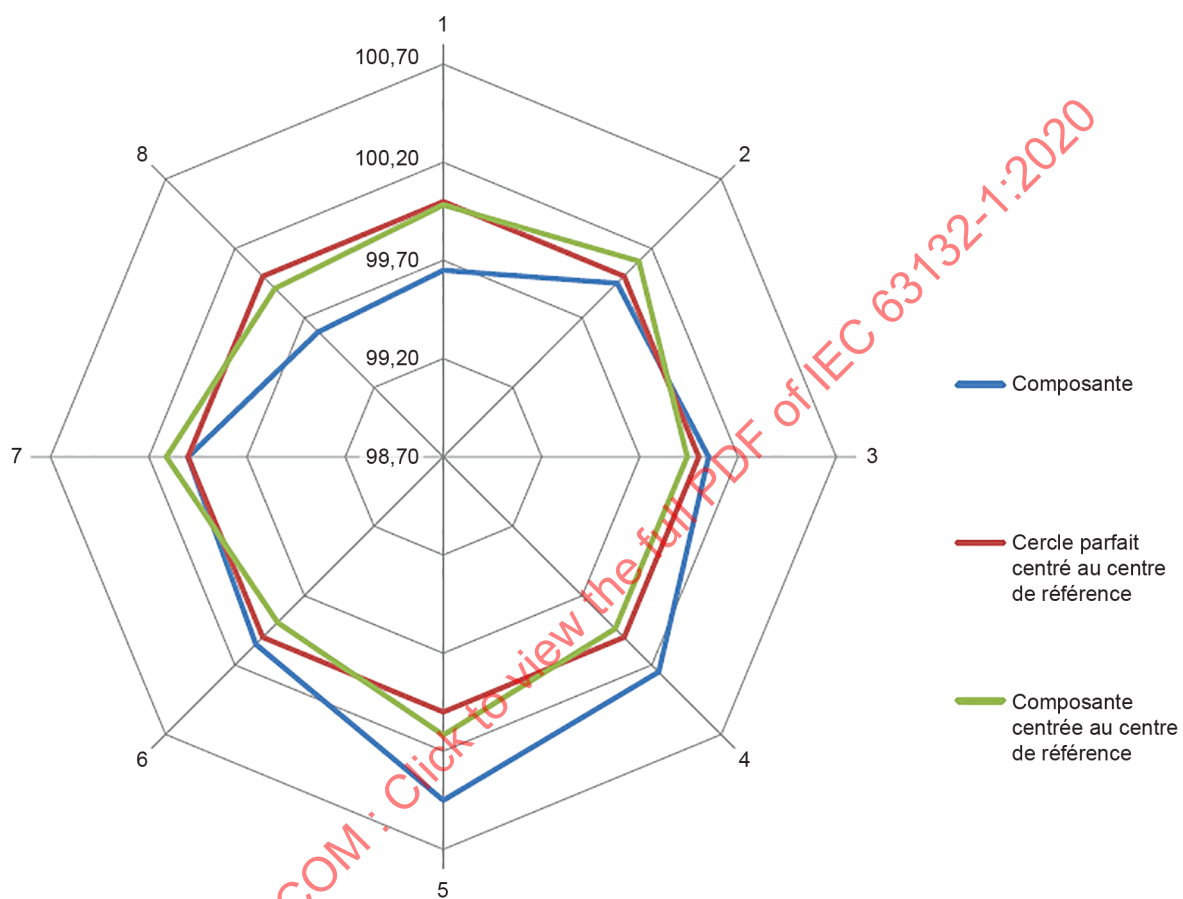
$$X \text{ calculé } (\#4) = X(\#4) - bcX = 70,89 - 0,11 = 70,78$$

$$Y \text{ calculé (\#4)} = Y(\#4) - bcY = -70,89 - (-0,33) = -70,55$$

$$\text{Rayon calculé (\#4)} = \sqrt{(70,78)^2 + (-70,55)^2} = 99,94$$

$$\text{Circularité: max.} - \text{min.} = 100,12 - 99,89 = 0,22$$

Scéma du meilleur centre



IEC

Figure 2 – Exemple de calcul du meilleur centre

4.4 Concentricité

La concentricité est la distance radiale, d , entre le centre de référence et le meilleur centre de la composante (voir Figure 3).

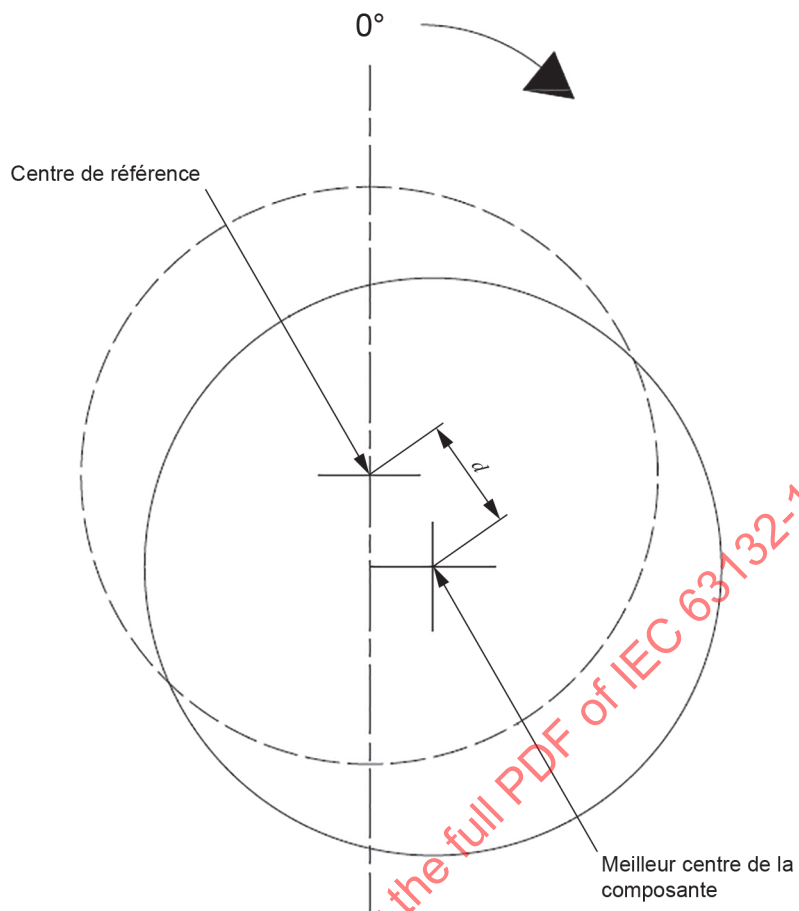
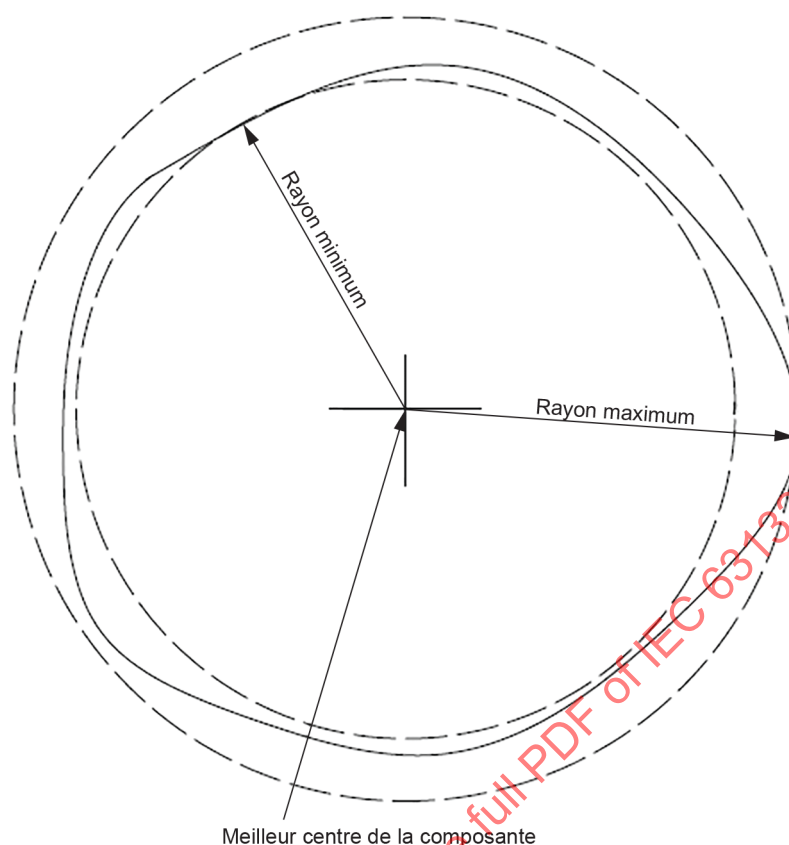


Figure 3 – Concentricité

4.5 Circularité

La circularité est la différence entre les rayons maximal et minimal, mesurés à partir du meilleur centre de la composante (voir Figure 4).



IEC

Figure 4 – Circularité**4.6 Plan horizontal de référence**

Le plan horizontal de référence est le plan horizontal situé à l'élévation moyenne d'une caractéristique de la composante sur laquelle l'autre composante doit être alignée.

4.7 Plan vertical de référence

Le plan vertical de référence est le plan vertical situé à la distance moyenne d'une caractéristique de la composante sur laquelle l'autre composante doit être alignée.

4.8 Meilleur plan

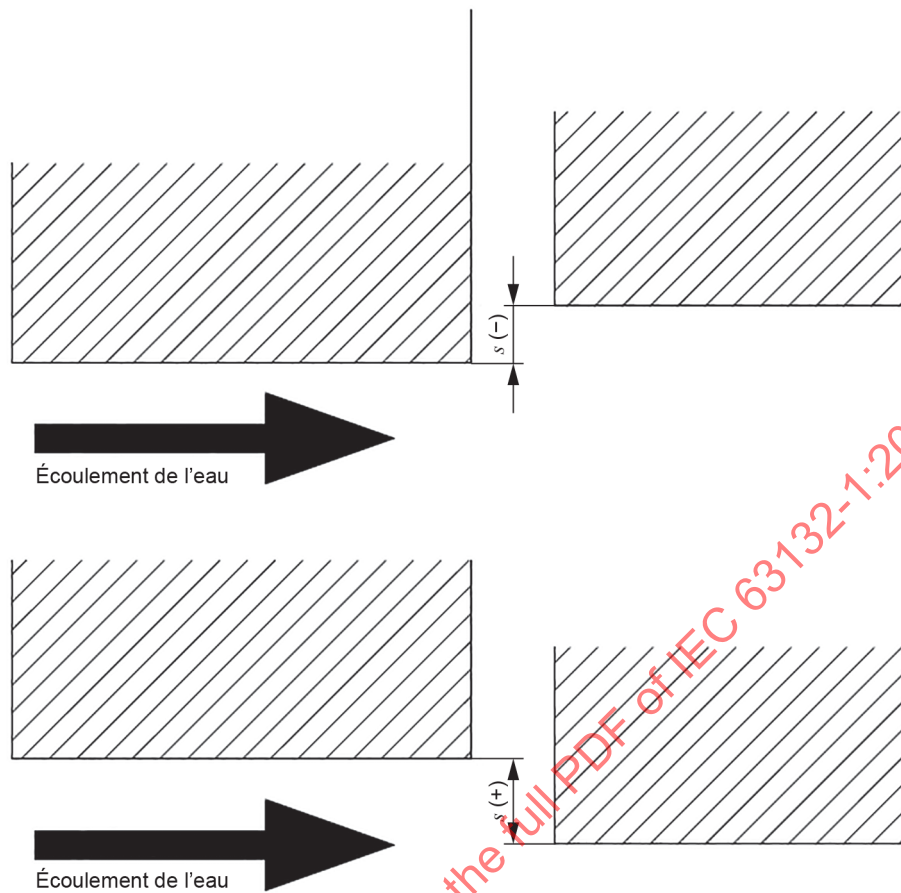
Le meilleur plan est un plan calculé qui représente une surface. Le meilleur plan minimise la somme des distances perpendiculaires de chaque mesure vers un plan.

4.9 Axe de rotation

L'axe de rotation est l'axe autour duquel tous les points des composantes rotatives tournent.

4.10 Jonction

Un décalage d , lorsque deux composantes se rencontrent ou que la projection d'une des composantes rencontre l'autre composante (dans les cas où elles ne sont pas en contact direct). Voir Figure 5.



IEC

Figure 5 – Jonction

4.11 Élévation

La distance verticale par rapport à un plan horizontal situé à l'élévation moyenne d'une caractéristique sur la composante à partir du plan horizontal de référence (voir Figure 6).

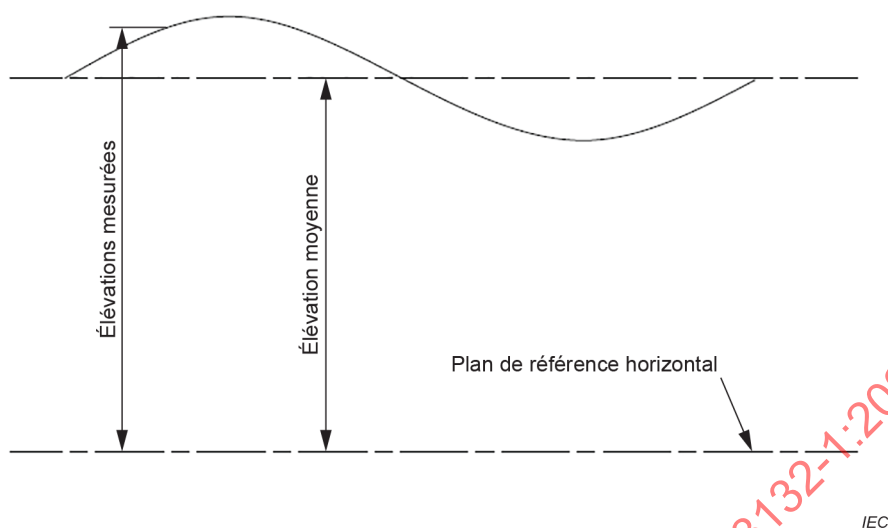


Figure 6 – Élévation

4.12 Niveau

Le niveau, tel qu'il est utilisé dans le présent document, est la déviation du meilleur plan, calculé à partir d'une série de mesures d'élévation également espacées, à partir d'un plan horizontal de référence (voir Figure 7).

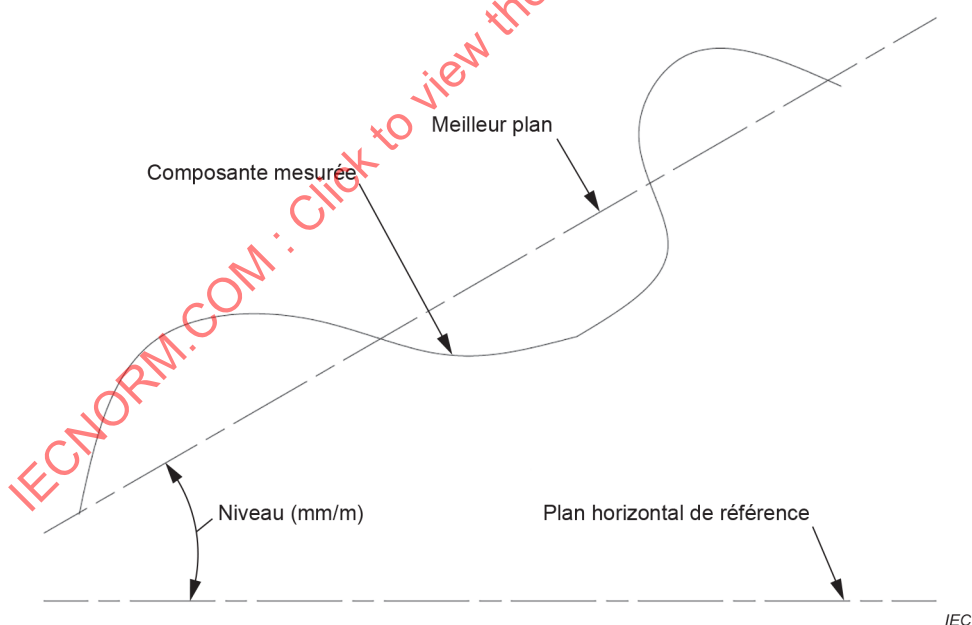
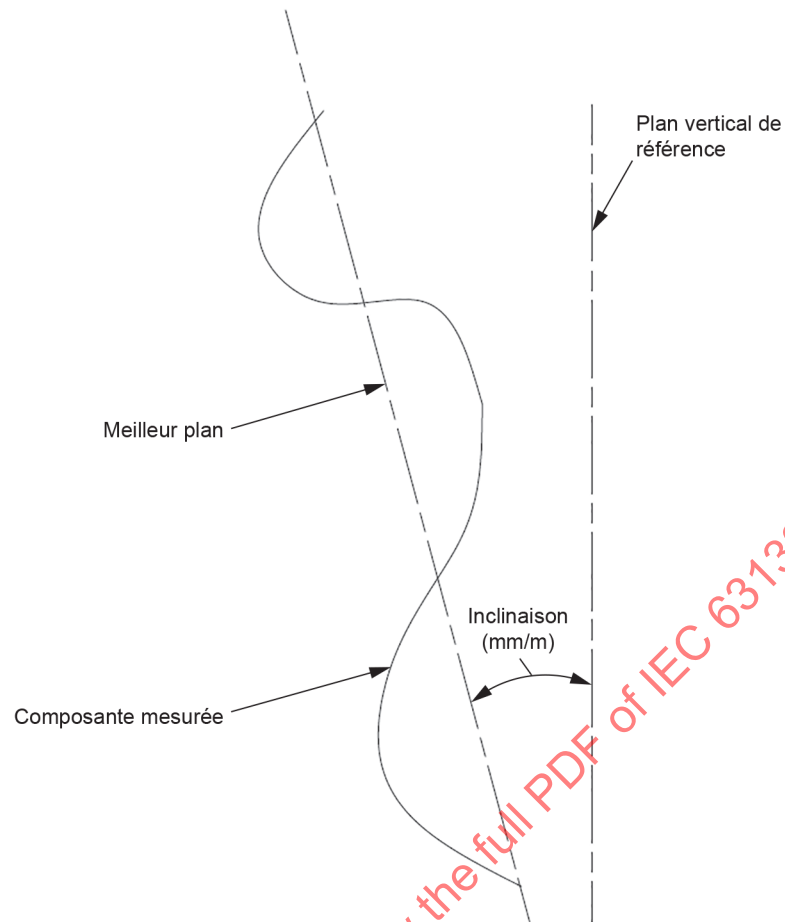


Figure 7 – Niveau

4.13 Inclinaison

L'inclinaison est la pente du meilleur plan d'une surface verticale par rapport à un ou des plans verticaux de référence (voir Figure 8).

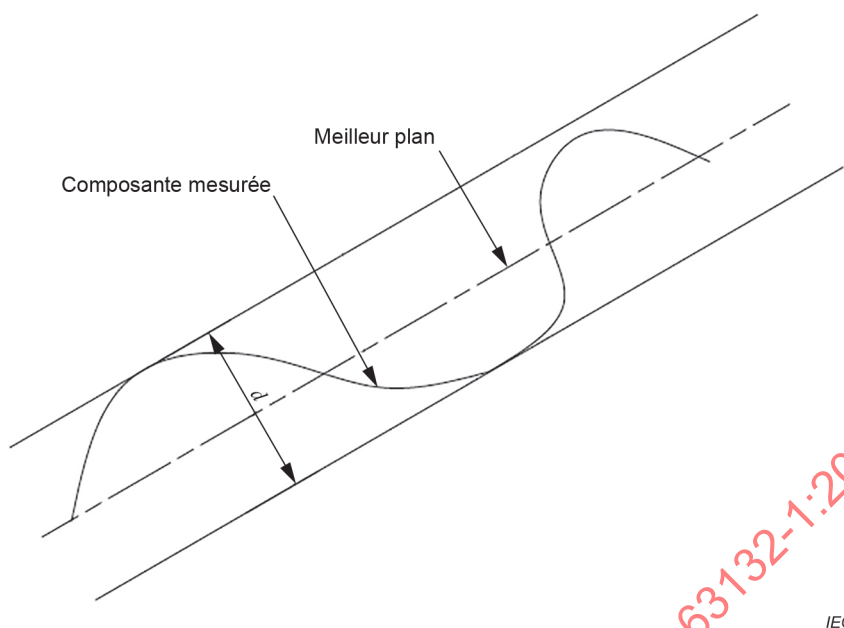


IEC

Figure 8 – Inclinaison

4.14 Planéité

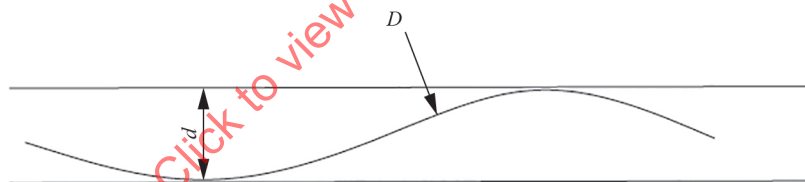
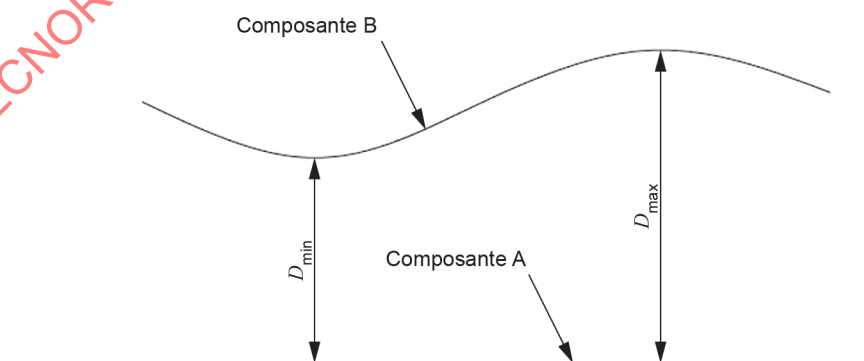
La distance entre les deux lignes parallèles les plus rapprochées, sur ou entre lesquelles tous les points mesurés sont situés (voir Figure 9).



IEC

Figure 9 – Planéité**4.15 Parallélisme**

Le parallélisme est la différence entre les distances maximale et minimale mesurées entre deux lignes (voir Figure 10).

MesuresVue des composantes

D = Distance mesurée entre les deux composantes

$d = D_{\max} - D_{\min}$

IEC

Figure 10 – Parallélisme

4.16 Orientation dans le plan

L'orientation dans le plan est la différence d'angle entre l'axe amont-aval de la composante et l'axe amont-aval de référence (voir Figure 11).

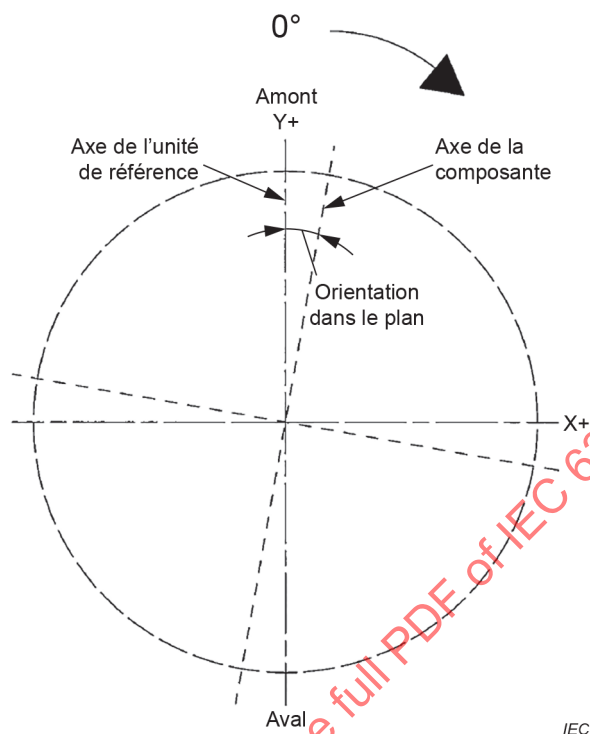
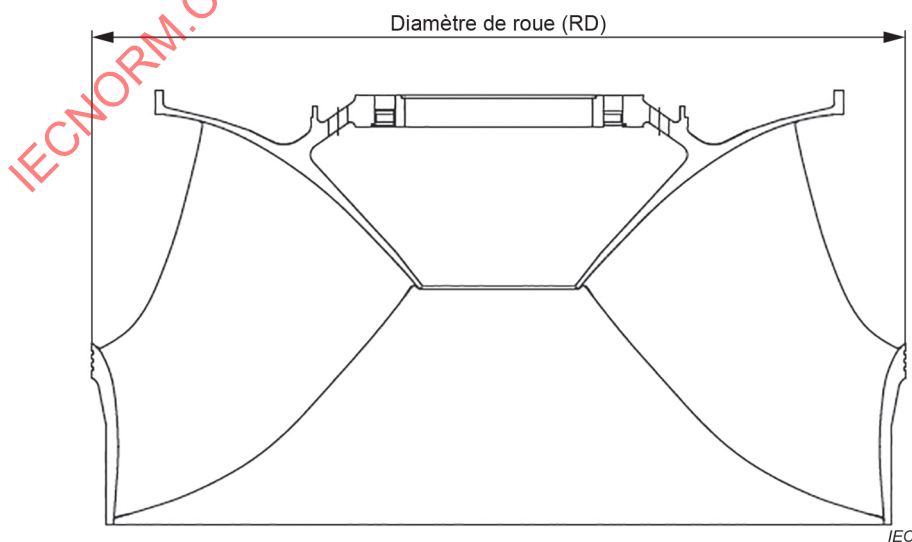


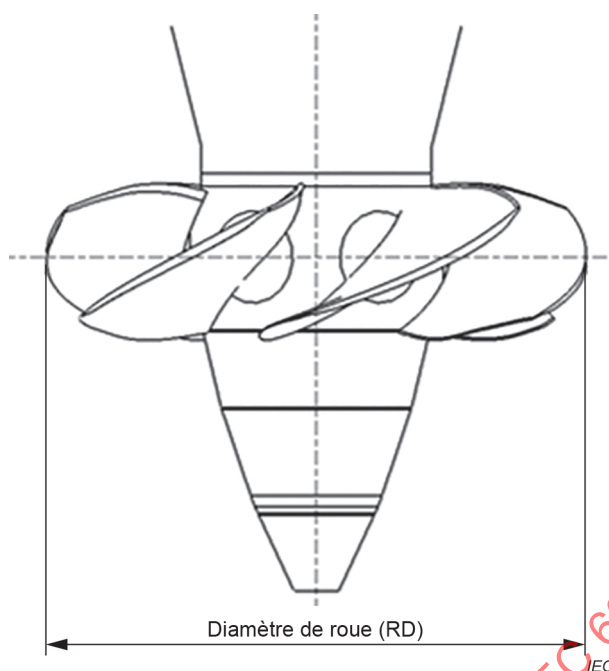
Figure 11 – Orientation dans le plan

4.17 Diamètre de la roue

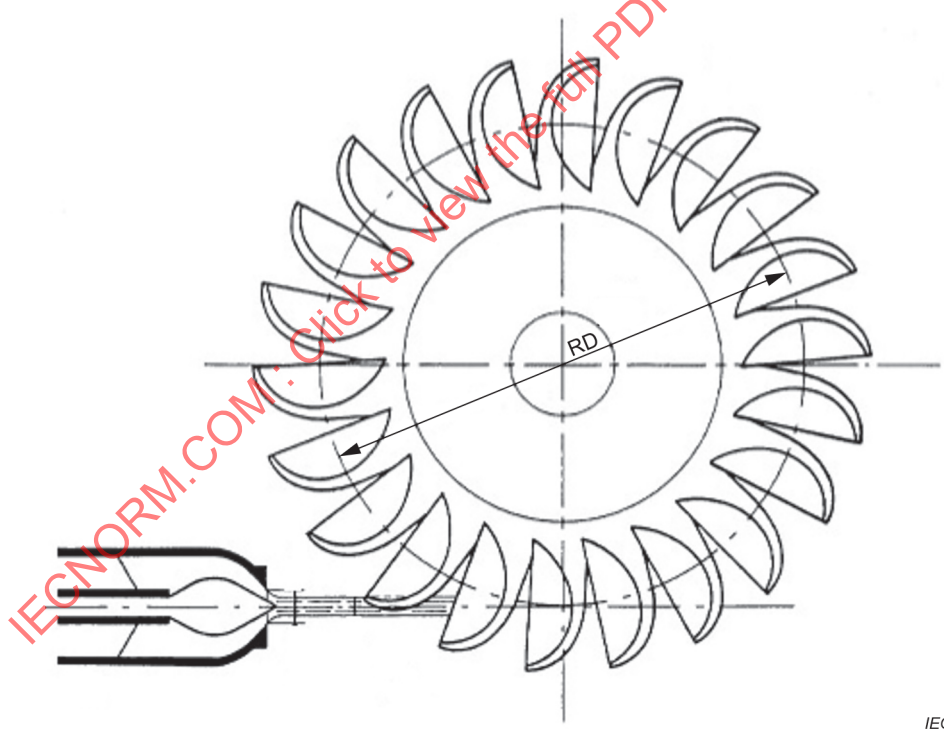
Dans le contexte du présent document, pour les turbines à réaction, le diamètre de roue (RD) est le plus grand diamètre de la roue. Pour les turbines à impulsion, le diamètre de roue est le diamètre du cercle des jets. Cette définition est seulement applicable pour le présent document. Les Figure 12 a), b) et c) montrent différents cas de diamètre de roue.



a) Diamètre de roue Francis



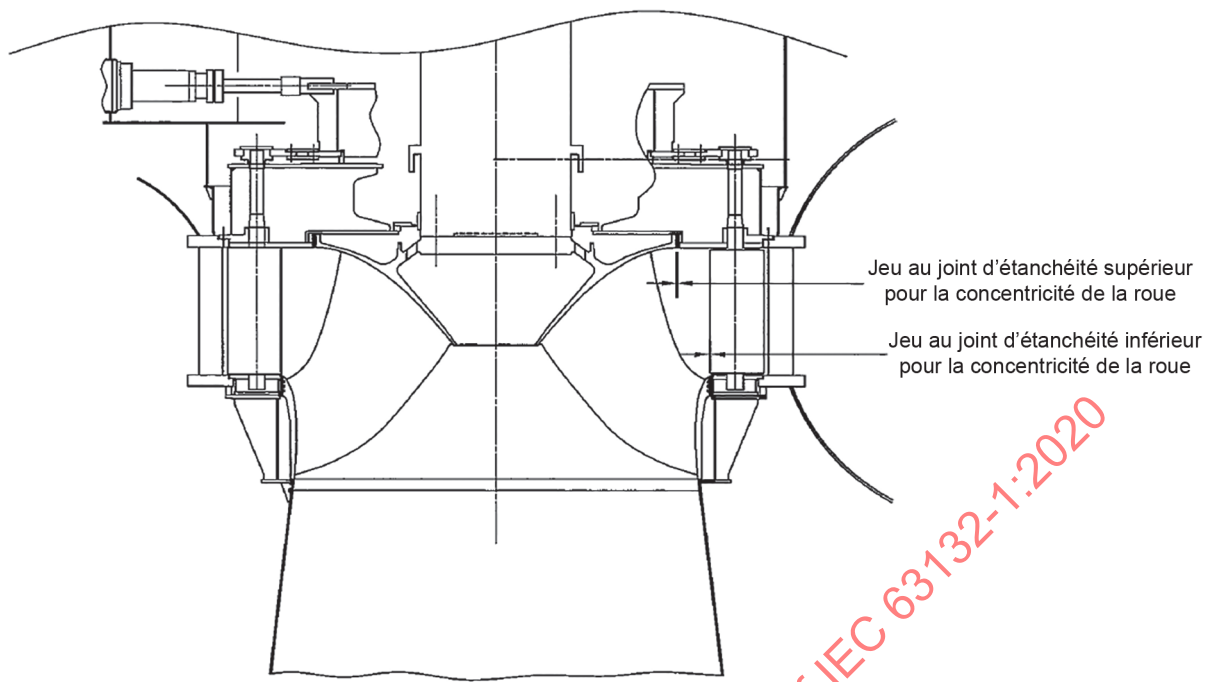
b) Diamètre de roue Kaplan ou à hélice



c) Diamètre de roue Pelton

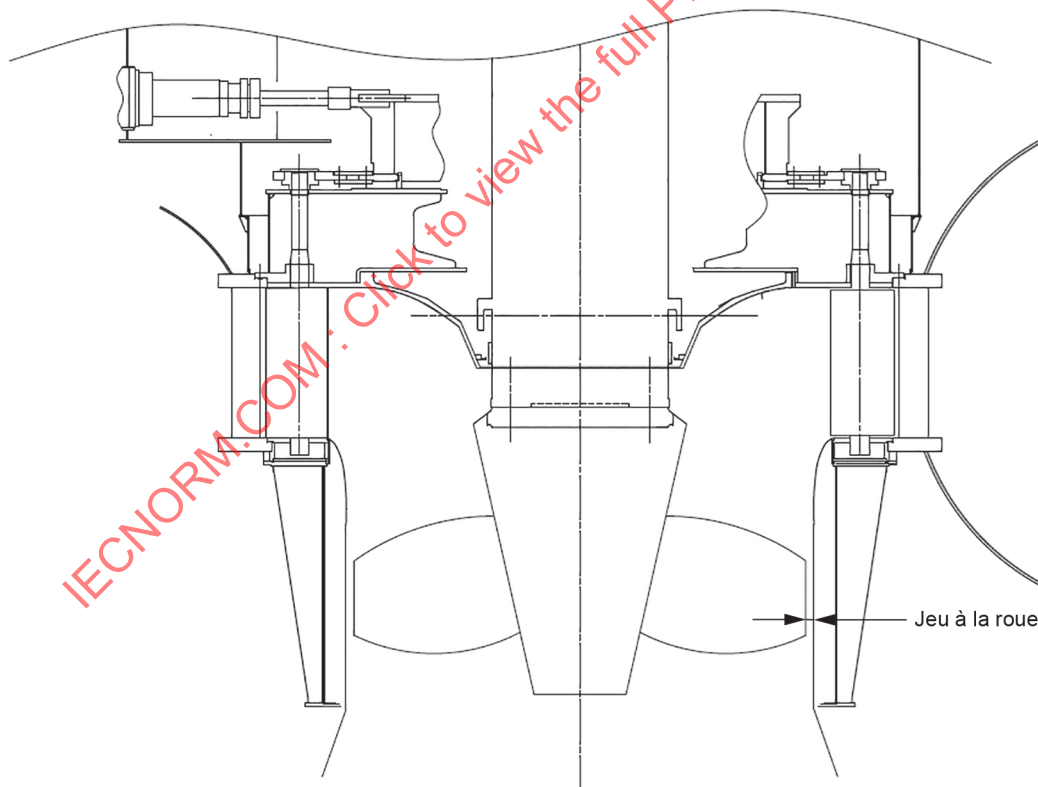
Figure 12 – Cas de diamètres de roue**4.18 Jeu à la roue**

Le jeu à la roue est l'espace radial entre la roue et les joints d'étanchéité stationnaires (turbine Francis) ou la ceinture de sortie (turbine Kaplan ou à hélice). Voir Figure 13 a) et b).



IEC

a) Jeu à la roue (turbine Francis)



IEC

b) Jeu à la roue (turbine Kaplan ou à hélice)

Figure 13 – Jeu à la roue

4.19 Jeu supérieur des directrices

Le jeu supérieur des directrices est l'espace entre le flasque supérieur (couvercle) et la directrice (voir Figure 14).