

# Application du système ISO de tolérances

ARBRE · SHAFT · WELLE · ALBERO

GRADE QUALITE	h12	60	75	90	110	130	160	190	220	250	300	360	400	450	500	mm									
	3	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200							
DEUTSCHLAND DIN 7160/61   SCHWEIZ VSM 58401/02   USAS B4   OSTERREICH 6217532   ESPAÑA UNE 5023   ITALIA UNI 6388   ISO R286																									
<b>ISO * TOLERANCES * ISO</b>																									
ENGLAND BS4500   FRANCE PNE 02105-118   BELGIQUE NBN 138   SVEDEN SMS 2101-58   PORTUGAL NP190   HOLLAND NEN2800   JAPAN JIS B0401																									
	H10	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	350	400	450	500	mm								
	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500
H. SCHUERCH																									
ALESAGE · HOLE · BOHRUNG · FORO · AGUJERO																									

TOLERATOR  
Pat. No. 499079

Module thématique sur la technique de dessin

Edition avec solutions

## Impressum

Editeur: Edition Swissmem

Intitulé: Module thématique sur la technique de dessin  
«Application du système ISO de tolérances»  
Edition avec solutions

Version: 1<sup>re</sup> édition 2018  
Copyright © Edition Swissmem, Zürich et Winterthur

N° ISBN: 978-3-03866-149-8

Direction du projet: Joachim Pérez, Swissmem Formation professionnelle, CH-8400 Winterthur  
Auteur: Willi Tschudi, CH-8355 Aadorf  
Conception et  
dessins: Daniel Baur, Swissmem Formation professionnelle, CH-8400 Winterthur

Adaptation française: Gisela Bérard

Sources: Association Suisse de Normalisation SNV, Winterthur

Impression: Printed in Switzerland

Commandes: Swissmem Formation professionnelle  
Brühlbergstrasse 4  
CH-8400 Winterthur  
Telefon +41 52 260 55 55  
Fax +41 52 260 55 59  
vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch  
www.swissmem-berufsbildung.ch

## Droits d'auteur

Tous droits réservés. Cet ouvrage et ses différentes parties sont protégés par des droits d'auteur. Toute utilisation autre que celles prévues par la loi doit faire l'objet d'une autorisation écrite de la part de l'éditeur.

## Table des matières/Explication des pictogrammes

### Table des matières:

<b>1. Introduction</b>	<b>3</b>
1.1 Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires ISO 286-1	5
<b>2. Système ISO de tolérances</b>	<b>7</b>
2.1 Termes et définitions	8
2.2 Types d'ajustements	12
2.3 Systèmes d'ajustements	14
2.4 Valeurs numériques des degrés de tolérance normalisés (ISO 286-1)	18
2.5 Sélection des classes de tolérances	20
<b>3. Méthodologie</b>	<b>21</b>
3.1 Critères à prendre en compte	22
<b>4. Exercices</b>	<b>23</b>
<b>5. Catalogue CoRe</b>	<b>33</b>

### Explication des pictogrammes:



Remarques importantes



Résolvez ces devoirs avec les outils appropriés (p. ex. écrire, dessiner à la main ou à l'aide d'un programme DAO/CAO).

Test de lecture

## Notes

Test de lecture

## 1. Introduction

Test de lecture

## 1. Introduction

Pour les dessins de construction (dessins techniques) réalisés sur la base des normes ISO-GPS aujourd'hui en vigueur à l'échelle mondiale, les règles, concepts et principes stipulés dans la norme ISO 8015 s'appliquent par défaut (c'est-à-dire sans convention particulière).

ISO GPS est un système global de principes fondamentaux et d'outils permettant de **définir complètement et de manière univoque la géométrie d'une pièce** et de la mesurer.

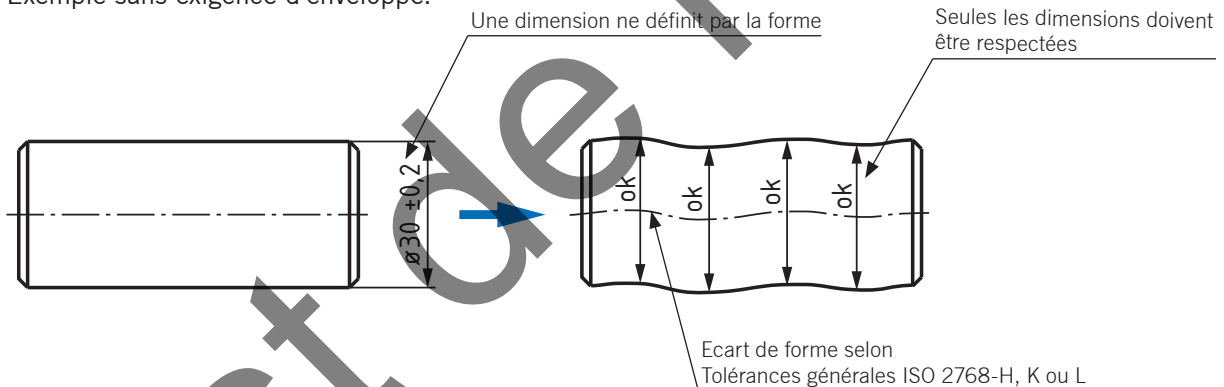
### Système normatif ISO GPS



Dans l'ISO 8015, le **principe d'indépendance** fait partie de ces règles fondamentales.

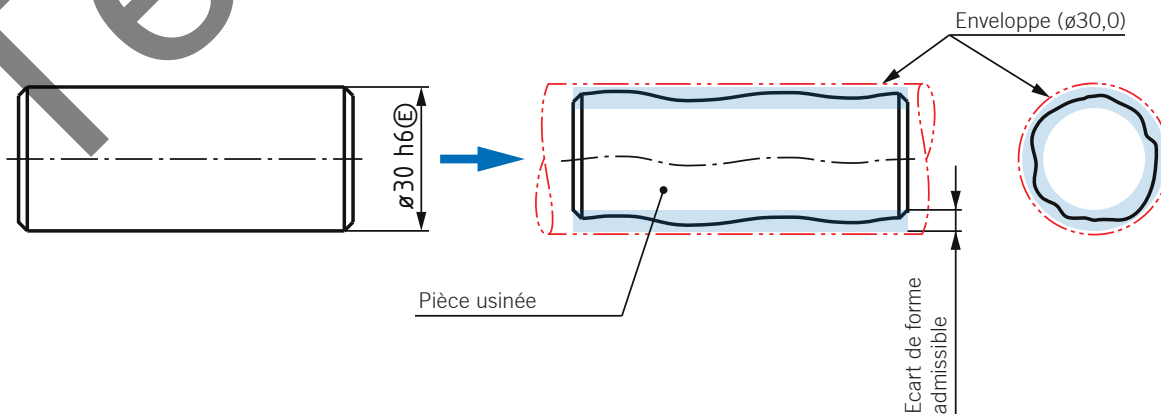
Le principe d'indépendance signifie qu'il n'y a aucune relation entre, par exemple les tolérances dimensionnelles et les tolérances géométriques. Chaque exigence doit être satisfaite et vérifiée de manière indépendante des autres exigences.

Exemple sans exigence d'enveloppe:



Exemple avec exigence d'enveloppe:

Si la condition d'enveloppe s'applique, elle est indiquée par le symbole  $\textcircled{E}$  à la suite de la tolérance linéaire.

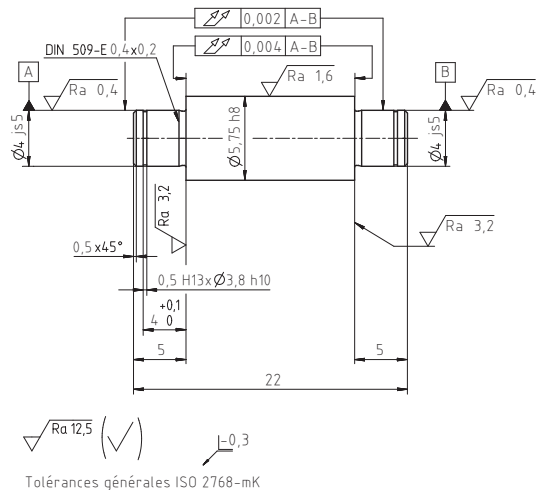


Selon l'ISO 14405-1, la définition par défaut de la taille linéaire est la taille entre deux points (modificateur LP). Cela signifie que la forme (p.ex. la rectitude) n'est pas définie par la taille spécifiée.

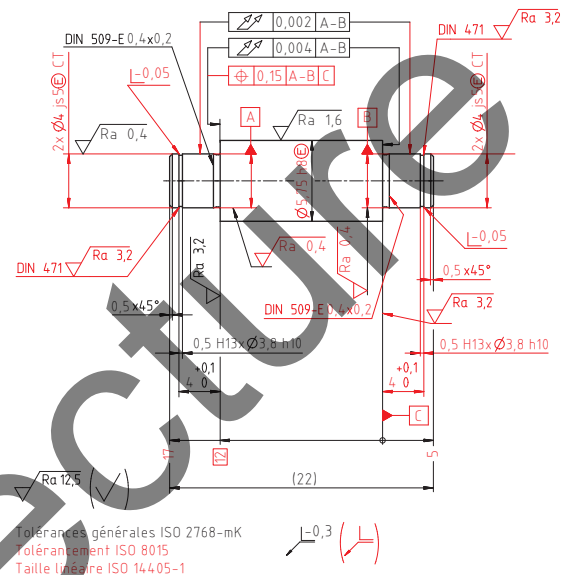
## 1. Introduction

Exemple dessin de fabrication arbre (décolletage):

Cotation ambiguë de l'arbre  
méthode conventionnelle



Complète et univoque d'après la fonction  
conforme à ISO GPS



- Le principe d'indépendance et le principe d'élément n'ont pas été appliqués.
- La manière dont les diamètres doivent être mesurés n'est pas précisée.

- Chaque élément géométrique est défini de manière univoque.
- La manière dont les diamètres doivent être mesurés est indiquée par l'opérateur de spécification  $\textcircled{E}$ .

### 1.1 Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires ISO 286-1

Les normes ISO relatives à la spécification des tolérances sont publiées sous la forme de normes SN et ISO. Le système comprend les principes de base et les indications utilisées par les différentes branches industrielles dans le monde entier pour fabriquer de manière économique des pièces interchangeables. L'utilisation des tolérances ISO favorise par exemple l'assemblage des pièces usinées sans que des opérations de retouche onéreuses soient nécessaires.

Le système ISO pour les tailles limites et les ajustements est utilisé avec succès dans presque tous les pays du monde depuis plus de 80 ans.

#### Avantage de l'utilisation du système ISO pour les tailles limites et les ajustements

L'utilisation du système ISO pour la spécification des tailles limites et les ajustements présentent les avantages suivants:

- Le nombre de possibilité de tolérancement diminue.
- Pour des exigences fonctionnelles similaires, il est plus facile de trouver une tolérance dimensionnelle appropriée (p.ex. pour le montage de roulements 30 k5).
- Sélection et attribution simplifiées d'outils, machines-outils et moyens de mesure et/ou machines à mesurer appropriés pour l'exigence de tolérance spécifiée.
- Le nombre d'outils et de moyens de mesure se réduit en cas d'utilisation de tolérances préférentielles (voir page 19).

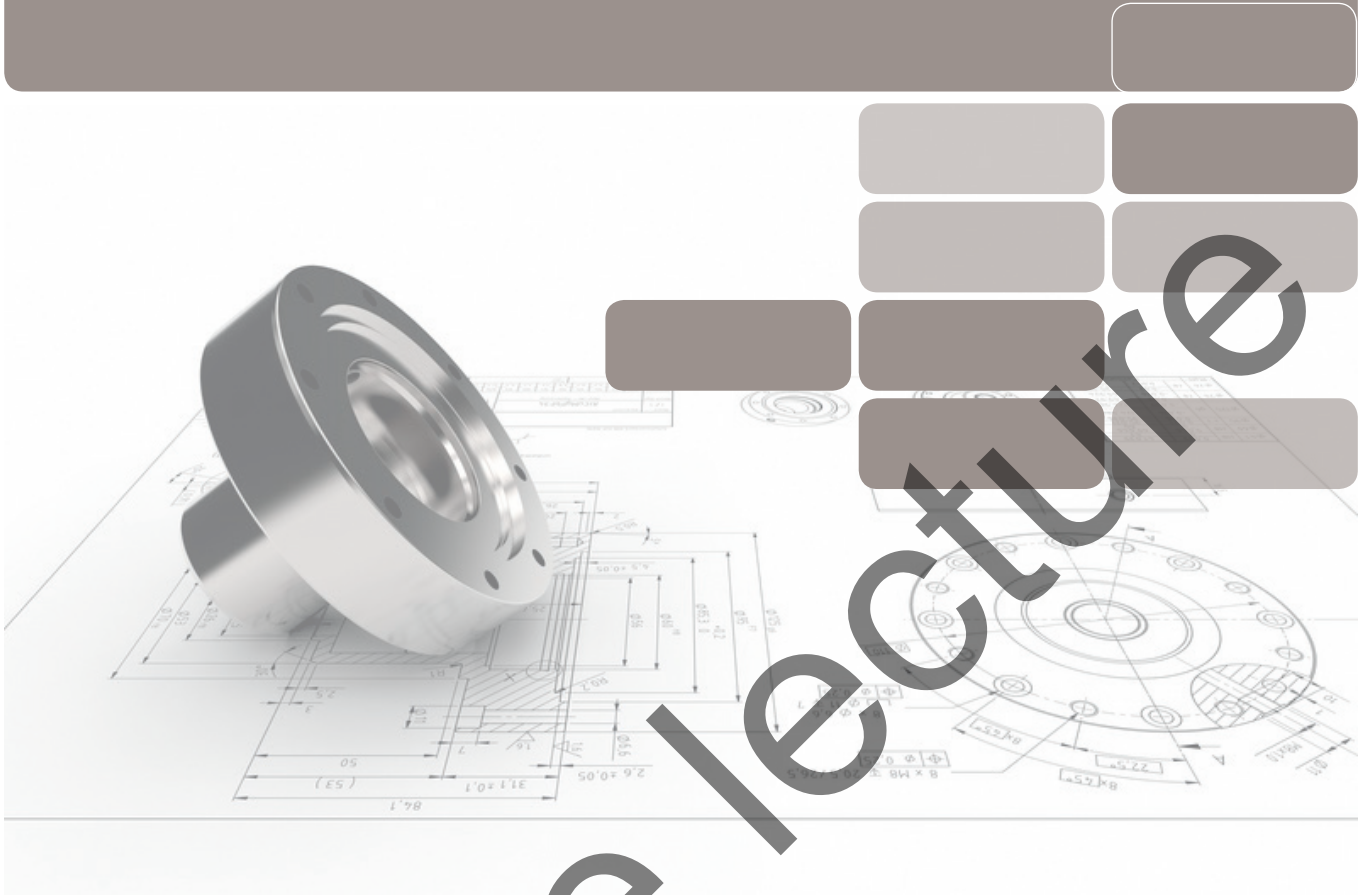
## Notes

---

Test de lecture



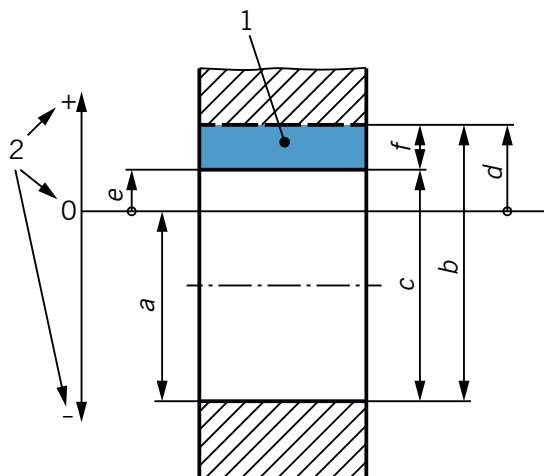
## 2. Système ISO de tolérances



Test de lecture

## 2. Système ISO de tolérances

### 2.1 Termes et définitions



#### Légende:

- 1 Intervalle de tolérance (anciennement zone de tolérance)  
2 Convention de signe pour les écarts

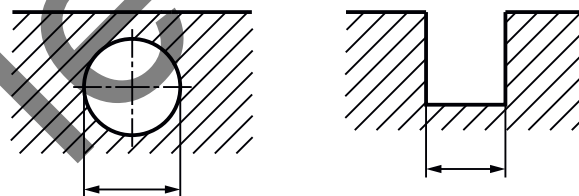
- a Taille nominale  
b Limite supérieure de taille  
c Limite inférieure de taille  
d Ecart limite supérieur  
e Ecart limite inférieur (dans ce cas également écart fondamental)  
f Tolérance

#### Remarque:

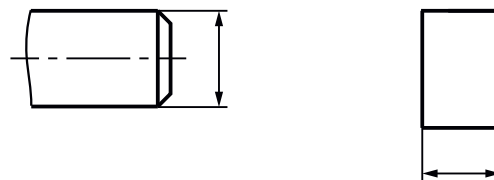
La ligne horizontale, qui limite l'intervalle de tolérance ( $f$ ), représente les écarts fondamentaux pour un alésage. La ligne en pointillés, qui limite l'intervalle de tolérance, représente l'autre écart limite pour un alésage.

#### 2.1.1 Alésage/Arbre

Selon l'ISO 286-1, le terme «alésage» est utilisé conventionnellement pour tout élément intérieur d'une pièce, même non cylindrique (p.ex. deux faces parallèles opposées comme la largeur d'une rainure).



Selon l'ISO 286-1, le terme «arbre» est utilisé conventionnellement pour tout élément extérieur d'une pièce, même non cylindrique (p.ex. l'épaisseur d'une plaque).



#### 2.1.2 Taille nominale

La taille nominale est la taille d'un élément de forme parfaite tel que défini sur le dessin. La taille nominale est utilisée pour la position des limites de taille par l'application des écarts supérieur et inférieur. Dans le système ISO de tolérances, les écarts dépendent de la taille nominale. Pour un même degré de précision, l'intervalle de tolérance augmente avec les dimensions (voir tableaux page 19).

Exemple:

$$10H7 = 10 \begin{matrix} +0,015 \\ 0 \end{matrix} \text{ mm} \quad 100H7 = 100 \begin{matrix} +0,035 \\ 0 \end{matrix} \text{ mm}$$

#### 2.1.3 Taille réelle

C'est la dimension d'un élément géométrique obtenue par mesurage.

## 2. Système ISO de tolérances

### 2.1.4 Limites de taille

Ce sont les deux tailles extrêmes admissibles entre lesquelles doit se situer la taille réelle d'une entité dimensionnelle, limites incluses.

Exemple:

10H7  $\Rightarrow$  10,0 mm ... 10,015 mm

#### Limite supérieure de taille

C'est la plus grande taille admissible d'une entité dimensionnelle, p.ex. 10,015 mm.

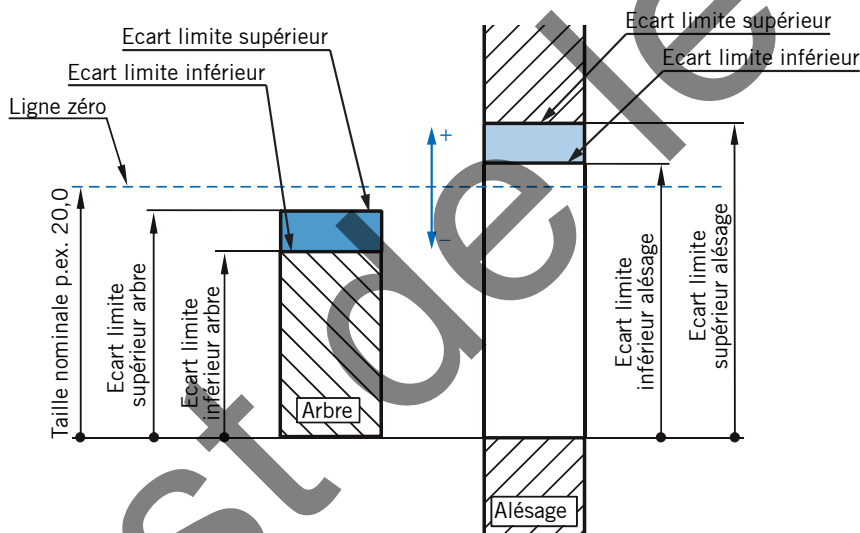
#### Limite inférieure de taille

C'est la plus petite taille admissible d'une entité dimensionnelle, p.ex. 10,0 mm.

### 2.1.5 Ligne zéro

Dans la représentation graphique des tolérances et des ajustements, la ligne droite représentant la taille nominale à partir de laquelle sont représentés et positionnés les écarts. Par convention, lorsque la ligne zéro est tracée horizontalement, les écarts positifs sont au-dessus et les écarts négatifs au-dessous.

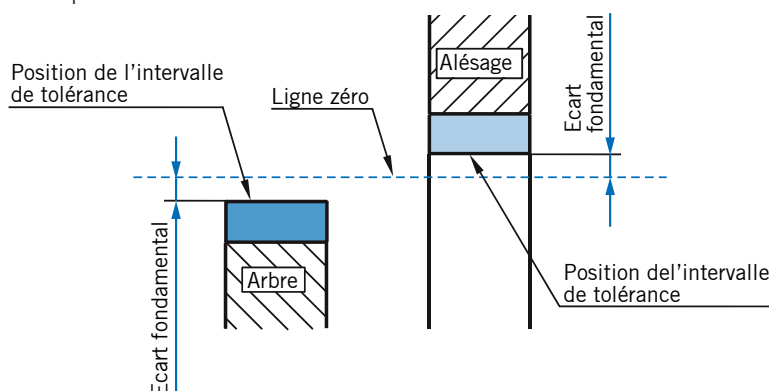
Exemple:



### 2.1.6 Ecart fondamental

C'est l'écart qui définit la position de l'intervalle de tolérance (anciennement zone de tolérance) par rapport à la ligne zéro. Cet écart peut être l'écart limite supérieur ou l'écart limite inférieur. De ces deux écarts, on choisira celui qui est le plus proche de la ligne zéro.

Exemple:



## 2. Système ISO de tolérances

### 2.1.7 Tolérance

Différence entre l'écart limite supérieur et l'écart limite inférieur. La tolérance est une valeur absolue non affectée de signe.

### 2.1.8 Tolérance fondamentale IT

La tolérance fondamentale est la valeur de tolérance fixée pour les différents degrés de tolérance normalisés et gamme de dimensions nominales. Les lettres du symbole «IT» signifient «International Tolerance».

Exemple:

Taille nominale 30 mm, degré de tolérance normalisé IT7, correspond à une valeur de tolérance fondamentale de 0,021 mm (voir tableau page 18).

### 2.1.9 Degrés de tolérance normalisés

Les degrés de tolérance normalisés sont indiqués avec les lettres IT suivies d'un nombre, p.ex. IT7.

Si le degré de tolérance est associé à une lettre représentant un écart fondamental pour constituer une classe de tolérance ISO, on supprime les lettres IT. Un degré de tolérance spécifique est considéré comme correspondant au même niveau d'exactitude pour toutes les tailles nominales.

Exemple:

Taille nominale 40, degré de tolérance normalisé IT8  $\Rightarrow$  40 H8, 40 G8, 40 js8, 40 f8

Le système ISO prévoit 20 degrés de tolérance normalisés, dont IT01 est le plus précis et IT 18 le plus larges. Les degrés IT1 à IT18 sont d'usage général. Les degrés IT01 et IT0 sont destinés à des applications particulières.

Les domaines d'application suivants sont d'usage:

- Degré de tolérance IT01 ... IT4: pour la fabrication d'outils de mesure
- Degré de tolérance IT5 ... IT11: pour la fabrication de machines et d'installations industrielles
- Degré de tolérance IT12 ... IT18: pour des produits matricés et laminés

### 2.1.10 Intervalle de tolérance (zone de tolérance)

L'intervalle est contenu entre les limites supérieure et inférieure de taille, il est défini par la grandeur de la tolérance et son placement par rapport à la taille nominale. Les limites de tolérances peuvent être bilatérales (valeurs des deux côtés de la taille nominale) ou unilatérales (les deux valeurs sont d'un côté de la taille nominale).

Exemple:

+0,015	+0,035
10 – 0,005 mm	100 +0,010 mm

**Note:**

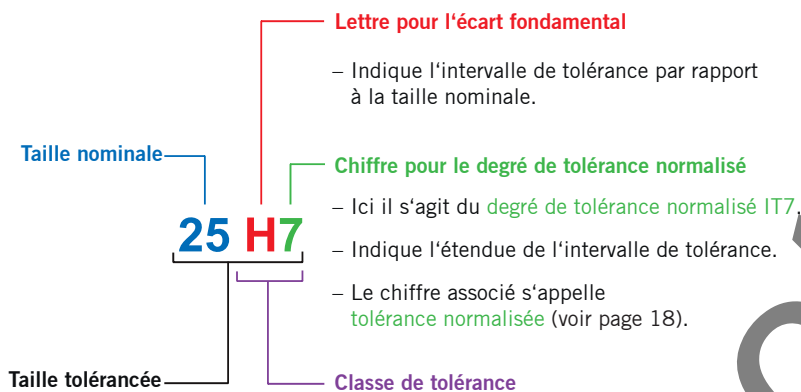
L'ancien terme «zone de tolérance» utilisé en relation avec la cotation dimensionnelle (selon l'ISO 286-1:1988) a été changé en «intervalle de tolérance» puisque un intervalle se réfère à une étendue sur une échelle, tandis qu'une zone de tolérance se réfère en GPS à un espace ou à une surface, comme dans le cas du tolérancement selon l'ISO 1101.

## 2. Système ISO de tolérances

### 2.1.11 Classe de tolérance

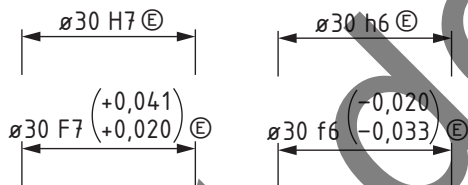
Désigne une combinaison d'un écart fondamental et d'un degré de tolérance normalisé, p.ex. h9, D10, etc.

### 2.1.12 Récapitulation à l'aide d'une taille tolérancée



### 2.1.13 Tailles tolérancées selon l'ISO 286-1 et l'ISO 14405-1

Exemple d'inscription avec le système ISO de tolérances (ISO 286-1):



Exemple d'inscription avec le tolérancement plus / moins (ISO 14405-1):



## 2. Système ISO de tolérances

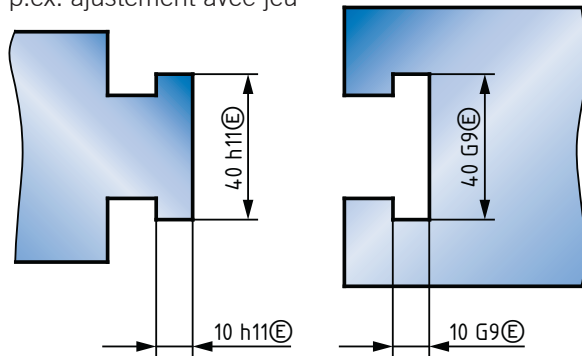
### 2.2 Types d'ajustements

Selon l'ISO 286-1, l'ajustement résulte de la différence, avant assemblage, entre les tailles réelles de deux éléments avec une taille nominale commune («arbre» et «alésage»), destinés à être assemblés.

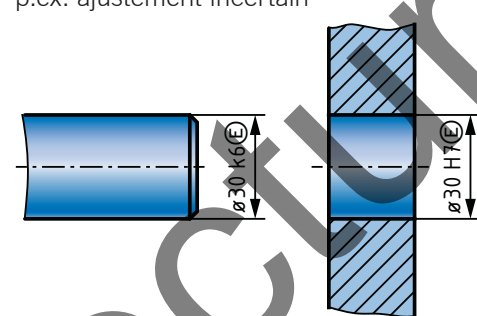
Les tolérances et les ajustements définis s'appliquent de la même manière aux pièces qui ne sont pas des corps de révolution.

Exemples:

p.ex. ajustement avec jeu



p.ex. ajustement incertain



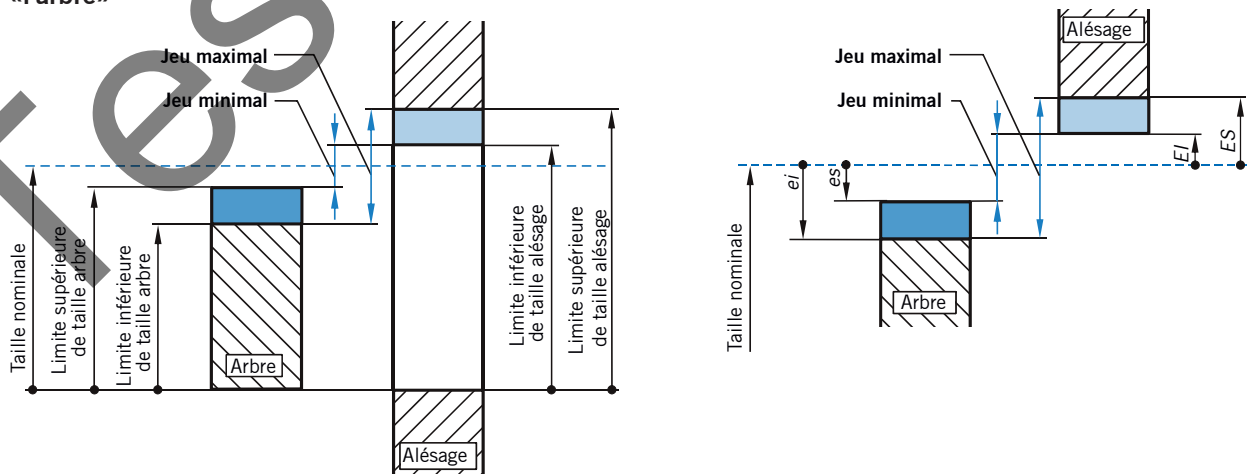
On fait la distinction entre trois types d'ajustements:

- ajustement avec jeu
- ajustement incertain
- ajustement avec serrage

#### 2.2.1 Ajustement avec jeu

Ajustement assurant toujours un jeu entre l'alésage et l'arbre après assemblage, c'est-à-dire un ajustement dans lequel la limite inférieure de taille de l'alésage est soit plus grande que la limite supérieure de taille de l'arbre soit, dans le cas extrême, égale à la limite supérieure de la taille de l'arbre. Par conséquent, un ajustement avec jeu doit répondre aux critères suivants:

**La limite inférieure de taille de «l'alésage» est plus grande ou égale à la limite supérieure de taille de «l'arbre»**



$es$  = écart limite supérieur de l'arbre (e = extrême dans le sens de limite; s = limite supérieure de taille moins la taille nominale)

$ei$  = écart limite inférieur de l'arbre (e = extrême dans le sens de limite; i = limite inférieure de taille moins la taille nominale)

$ES$  = écart limite supérieur de l'alésage (E = extrême dans le sens de limite; S = limite supérieure de taille moins la taille nominale)

$EI$  = écart limite inférieur de l'alésage (E = extrême dans le sens de limite; I = limite inférieure de taille moins la taille nominale)

Jeu minimal = limite inférieure de taille alésage – limite supérieure de taille arbre

Jeu maximal = limite supérieure de taille alésage – limite inférieure de taille arbre

## 2. Système ISO de tolérances

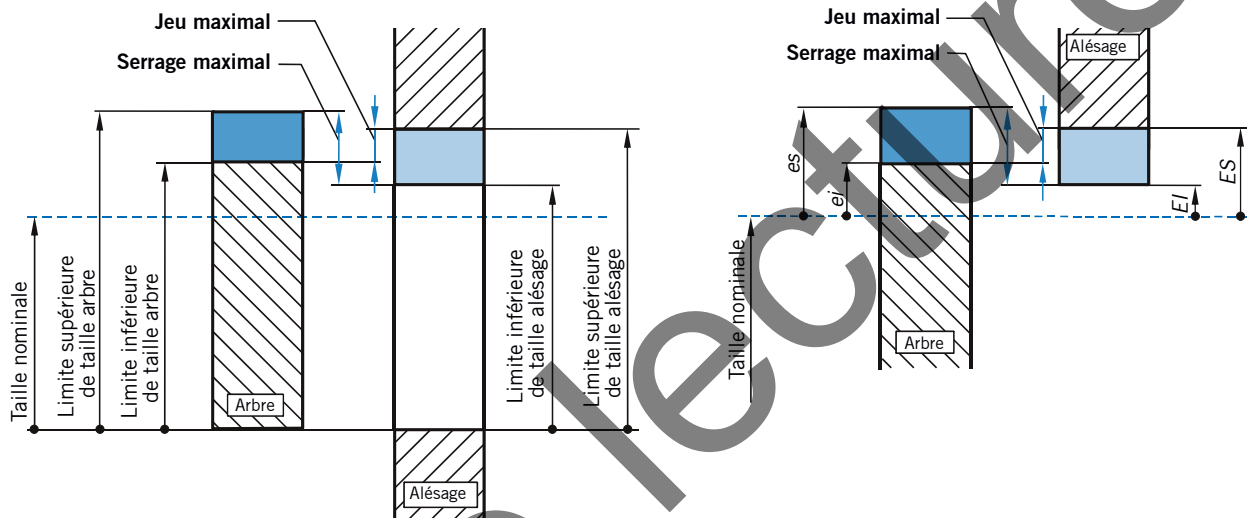
### 2.2.2 Ajustement incertain

Ajustement assurant tantôt un jeu, tantôt un serrage entre l'alésage et l'arbre après assemblage, en fonction des tailles réelles de l'alésage et de l'arbre, c'est-à-dire les intervalles de tolérance de l'alésage et de l'arbre se chevauchent complètement ou partiellement. Par conséquent, un ajustement incertain doit répondre aux critères suivants:

**La taille minimale de «l'alésage» est plus petite que la taille maximale de «l'arbre»**

**et**

**la limite supérieure de taille de «l'alésage» est plus grande que la limite inférieure de taille de «l'arbre»**



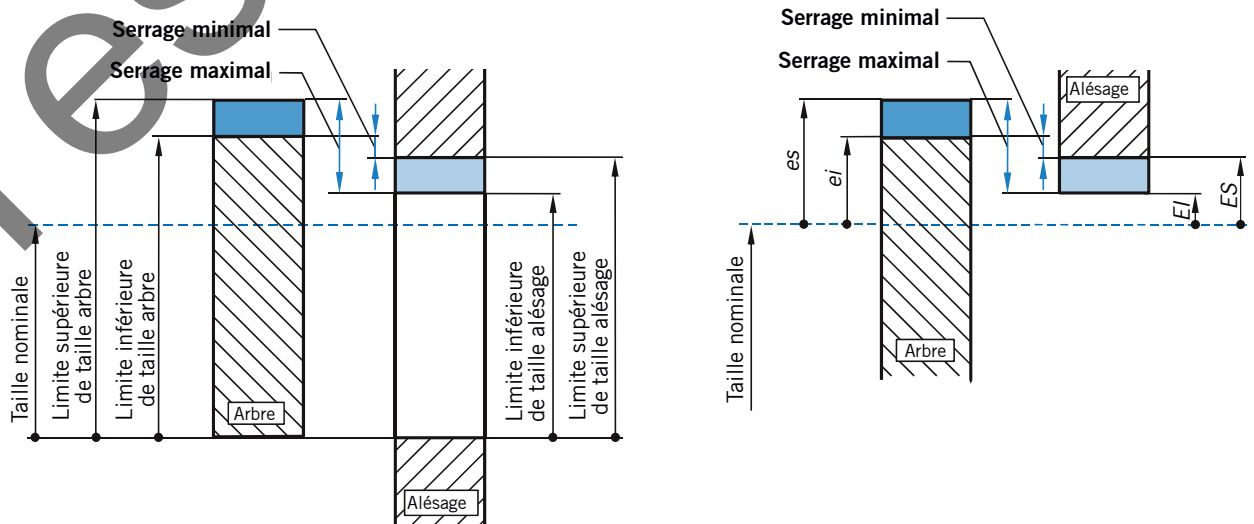
Jeu maximal = limite supérieure de taille alésage – limite inférieure de taille arbre

Serrage maximal = limite inférieure de taille alésage – limite supérieure de taille arbre

### 2.2.3 Ajustement avec serrage

Ajustement assurant toujours un serrage entre l'alésage et l'arbre après assemblage, c'est-à-dire un ajustement dans lequel la limite supérieure de taille de l'alésage est soit plus petite que la limite inférieure de taille de l'arbre soit, dans le cas extrême, égale à la limite inférieure de taille de l'arbre. Par conséquent, un ajustement avec serrage doit répondre aux critères suivants:

**La limite supérieure de taille de «l'alésage» est égale ou inférieure à la limite inférieure de taille de «l'arbre»**



Serrage minimal = limite supérieure de taille alésage – limite inférieure de taille arbre

Serrage maximal = limite inférieure de taille alésage – limite supérieure de taille arbre

## 2. Système ISO de tolérances

### 2.3 Système d'ajustement

En mécanique, le système d'ajustement favorise une fabrication économique. C'est un outil qui permet de réduire le nombre de tolérances. Les systèmes d'ajustement contribuent donc à un usinage bon marché et à optimiser les coûts. Les systèmes d'ajustement sont très souvent utilisés pour les liaisons arbre-moyeu.

#### 2.3.1 But des systèmes d'ajustement

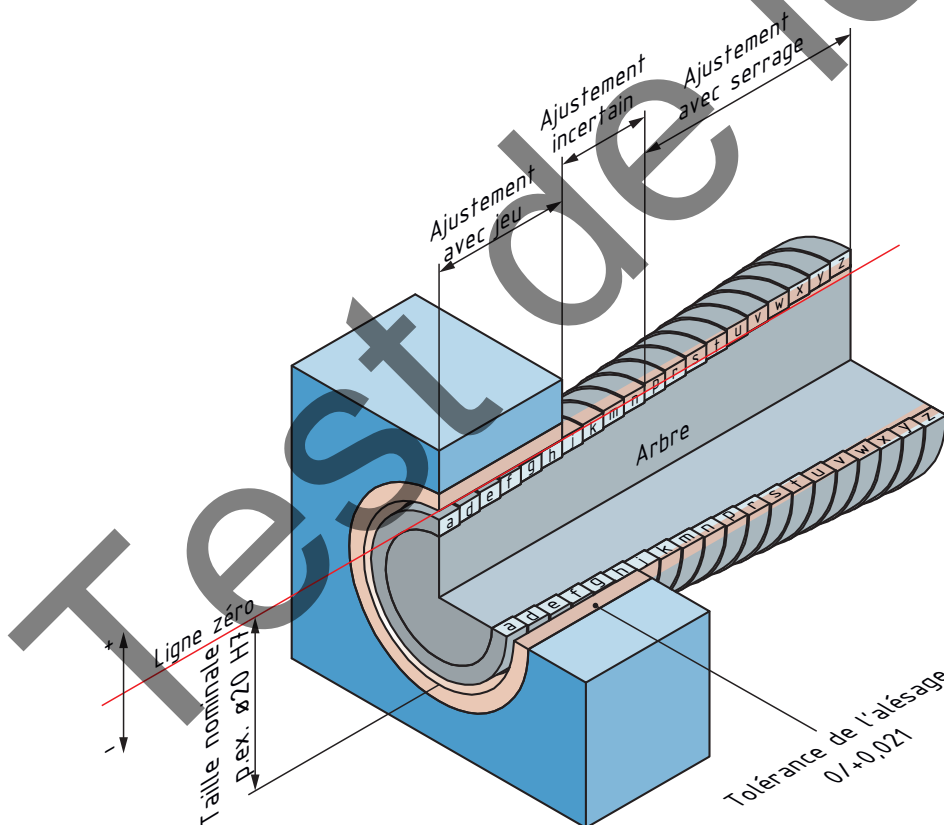
Un système d'ajustement sert à fabriquer l'une des deux pièces à usiner avec une grande homogénéité et à transférer les tolérances nécessaires à l'autre pièce à usiner. On fait la distinction entre deux procédés, le système d'ajustement à «alésage normal» et le système d'ajustement à «arbre normal».

#### 2.3.2 Alésage normal

En optant pour l'alésage normal (H) selon le système ISO de tolérances, le diamètre de l'alésage (p.ex. liaison arbre-moyeu) est toujours tolérancé avec une position H. La position de l'intervalle de tolérance du diamètre de l'arbre associé peut être définie en fonction du but recherché. Dans la pratique, un tel ajustement peut être facilement mis en œuvre avec le procédé d'usinage tournage.

L'alésage normal est un procédé permettant une utilisation bon marché et économique des outils, c'est le système le plus répandu en mécanique.

La raison est simple: les outils de perçage conventionnels ont deux ou plusieurs tranchants. Une modification de leur géométrie nécessiterait un travail technique important.



**Note:**  
Pas toutes les désignations abrégées ont été reportées.

Système à alésage normal		
Alésage	Arbre	Type d'ajustement
H	a b c cd d e ef f fg g h	Ajustement avec jeu (présente toujours un jeu)
	js j k m n	Ajustement incertain (jeu ou serrage possibles)
	p r s t u v x y z za zb zc	Ajustement avec serrage (est toujours serré)



## 2. Système ISO de tolérances

### Exemples d'application du système d'ajustement à «alésage normal»

Combinaison entre alésage normal (H8, H7) et arbre correspondant

Ajustement	H8	H7	Caractère d'ajustement	Exemples d'application	
	Arbre				
Jeu	d9		Grand jeu	Arbre à plusieurs paliers, palier lisse pour large gamme de température, palier de levier	
	e8		Jeu perceptible		
	h9		Facilement déplaçable	Embrayage coulissant, entretoise	
	f7		Petit jeu	Coulisseau, glissière de crosse de piston	
		g6		Jeu non perceptible	Palier lisse de précision
		h7	h6	Déplacement encore possible par l'emploi de lubrifiants	Bague d'arrêt, roue interchangeable, centrage, contre-pointe de tour
Incertain		js6	Encore mobile sous légère pression	Centrage précis	
		k6	Assemblé sans besoin de force importante	Volant, accouplement, poulie	
		n6	Assemblé sous pression	Transmission d'un couple avec sécurité supplémentaire contre la rotation	
Serrage		p6	Assemblé au moyen de presses ou fretté	Transmission de petits couples sans sécurité supplémentaire contre la rotation	
		r6			
		s6			

Pour le système à alésage normal, on utilise la classe de tolérance H6, **H7, H8**, H9, H10 ou H11. Pour des questions économiques, une préférence devrait être donnée aux classes de tolérances imprimées en gras.

Suivant l'entreprise, d'autres combinaisons sont envisageables, p.ex. H7/f6.