

La cotation GPS

Sommaire

- Introduction au concept GPS
- Le principe d'indépendance
- La spécification de la géométrie
 - Le tolérancement dimensionnel et les ajustements
 - La rugosité
 - Les éléments et les références
 - Le tolérancement géométrique
 - Le cas du battement (simple et total)
- L'exigence d'enveloppe
- L'exigence de maximum matière
- Un mot sur la métrologie industrielle

Introduction au concept GPS

A la fin des années 80 et au début des années 90, chaque pays développe et utilise sa propre norme concernant la métrologie et le tolérancement, par exemple, nous avons :

- Les états unis utilisent la norme « cotation et tolérancement » ISO/TC 10/SC5
- La Russie utilise sa propre norme « états de surface » l'ISO/TC 57
- L'Allemagne, la France ... utilisent chacun des normes différentes

Introduction au concept GPS

A la fin des années 80 et au début des années 90, chaque pays développe et utilise sa propre norme concernant la métrologie et le tolérancement, par exemple, nous avons :

- Les états unis utilisent la norme « cotation et tolérancement » ISO/TC 10/SC5
- La Russie utilise sa propre norme « états de surface » l'ISO/TC 57
- L'Allemagne, la France ... utilisent chacun des normes différentes

Par la suite, le recours à l'externalisation et surtout l'internationalisation a montré la nécessité d'une norme internationale, c'est ainsi que sont nées les normes internationales utilisées en métrologie, et en ce qui nous concerne, la norme GPS.

Introduction au concept GPS

Ainsi, Le concept de Spécification Géométrique des Produits (Geometrical Product Specification **G.P.S.**) proposé par l'organisation internationale de normalisation (ISO) a pour but de fournir des normes cohérentes dans les domaines de la spécification et de la vérification de la géométrie des produits (ISO/TR 14638).

Introduction au concept GPS

Ainsi, Le concept de Spécification Géométrique des Produits (Geometrical Product Specification **G.P.S.**) proposé par l'organisation internationale de normalisation (ISO) a pour but de fournir des normes cohérentes dans les domaines de la spécification et de la vérification de la géométrie des produits (ISO/TR 14638).

Cette démarche se divise en deux parties :

- La spécification de la géométrie : Définir les caractéristiques géométriques fonctionnelles qui assurent un fonctionnement optimal des produits

Introduction au concept GPS

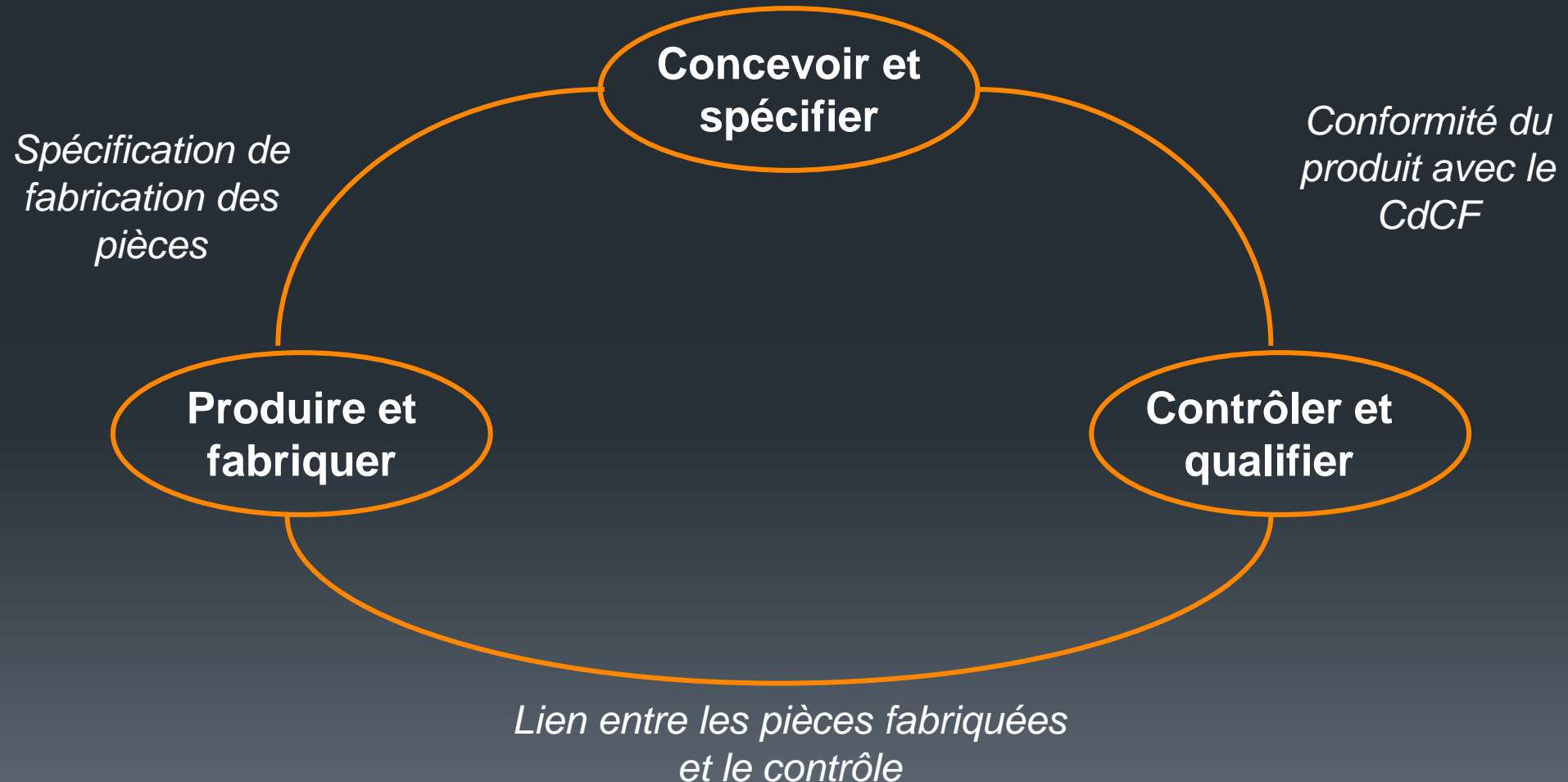
Ainsi, Le concept de Spécification Géométrique des Produits (Geometrical Product Specification **G.P.S.**) proposé par l'organisation internationale de normalisation (ISO) a pour but de fournir des normes cohérentes dans les domaines de la spécification et de la vérification de la géométrie des produits (ISO/TR 14638).

Cette démarche se divise en deux parties :

- La spécification de la géométrie : Définir les caractéristiques géométriques fonctionnelles qui assurent un fonctionnement optimal des produits
- La vérification de la géométrie : vérifier que les pièces sont conformes aux spécifications (contrôle qualité)

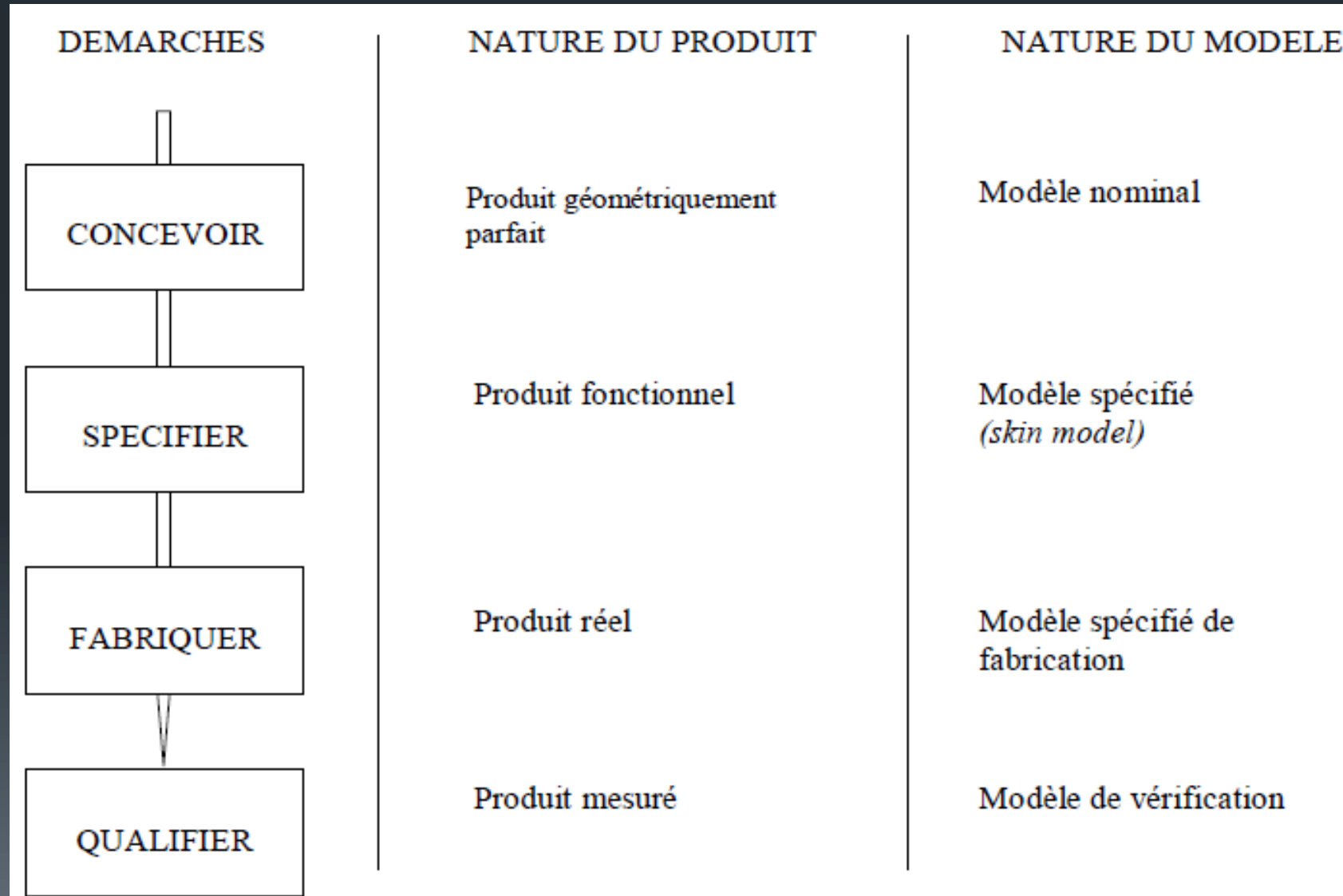
Introduction au concept GPS

La norme fournit donc un langage GPS non ambigu, destiné à la conception, à la fabrication et au contrôle.



Introduction au concept GPS

Le concept GPS intervient donc à différentes étapes de la vie d'un produit :



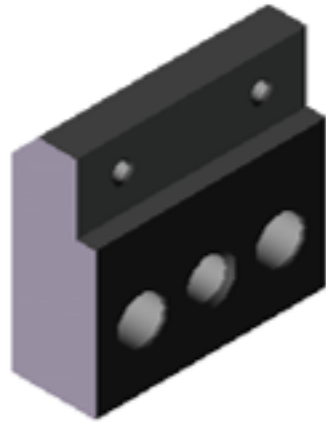
Introduction au concept GPS

Le **modèle spécifié** utilise la notion de **pièce non idéale**. En effet, pour définir des éléments géométriques caractérisant la variation d'une surface nominale à l'intérieur d'une zone de tolérance fictive, il faut imaginer un modèle non parfait de la pièce, présentant des défauts probables (procédés d'obtention, matériau, ...).

Introduction au concept GPS

Le **modèle spécifié** utilise la notion de **pièce non idéale**. En effet, pour définir des éléments géométriques caractérisant la variation d'une surface nominale à l'intérieur d'une zone de tolérance fictive, il faut imaginer un modèle non parfait de la pièce, présentant des défauts probables (procédés d'obtention, matériau, ...).

Élaboration du modèle
nominal.



Géométrie parfaite définie par le
dessinateur adaptée au
fonctionnement du mécanisme

Élaboration du skin
modèle.



Prise en compte des défauts lors de
la réalisation

Introduction au concept GPS

L'étape de spécification géométrique intervient après que le technicien ait :

- imaginé un mécanisme, répondant à un cahier des charges
- représenté ce mécanisme, par le biais d'un modèle nominal
- exprimé, pour le mécanisme, les conditions garantissant le bon fonctionnement :
 - définir les surfaces influentes du mécanisme permettant de transformer les conditions de fonctionnement en des conditions géométriques fonctionnelles entre pièces
 - Traduire, pour chaque pièce, les conditions fonctionnelles sous la forme de contraintes dimensionnelles et géométriques.

Introduction au concept GPS

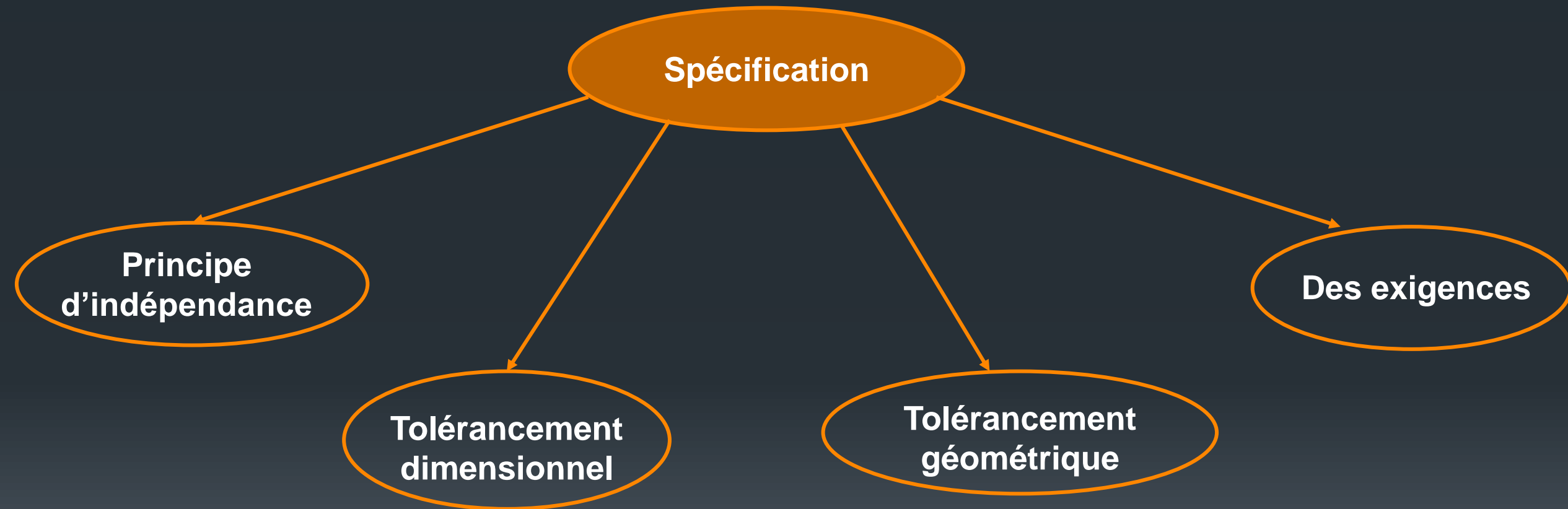
Pour spécifier fonctionnellement chaque pièce, il peut alors :

- **imaginer** le « skin model » de la pièce, compte tenu des choix technologiques effectués
- **découper** des parties du « skin model » pour définir des surfaces non parfaites, correspondant aux surfaces influentes repérées lors de l'étape précédente ;
- **associer**, selon des critères précis (tangent coté extérieur, moindres carrés, minimum de matière, ...) à ces surfaces non parfaites, des éléments géométriques idéaux (points, droites, plans, cylindres, ...) ;
- **construire**, avec ces éléments géométriques idéaux :
 - soit une « image » de la surface spécifiée, qui doit respecter une condition géométrique ;
 - soit la zone de tolérance à laquelle doit appartenir l'image de la surface spécifiée.

Il reste alors au technicien à quantifier la valeur des dimensions caractérisant la zone de tolérance.

Introduction au concept GPS

A notre niveau, la spécification géométrique des produits se décompose en :



Le principe d'indépendance

Chaque exigence dimensionnelle ou géométrique spécifiée sur un dessin doit être respectée en elle-même sauf indication particulière spécifiée. (NF E 04-561) (ISO 8015).

C'est-à-dire qu'une exigence dimensionnelle, par exemple le diamètre d'un cylindre, est indépendante d'une exigence géométrique, par exemple la cylindricité de ce cylindre.

Le principe d'indépendance

Chaque exigence dimensionnelle ou géométrique spécifiée sur un dessin doit être respectée en elle-même sauf indication particulière spécifiée. (NF E 04-561) (ISO 8015).

C'est-à-dire qu'une exigence dimensionnelle, par exemple le diamètre d'un cylindre, est indépendante d'une exigence géométrique, par exemple la cylindricité de ce cylindre.

Il existe des exceptions qui relient les exigences dimensionnelles aux exigences géométriques. Nous les verrons à la fin.

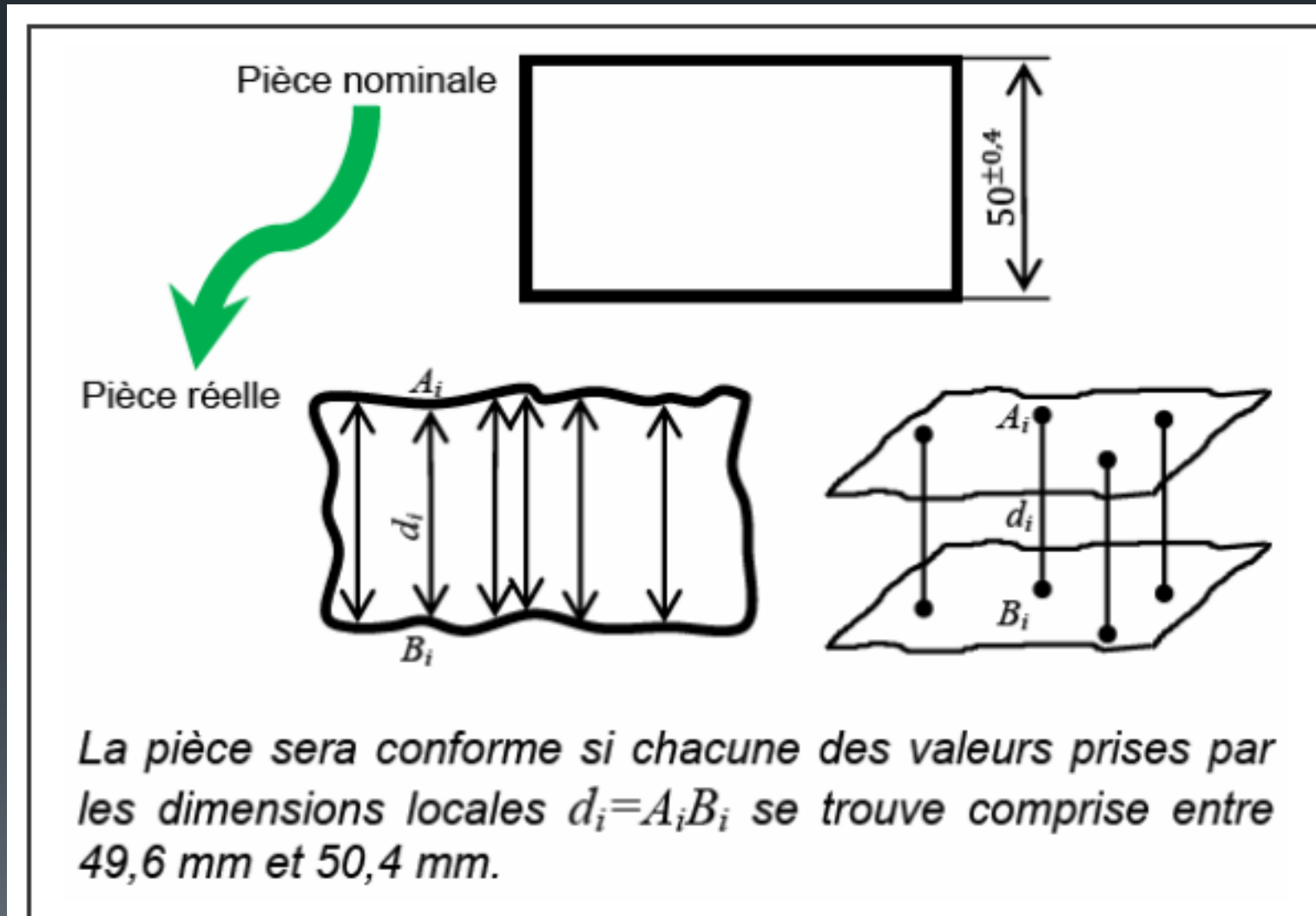
Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Une tolérance linéaire limite uniquement les dimensions locales réelles (distance entre deux points $d_i = A_i B_i$), mais pas ses écarts de forme. Une pièce sera donc conforme si la valeur prise par chacune des dimensions locales d_i se trouve à l'intérieur de l'intervalle de tolérance.

Remarque : Toutes les cotes liées à un modèle de définition doivent obligatoirement être tolérances.

Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Exemple : les dimensions peuvent bien être respectées, pourtant il peut y avoir un défaut de planéité.



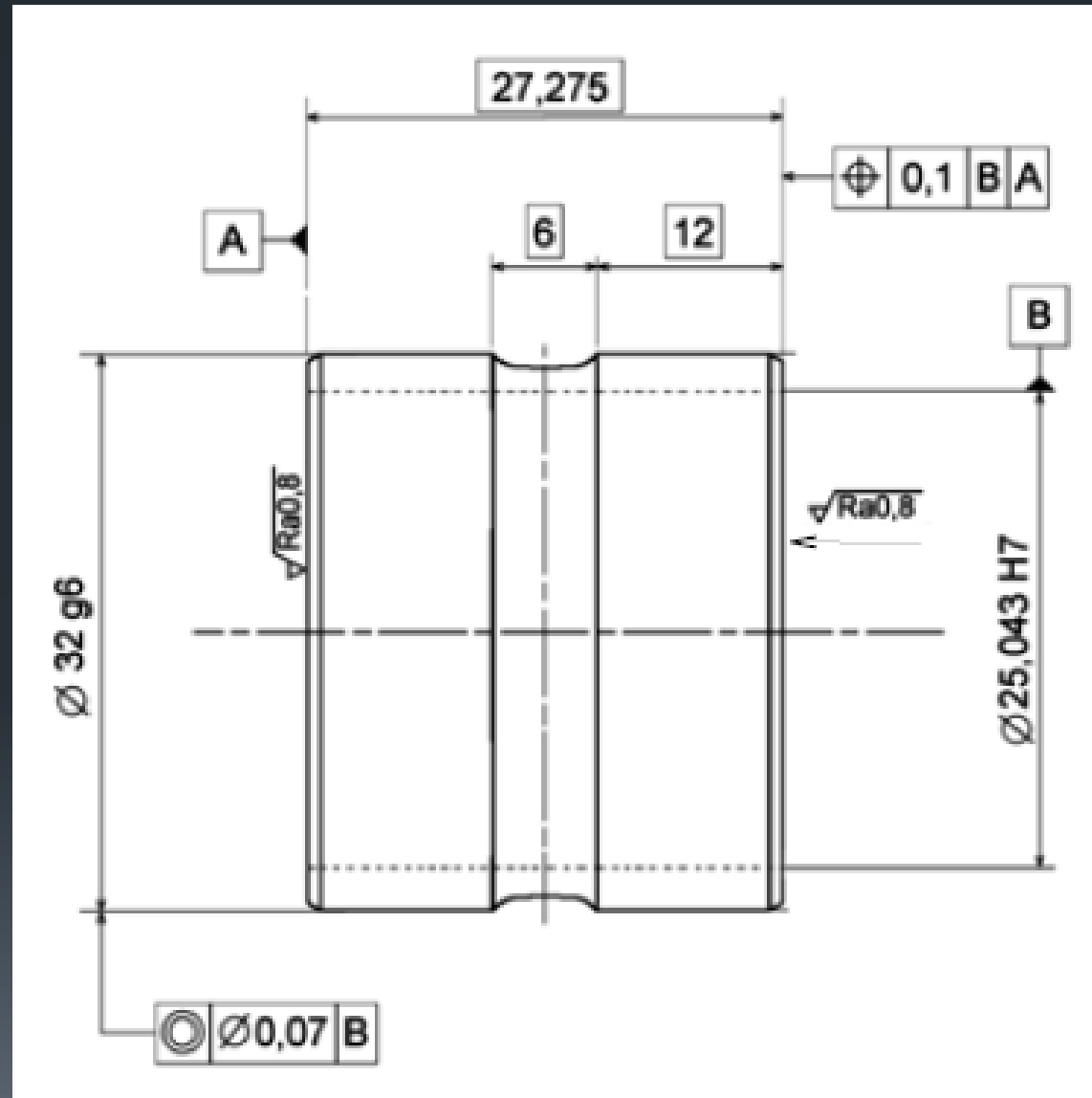
Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Les cotes encadrées

Il arrive que sur certains dessins vous ayez des cotes encadrées. Il s'agit « d'une dimension théorique exacte » qui définit la position ou l'orientation d'un élément et ce dernier sera tolérance par une ou plusieurs spécifications géométriques.

Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Exemple :

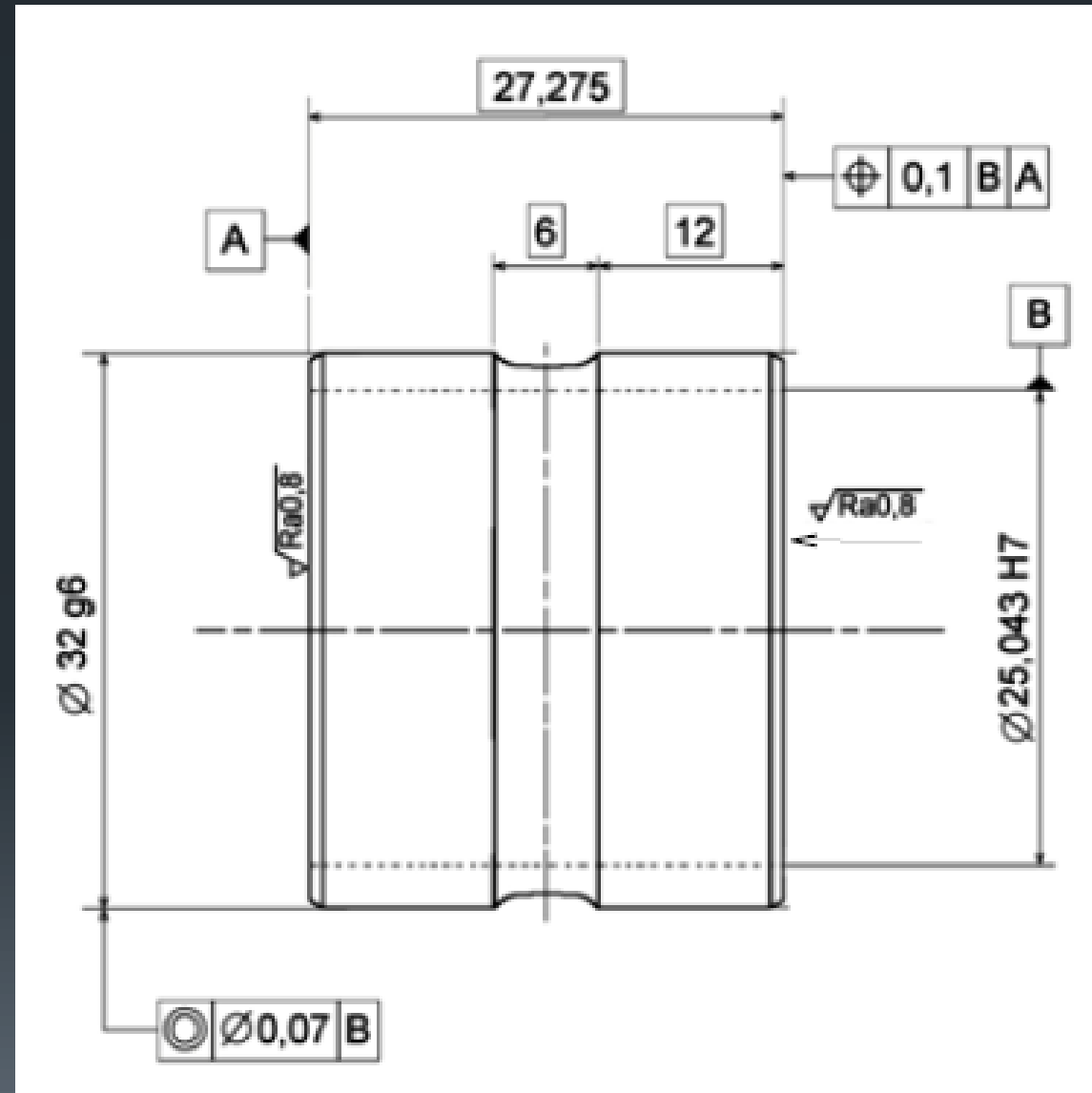


Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Exemple :

27,275

Cote théorique exacte tolérancée par une localisation de 0,1 mm par rapport à A (lui-même référencé par rapport à B)



Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Lorsque nous avons un assemblage (avec ou sans jeu) et pour éviter d'alourdir la lecture des plans, on utilise un code d'une lettre et d'un chiffre, qui permet de positionner l'intervalle de tolérance par rapport à la cote nominale.

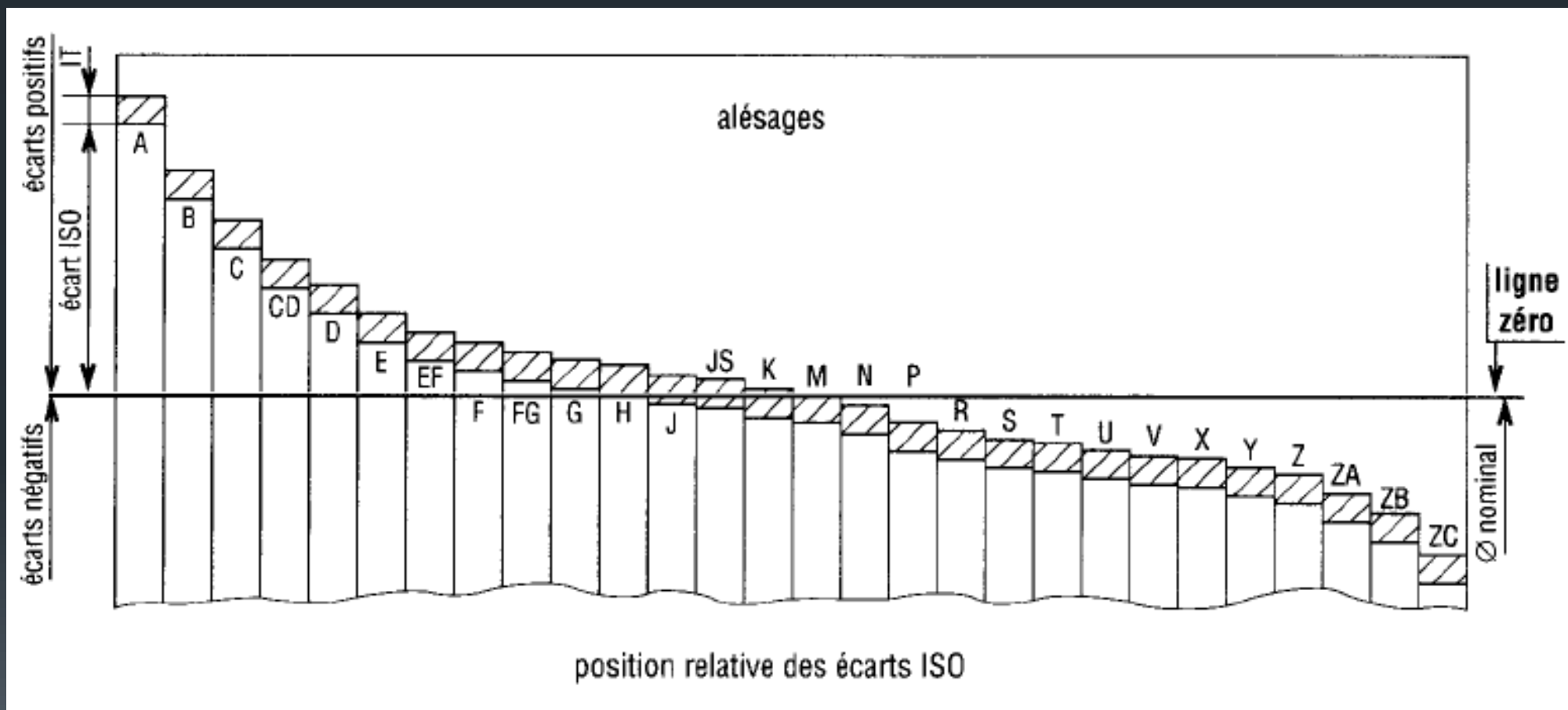
Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Lorsque nous avons un assemblage (avec ou sans jeu) et pour éviter d'alourdir la lecture des plans, on utilise un code d'une lettre et d'un chiffre, qui permet de positionner l'intervalle de tolérance par rapport à la cote nominale.

Exemple des alésages :



Le tolérancement dimensionnel et les ajustements



Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

14 ■ 26	PRINCIPAUX ÉCARTS EN MICROMETRES								Température de référence : 20 °C				
ALÉSAGES	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
G6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17	+ 54 + 18	+ 60 + 20
H6	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0	+ 36 0	+ 40 0
H7	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0	+ 57 0	+ 63 0
H8	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0	+ 89 0	+ 97 0
H9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+ 100 0	+ 115 0	+ 130 0	+ 140 0	+ 155 0
H10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 185 0	+ 210 0	+ 230 0	+ 250 0

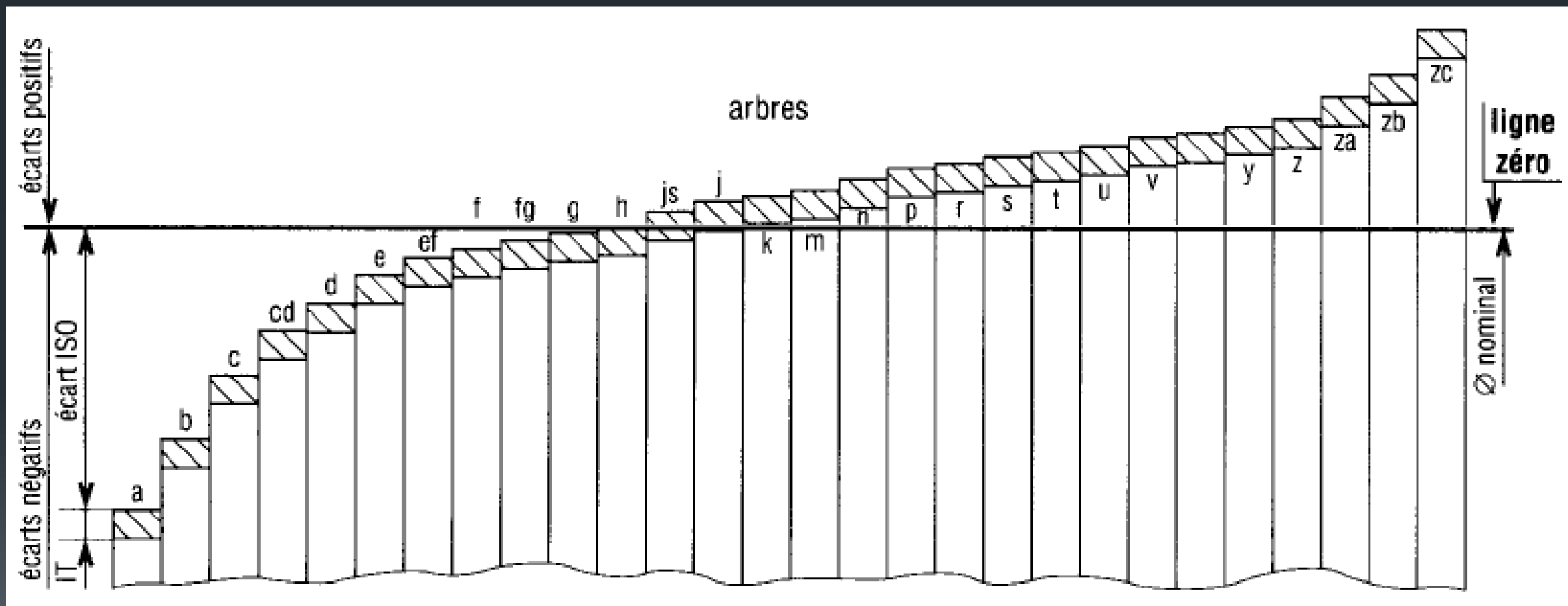
Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Lorsque nous avons un assemblage (avec ou sans jeu) et pour éviter d'alourdir la lecture des plans, on utilise un code d'une lettre et d'un chiffre, qui permet de positionner l'intervalle de tolérance par rapport à la cote nominale.

Exemple des arbres :



Le tolérancement dimensionnel et les ajustements



Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Extrait de catalogue

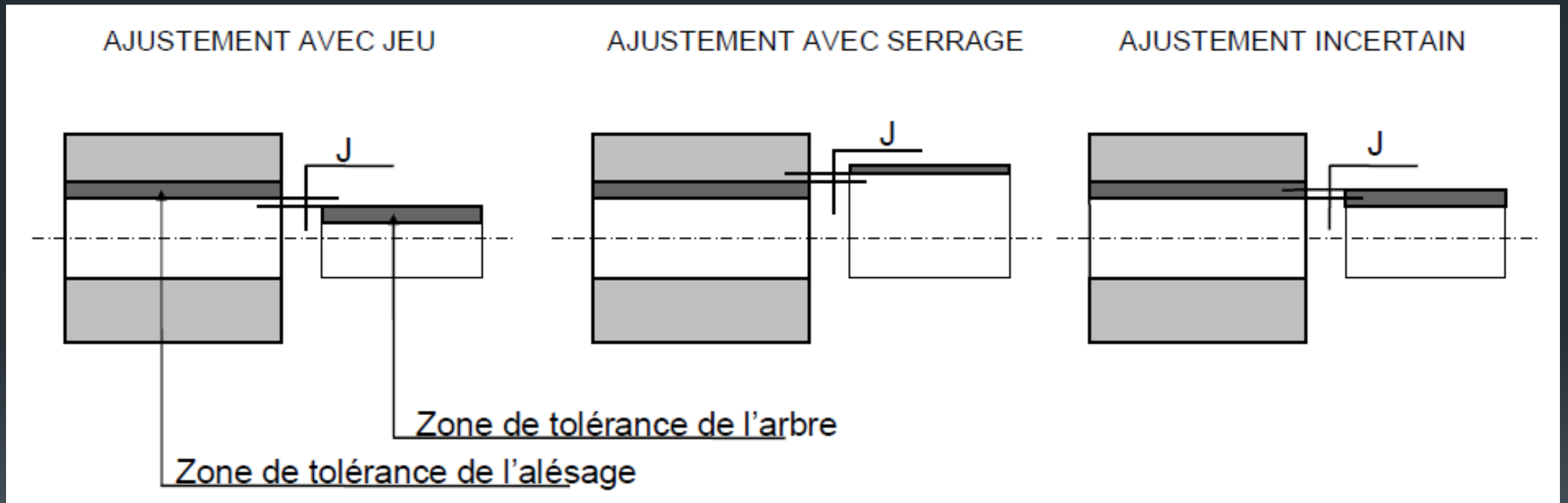
ARBRES	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
f 7	- 6 - 16	- 10 - 22	- 13 - 28	- 16 - 34	- 20 - 41	- 25 - 50	- 30 - 60	- 36 - 71	- 43 - 83	- 50 - 96	- 56 - 106	- 62 - 119	- 68 - 131
f 8	- 6 - 20	- 10 - 28	- 13 - 35	- 16 - 43	- 20 - 53	- 25 - 64	- 30 - 76	- 36 - 90	- 43 - 106	- 50 - 122	- 56 - 137	- 62 - 151	- 68 - 165
g 5	- 2 - 6	- 4 - 9	- 5 - 11	- 6 - 14	- 7 - 16	- 9 - 20	- 10 - 23	- 12 - 27	- 14 - 32	- 15 - 35	- 17 - 40	- 18 - 43	- 20 - 47
g 6	- 2 - 8	- 4 - 12	- 5 - 14	- 6 - 17	- 7 - 20	- 9 - 25	- 10 - 29	- 12 - 34	- 14 - 39	- 15 - 44	- 17 - 49	- 18 - 54	- 20 - 60
h 5	0 - 4	0 - 5	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 15	0 - 18	0 - 20	0 - 23	0 - 25	0 - 27
h 6	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 16	0 - 19	0 - 22	0 - 25	0 - 29	0 - 32	0 - 36	0 - 40
h 7	0 - 10	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63

Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

L'ajustement est la combinaison des tolérances de l'arbre et de l'alésage. Il existe 3 types d'ajustement. Que sont-ils ?

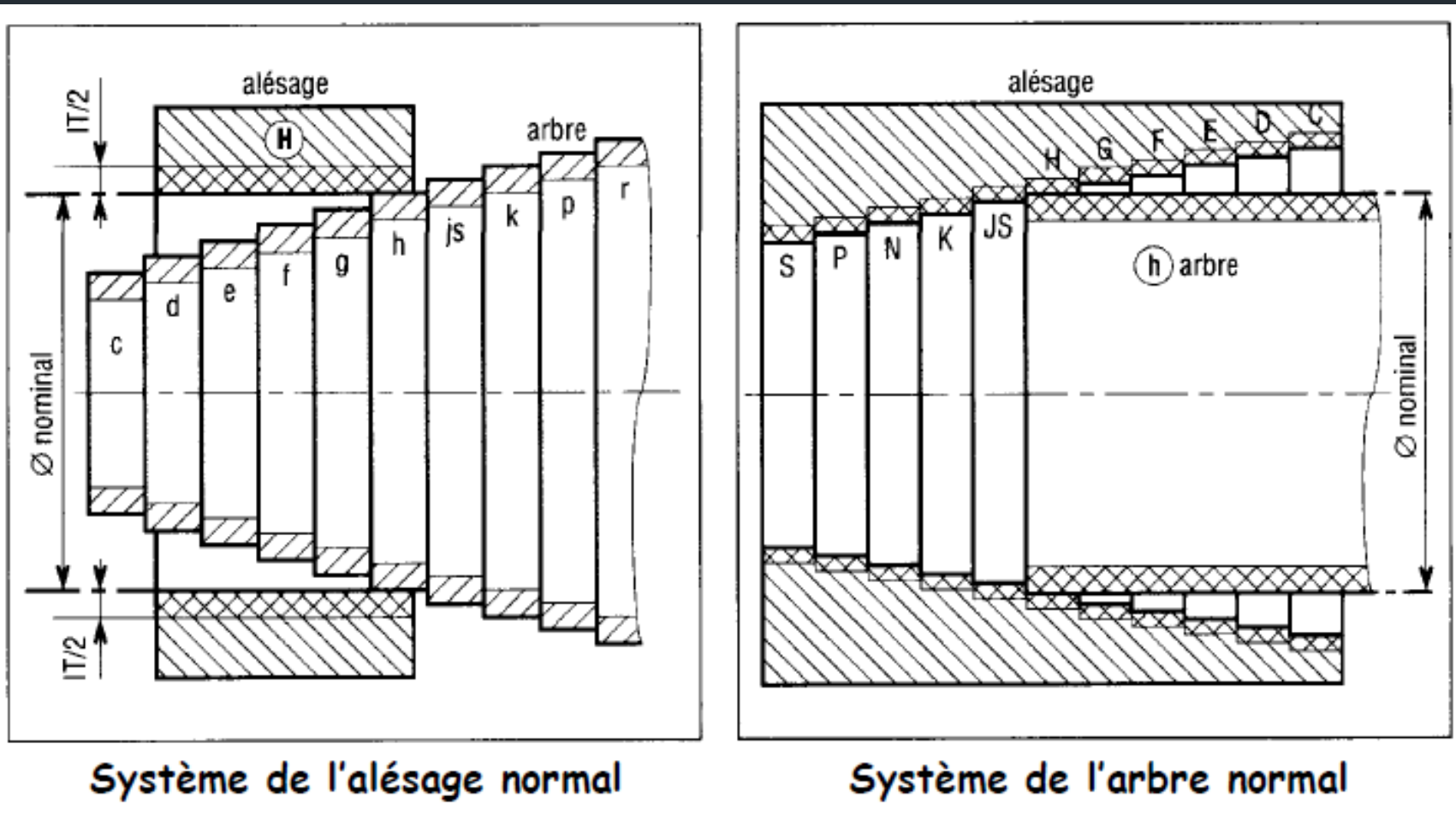
Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

L'ajustement est la combinaison des tolérances de l'arbre et de l'alésage. Il existe 3 types d'ajustement :



Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Pour réduire le nombre d'ajustements possibles, on utilise principalement 2 systèmes :



Le tolérancement dimensionnel et les ajustements

Le système de l'alésage normal est le plus fréquemment utilisé.

Moyen mnémotechnique :

- H **j** : avec **jeu**
- H **m** : serré (montage au **maillet**)
- H **s** : très serré (montage à la **presse**)

La rugosité

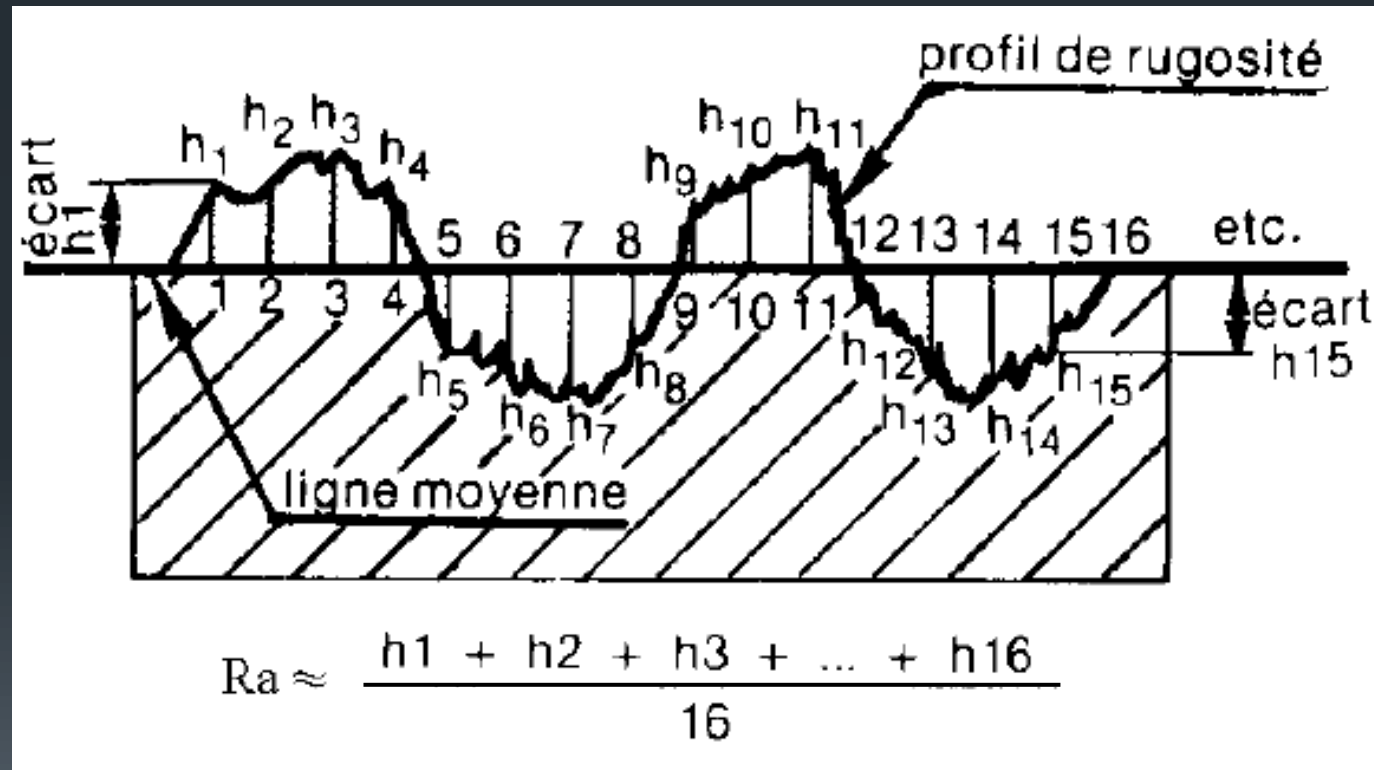
La rugosité permet de caractériser l'état de surface d'une pièce. Il existe plusieurs indicateurs pour mesurer la rugosité d'une surface, parmi les plus connus on trouve :



La rugosité

La rugosité permet de caractériser l'état de surface d'une pièce. Il existe plusieurs indicateurs pour mesurer la rugosité d'une surface, parmi les plus connus on trouve :

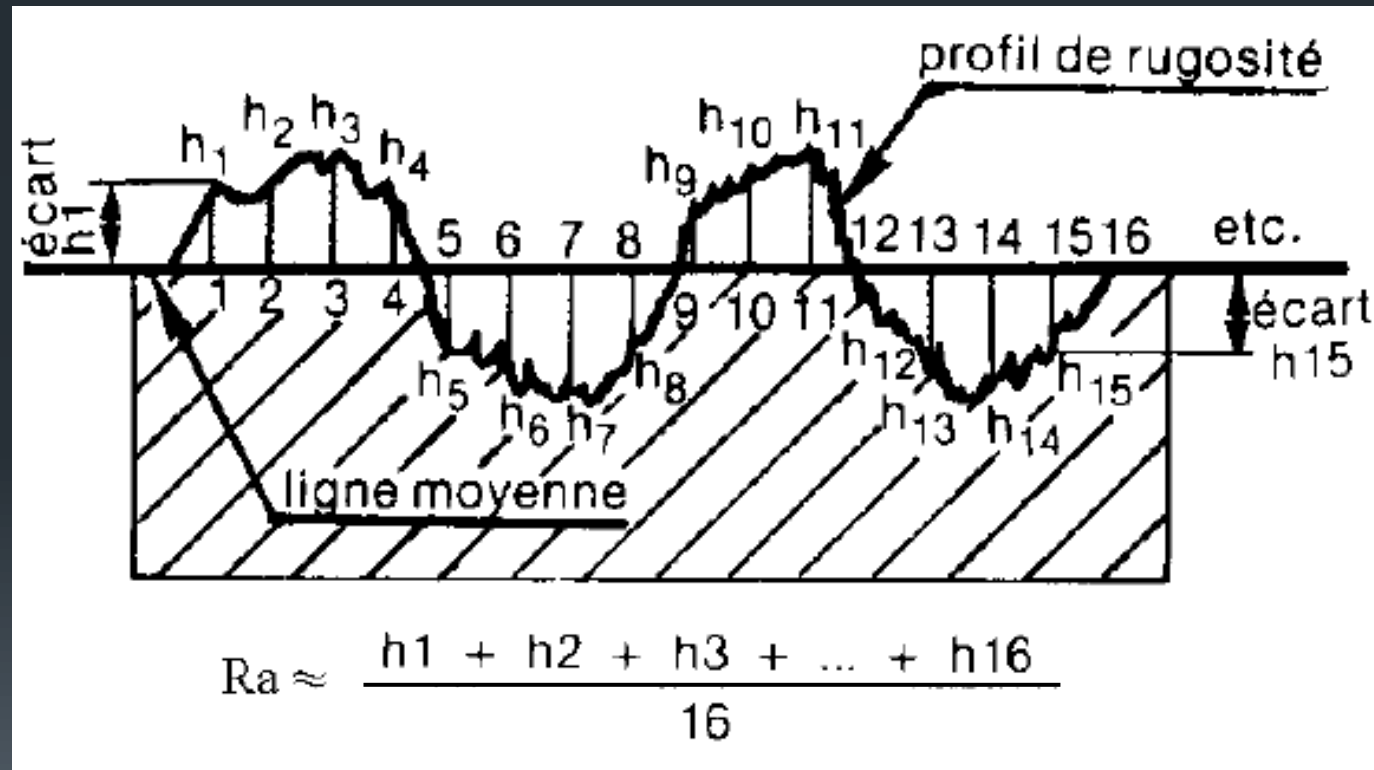
- Ra (moyenne arithmétique) : Qui caractérise la moyenne entre les pics et les creux



La rugosité

La rugosité permet de caractériser l'état de surface d'une pièce. Il existe plusieurs indicateurs pour mesurer la rugosité d'une surface, parmi les plus connus on trouve :

- Ra (moyenne arithmétique) : Qui caractérise la moyenne entre les pics et les creux



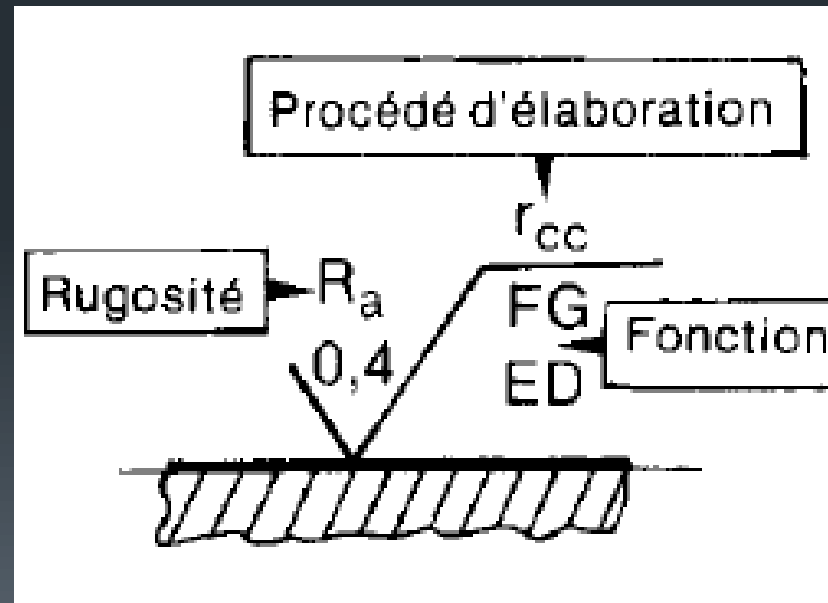
- Rt : écart max entre le plus haut pic et le creux le plus bas.

La rugosité

La rugosité est symbolisée par le symbole ci-contre, avec quelques variations selon le procédé d'obtention.



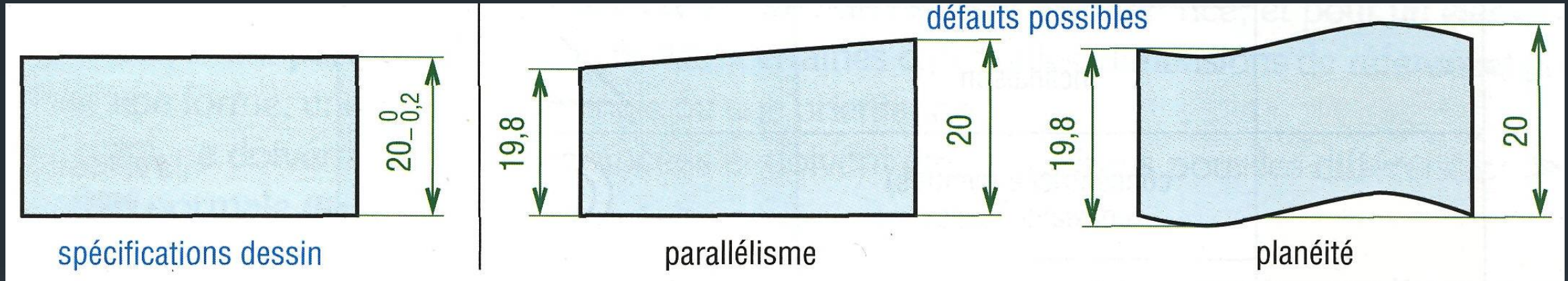
On rajoute ensuite les valeurs (de R_a ou R_t ) ainsi que certaines exigences relatives à l'utilisation (FG : frottement de glissement, ED : étanchéité dynamique ...)



Le tolérancement géométrique

Les tolérances dimensionnelles usuelles (ajustements...) ne suffisent pas toujours pour définir rigoureusement la forme géométrique d'un objet.

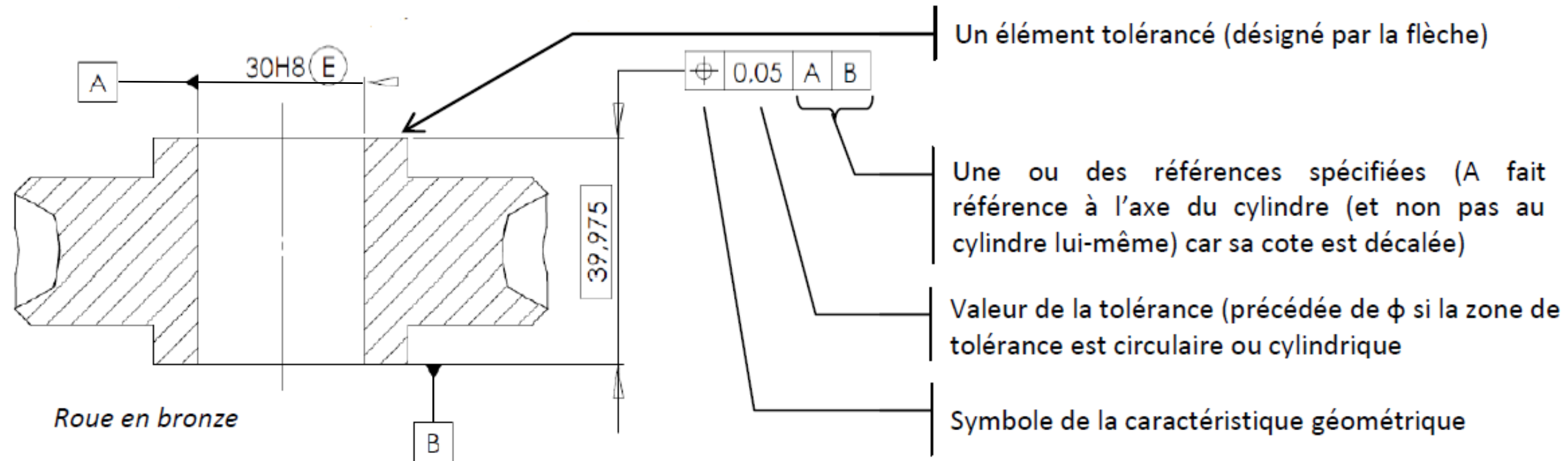
Malgré la cotation tolérancée des dimensions, des défauts géométriques nuisibles au fonctionnement et à l'assemblage sont toujours possibles



Les **tolérances géométriques** limitent les écarts admissibles de l'élément réel (non idéal) par rapport à sa **forme**, son **orientation** et sa **position** en définissant une zone de tolérance à l'intérieure de laquelle l'élément doit être compris.

Le tolérancement géométrique

Une tolérance géométrique peut comporter :



Les éléments et les références

Les éléments

Les **éléments géométriques** sont soit **idéaux** (spécifiés), soit **non idéaux** (réels).

Les éléments idéaux, issus de modèles mathématiquement définissables peuvent être **nominaux** (plan, cercle, ...) ou associés (composition mathématique de plusieurs éléments nominaux).

Les éléments non idéaux, issus de pièces réelles, ne peuvent pas être défini de façon mathématique. Ces deux types d'éléments peuvent être **limités** (cercle, rectangle, ...) ou **non limités** (plan, droite, ...).

Les éléments et les références

Les éléments

Exemples d'éléments géométriques

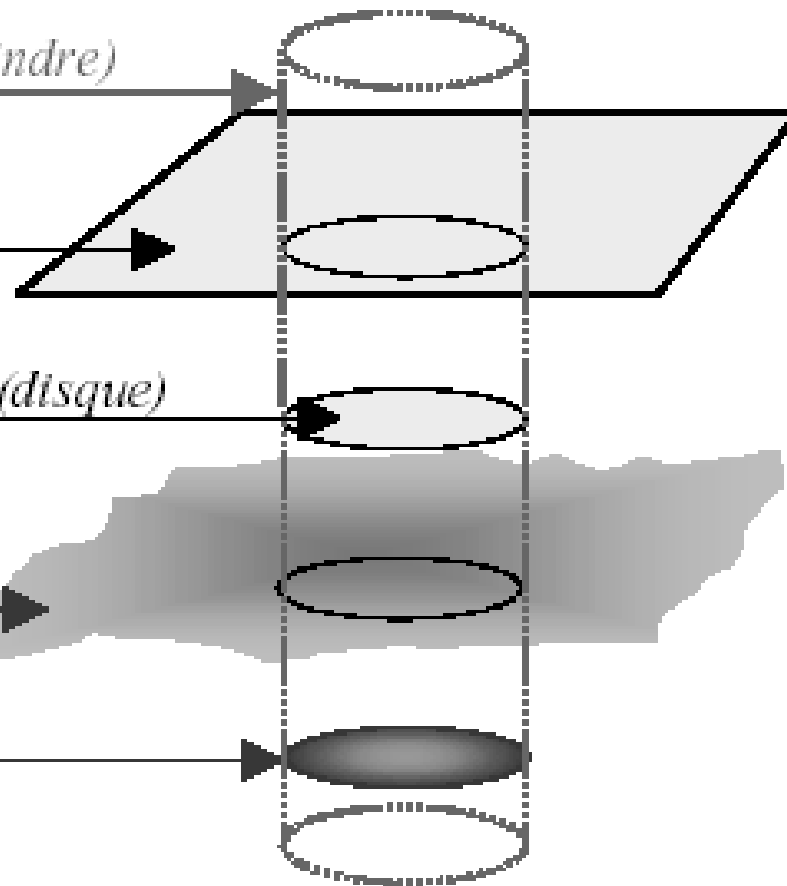
Limites d'un découpage (*cylindre*)

Elément nominal (*plan*)

Elément nominal et limité (*disque*)

Elément non idéal

Elément non idéal et limité



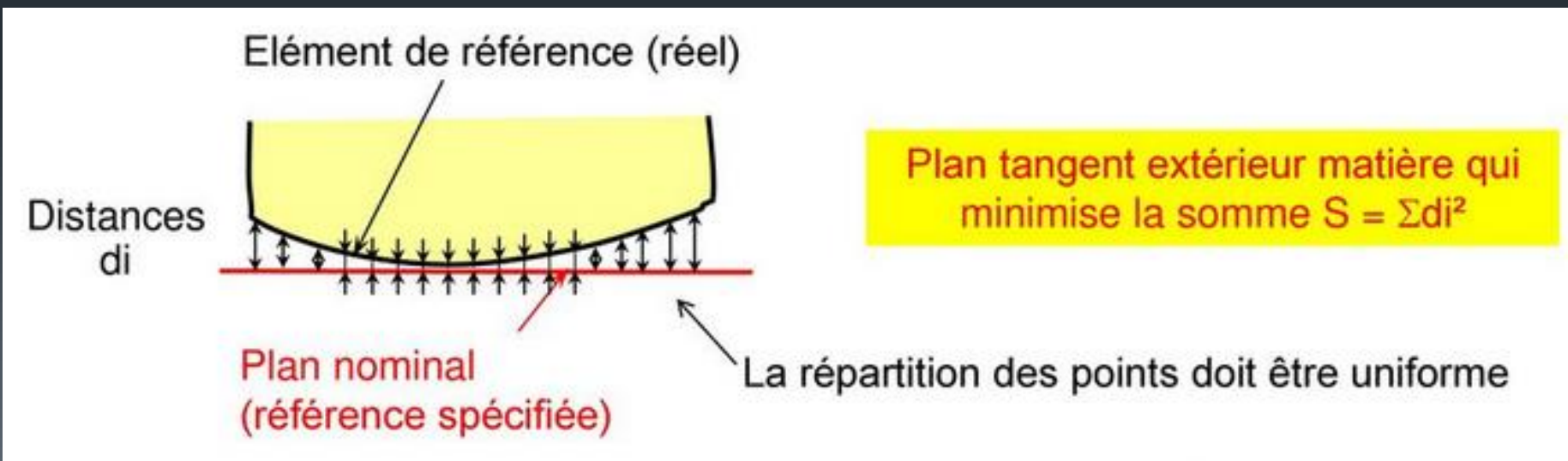
Les éléments et les références

Les éléments

On associe à un élément non idéal (réel) un élément idéal (défini mathématiquement).

Les critères retenus pour l'association sont :

- Tangent coté libre de la matière qui minimise le plus grand des écarts, en valeur absolue pour le plan
- Plus grande ou plus petite caractéristique intrinsèque pour le cylindre.



Les éléments et les références

Les références

Pour vérifier si un élément est bien dans la zone de tolérance, il nous faut des références pour placer notre zone de tolérance. Voici celles que l'on va utiliser :

Les éléments et les références

Les références

Pour vérifier si un élément est bien dans la zone de tolérance, il nous faut des références pour placer notre zone de tolérance. Voici celles que l'on va utiliser :

Élément de référence : un élément de référence est un élément réel (non idéal) extrait du « skin model ».

Les éléments et les références

Les références

Pour vérifier si un élément est bien dans la zone de tolérance, il nous faut des références pour placer notre zone de tolérance. Voici celles que l'on va utiliser :

Élément de référence : un élément de référence est un élément réel (non idéal) extrait du « skin model ».

Reference spécifiée : la référence spécifiée est un élément idéal (de type : POINT, DROITE, PLAN) associés aux éléments de référence cités précédemment.

Les éléments et les références

Les références

La référence spécifiée peut être :

- Simple : Si c'est une association d'un élément idéal à un élément de référence

Les éléments et les références

Les références

La référence spécifiée peut être :

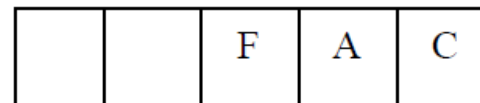
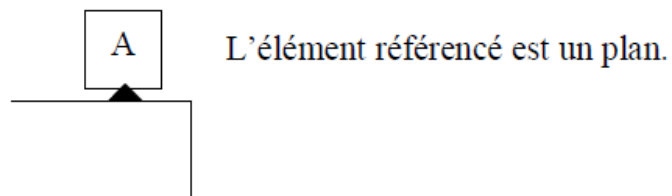
- Simple : Si c'est une association d'un élément idéal à un élément de référence
- Commune : Si c'est une association de plusieurs éléments idéaux à plusieurs éléments de réf.

Les éléments et les références

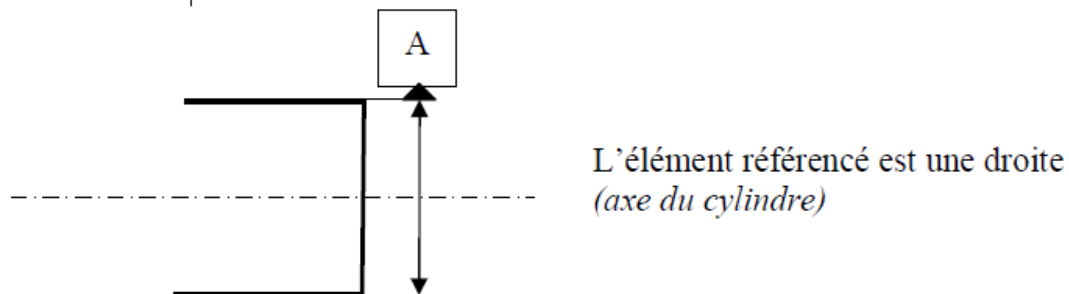
Les références

La référence spécifiée peut être :

- Simple : Si c'est une association d'un élément idéal à un élément de référence
- Commune : Si c'est une association de plusieurs éléments idéaux à plusieurs éléments de réf.
- Système de référence spécifiées : Quand c'est une suite ordonnée de plusieurs éléments. Le premier est la référence primaire, le second est la référence secondaire ...


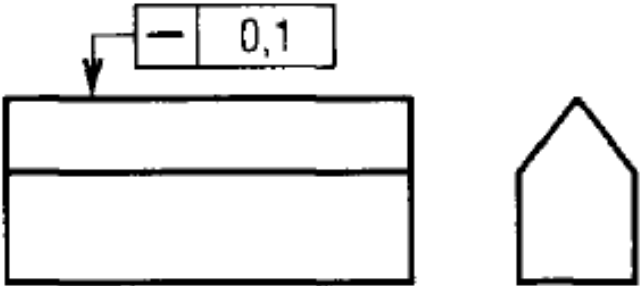
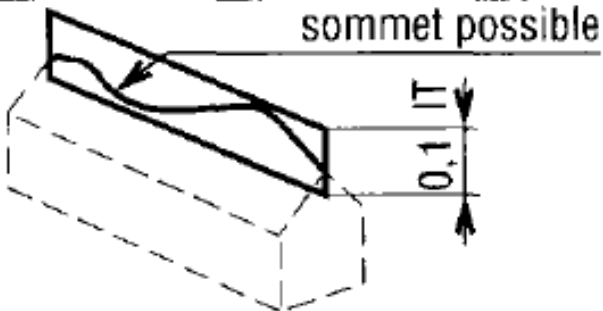
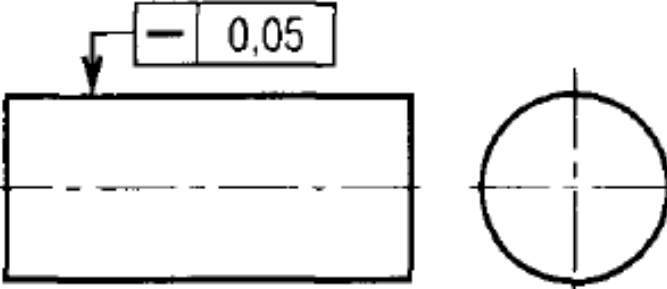
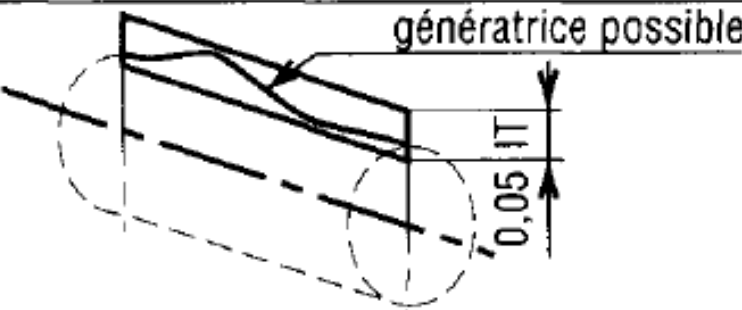
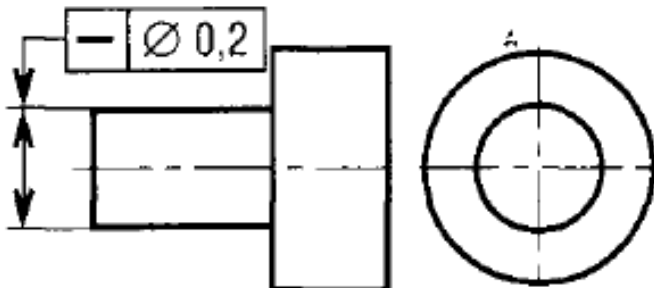
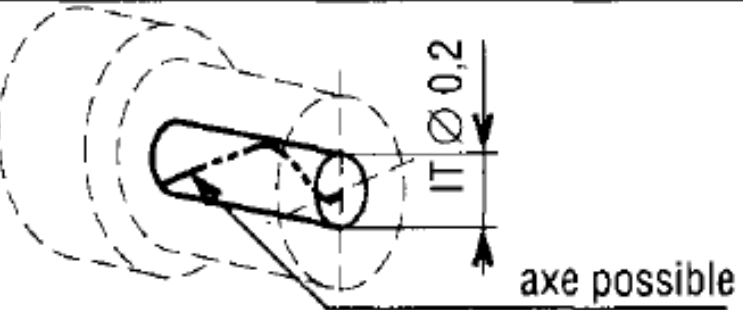


Système de références
(se lit de gauche à droite)




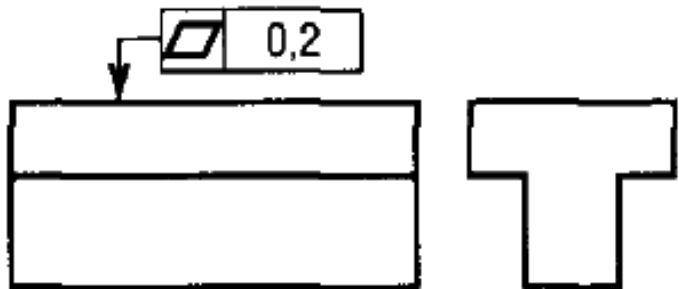
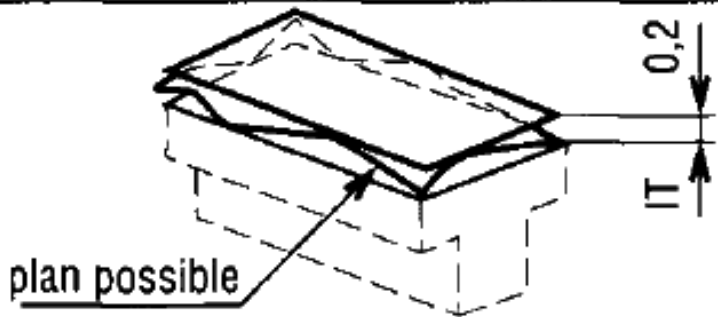

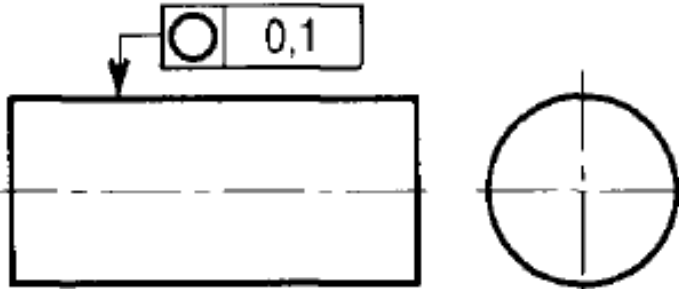
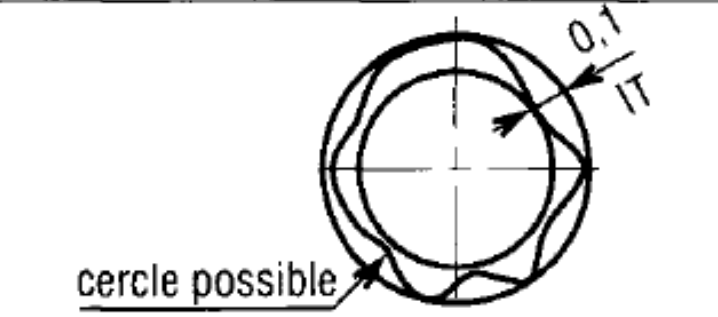

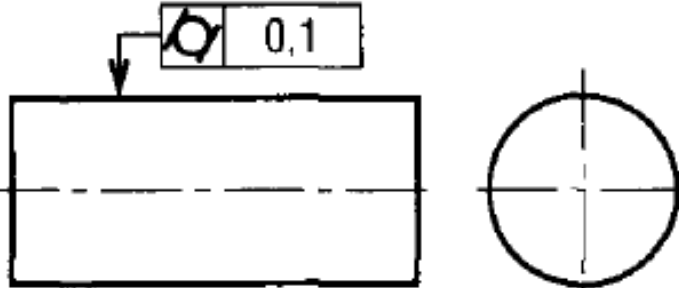
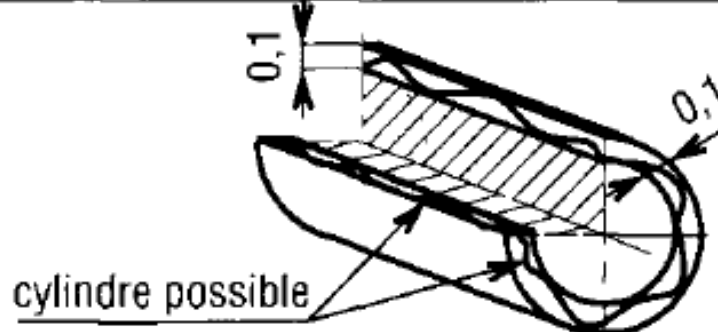
Le tolérancement géométrique

1- Les tolérances de forme (pas de référence spécifiée):

Symbole	Exemple	Interprétation	Observations
rectitude 			La ligne sommets doit rester entre deux droites parallèles (du dessin) distantes de 0,1, parallèles ou non aux autres parties de l'objet.
			Chaque génératrice du cylindre doit rester entre deux droites parallèles distantes de 0,05, parallèles ou non à l'axe.
			L'axe du cylindre doit être contenu dans une zone cylindrique de diamètre 0,2, coaxiale ou non à l'axe de la pièce


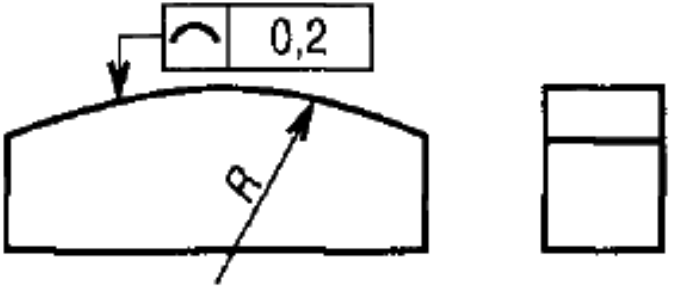
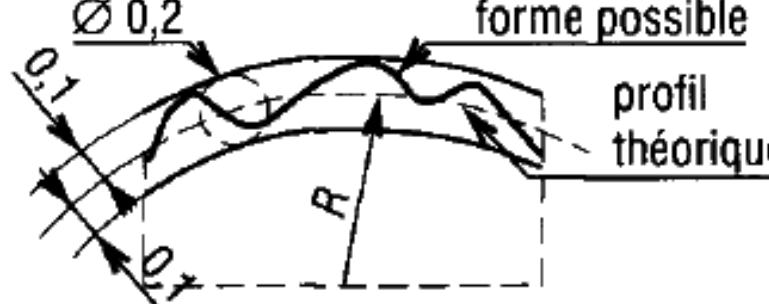

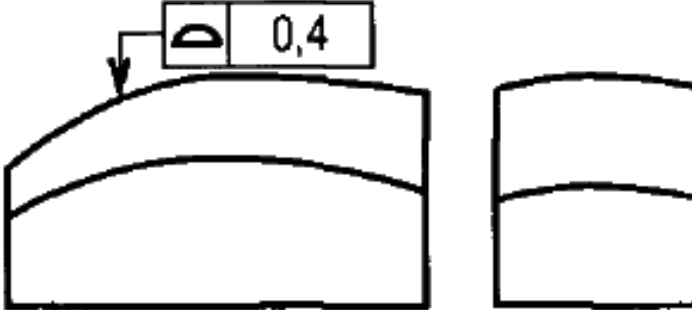
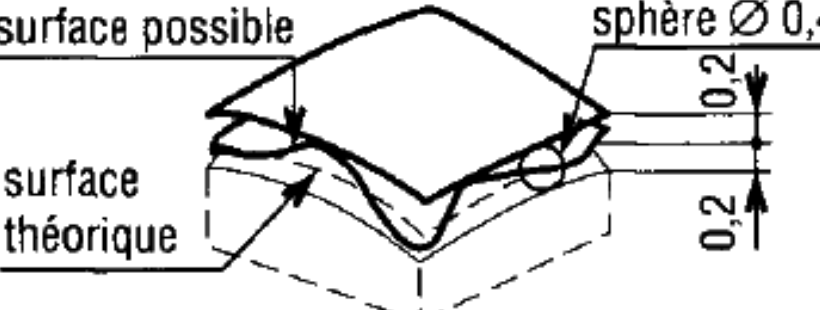
Le tolérancement géométrique

1- Les tolérances de forme (pas de référence spécifiée):

<p>planéité</p> 			<p>La surface de la pièce doit rester entre deux plans parallèles distants de 0,2, parallèles ou non aux autres parties de l'objet.</p>
<p>circularité</p> 			<p>Le profil de chaque section perpendiculaire à l'axe doit rester entre deux cercles concentriques distants de 0,1, centrés ou non sur l'axe du cylindre.</p>
<p>cylindricité</p> 			<p>La périphérie du cylindre doit être contenue entre deux cylindres coaxiaux distants de 0,1 (englobe la rectitude et la circularité).</p>


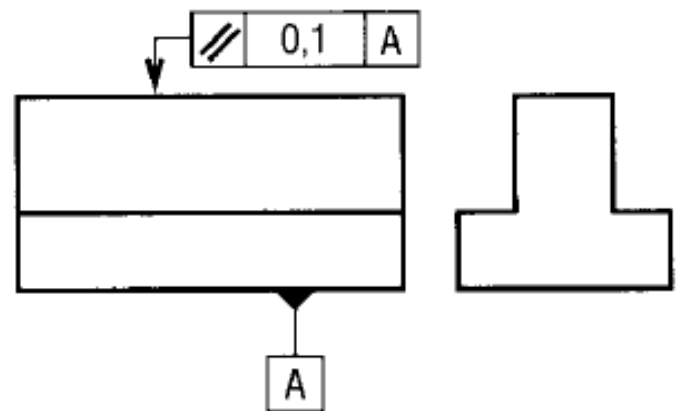
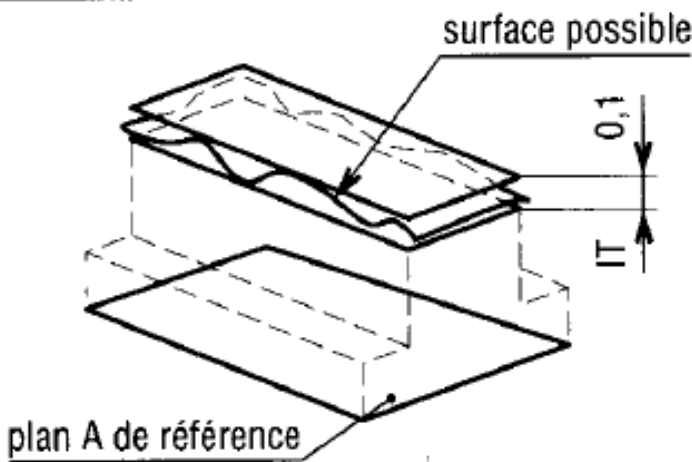
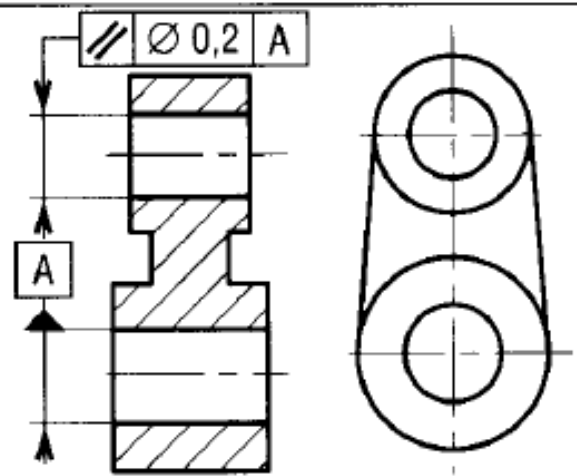
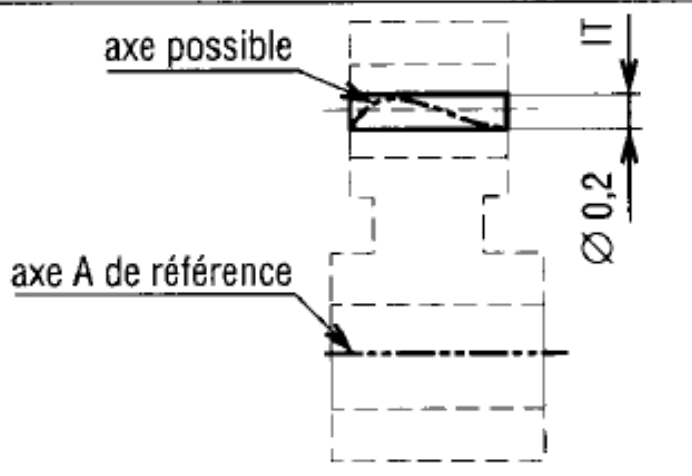
Le tolérancement géométrique

1 – Les tolérances de forme (pas de référence spécifiée):

<p>profil d'une ligne</p> 			<p>Le profil de chaque ligne doit rester entre deux lignes qui enveloppent des cercles de diamètre 0,2 centrés sur le profil théorique spécifié.</p>
<p>profil d'une surface</p> 			<p>La surface de l'objet doit rester entre deux surfaces qui enveloppent des sphères de diamètre 0,4 centrées sur la surface théorique spécifiée.</p>


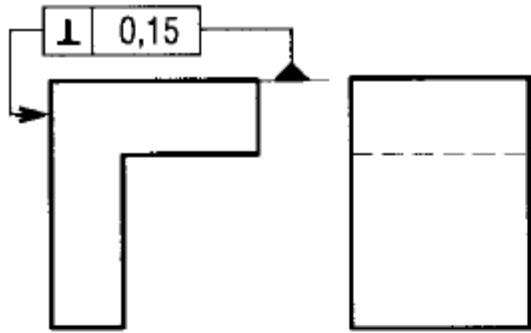
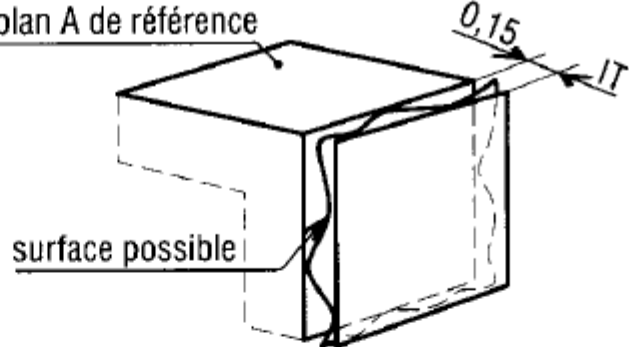
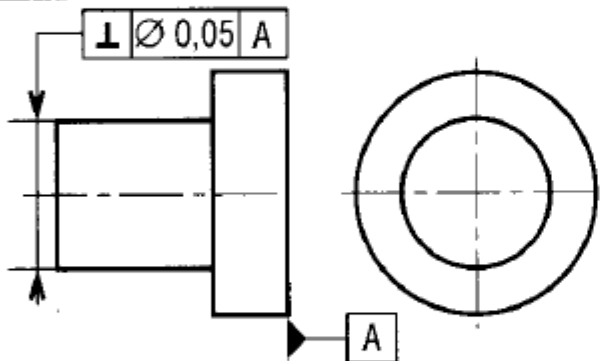
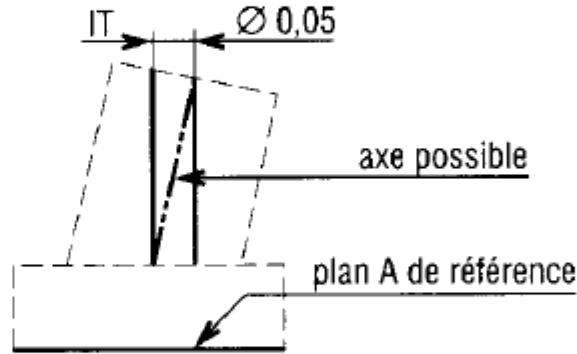
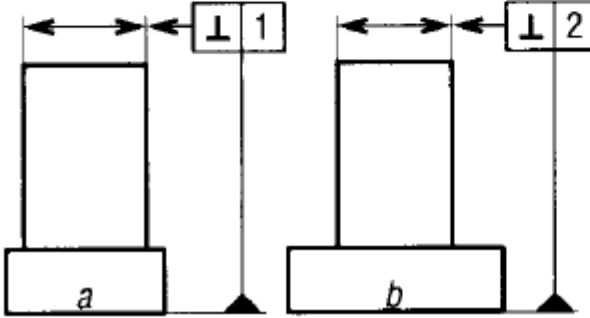
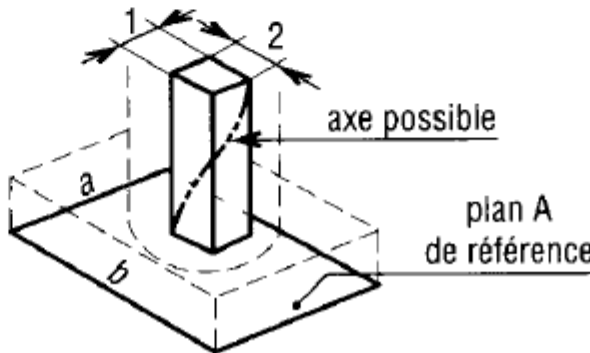
Le tolérancement géométrique

2 – Les tolérances d'orientation

Symbole	Exemple	Interprétation	Observations
parallélisme 			La surface supérieure doit rester entre deux plans distants de 0,1 et parallèles au plan de référence A.
			L'axe du trou supérieur doit être contenu dans un cylindre de diamètre 0,2 d'axe parallèle à l'axe de référence A.

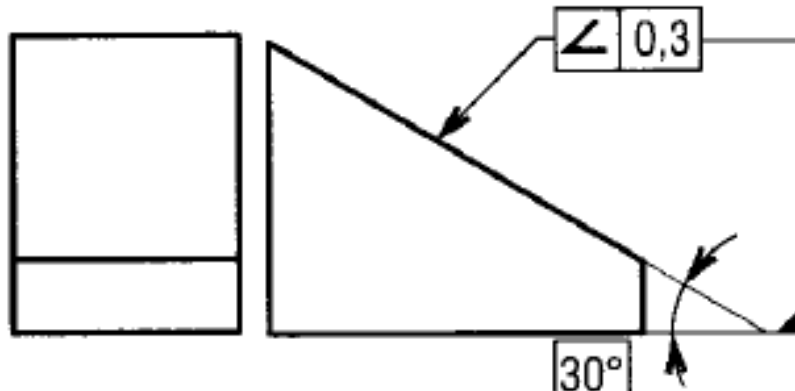
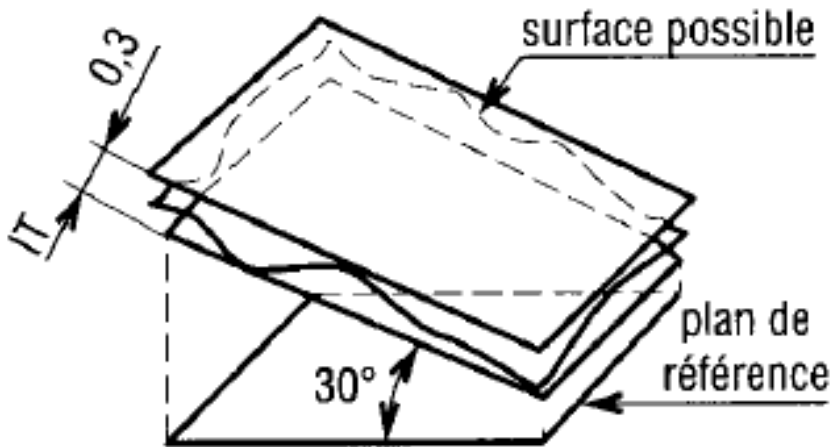
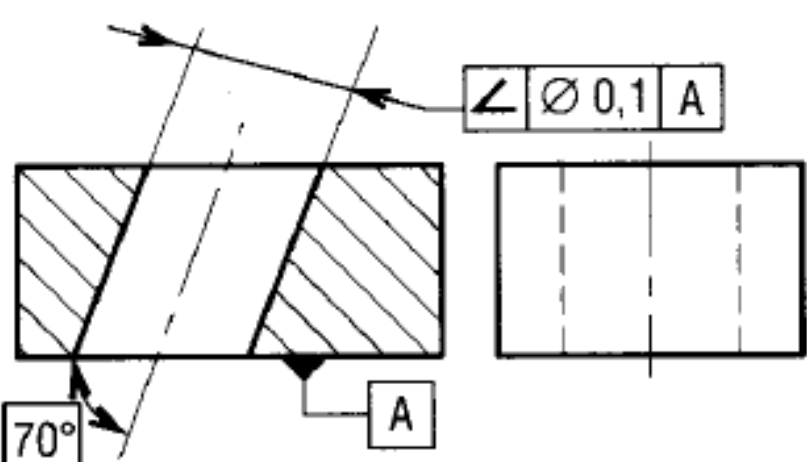
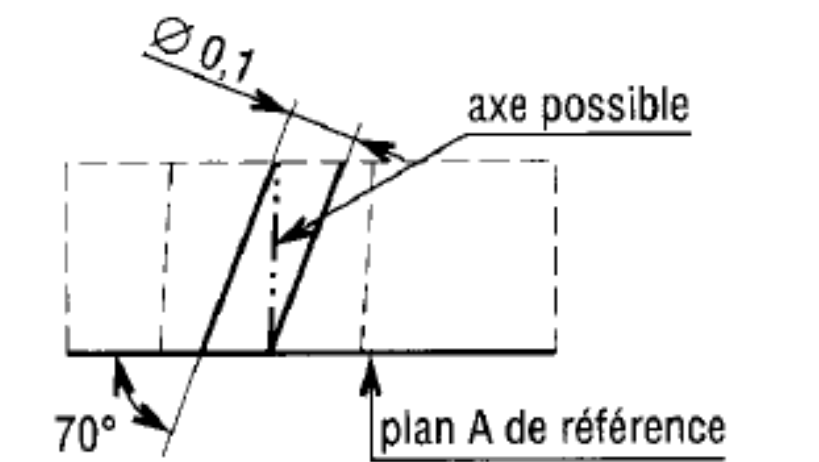
Le tolérancement géométrique

2 – Les tolérances d'orientation

perpen- dicularité 		 <p>plan A de référence</p> <p>0,15</p> <p>IT</p> <p>surface possible</p>	La surface latérale gauche doit rester entre deux plans parallèles distants de 0,15 et perpendiculaires au plan de référence A.
		 <p>IT</p> <p>Ø 0,05</p> <p>axe possible</p> <p>plan A de référence</p>	L'axe du cylindre à gauche doit être contenu dans une zone cylindrique de diamètre 0,05 d'axe perpendiculaire à A.
		 <p>1</p> <p>2</p> <p>axe possible</p> <p>plan A de référence</p> <p>a</p> <p>b</p>	L'axe du cylindre doit être contenu dans une zone parallélépipédique (1 x 2) perpendiculaire au plan A (a x b).


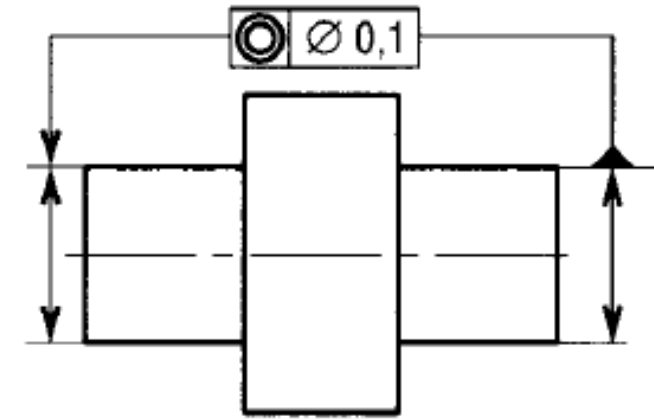
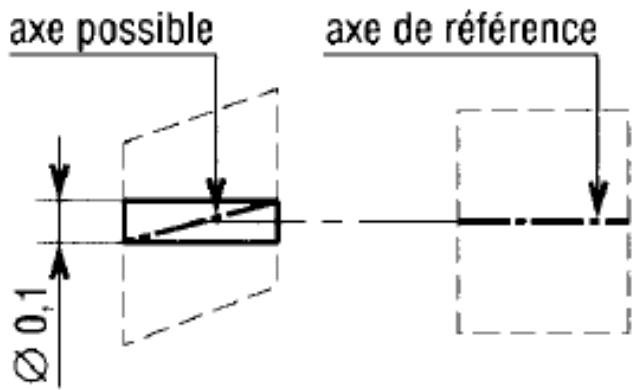
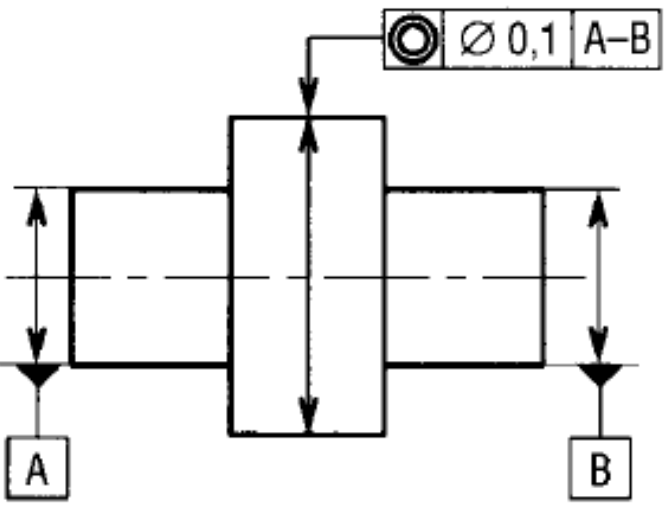
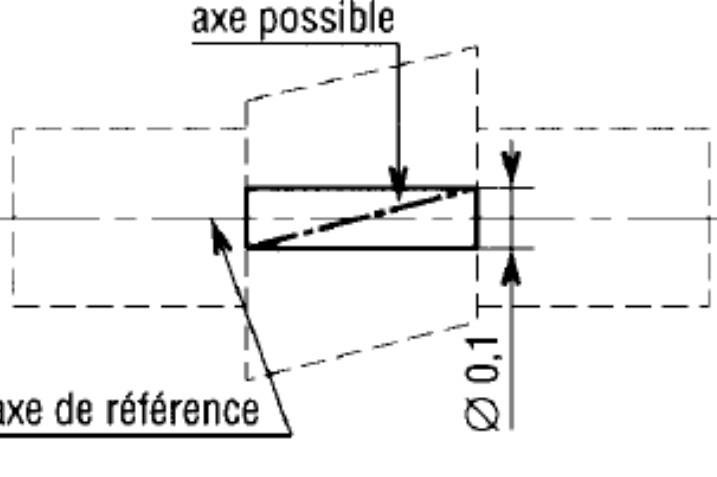
Le tolérancement géométrique

2 – Les tolérances d'orientation

			<p>La surface doit rester entre deux plans parallèles distants de 0,3 et inclinées de 30 ° par rapport au plan de référence.</p>
<p>incli- naison △</p>			<p>L'axe du trou doit être contenu dans une zone cylindrique de diamètre 0,1 inclinée de 70 ° par rapport au plan A.</p>

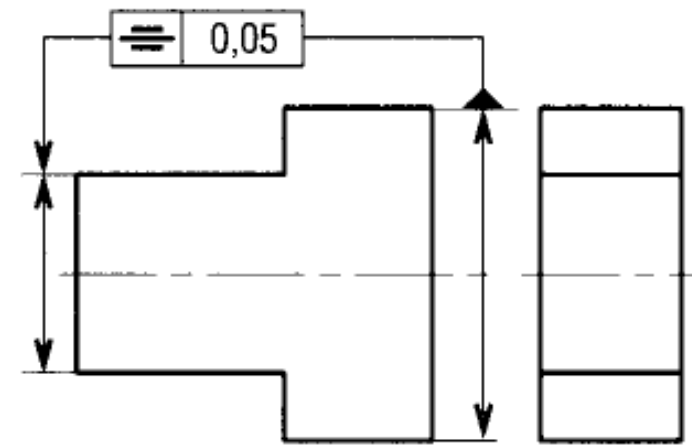
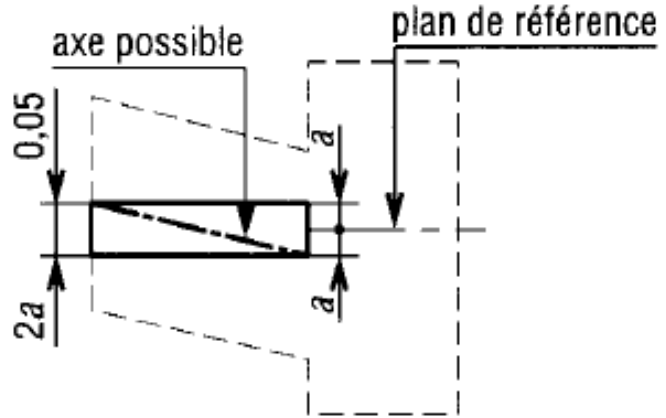
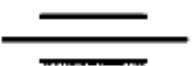
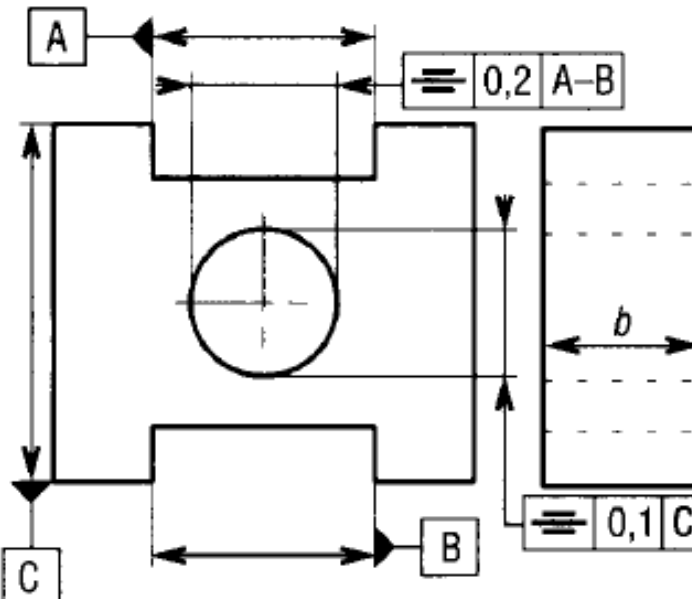
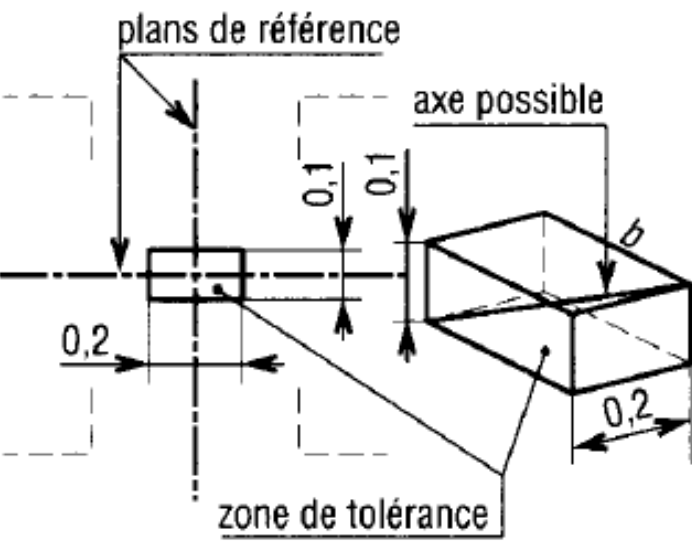
Le tolérancement géométrique

3 – Les tolérances de position

Symbole	Exemple	Interprétation	Observations
<p>concentricité et coaxialité</p> 			<p>L'axe du cylindre à gauche doit être contenu dans une zone cylindrique de diamètre 0,1 dont l'axe est celui du cylindre droit.</p>
			<p>L'axe du cylindre au milieu doit être contenu dans une zone cylindrique de diamètre 0,1 dont l'axe est celui des deux autres cylindres.</p>


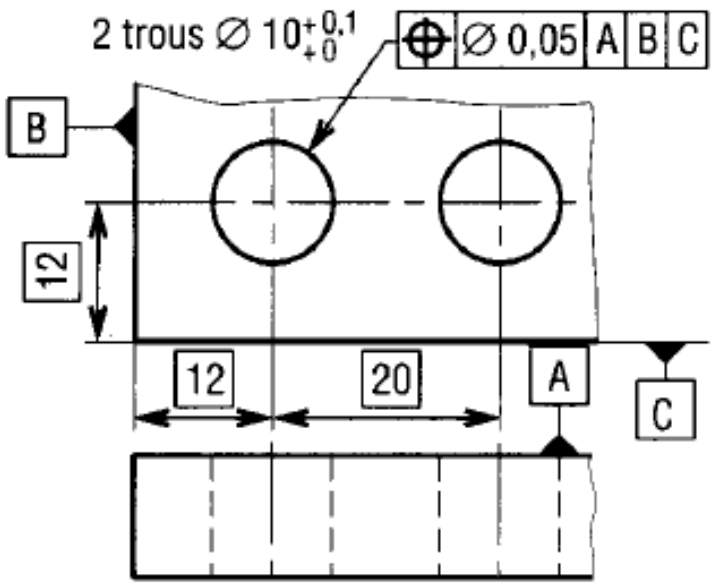
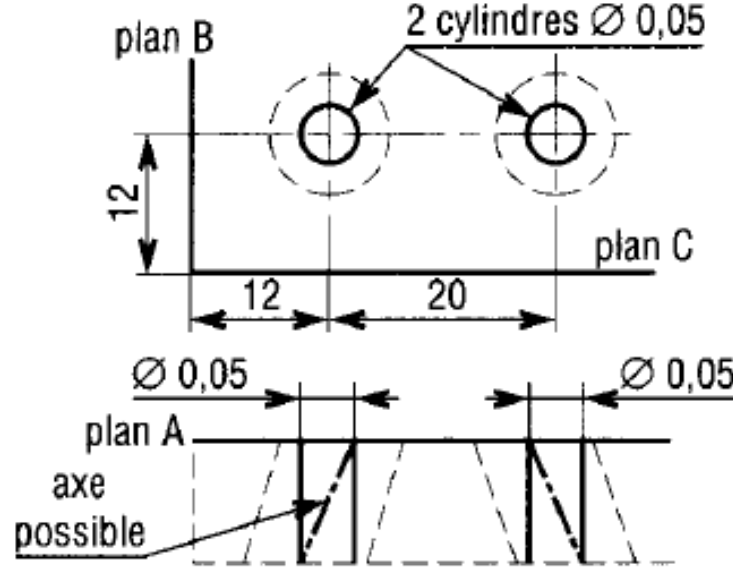
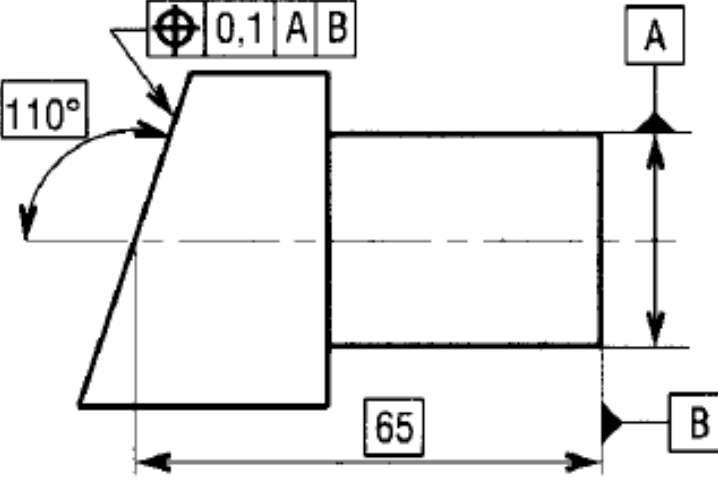
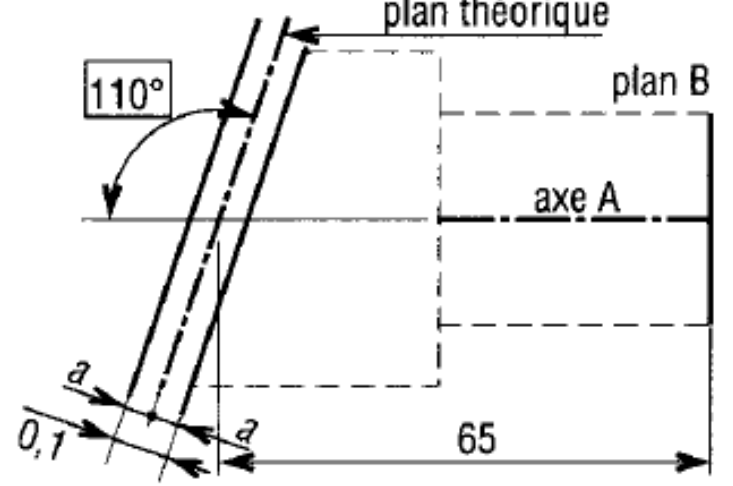
Le tolérancement géométrique

3 – Les tolérances de position

			<p>Le plan médian de la partie gauche doit rester entre deux plans parallèles distants de 0,05 et disposés symétriquement par rapport au plan médian de la partie droite.</p>
<p>symétrie</p> 			<p>L'axe du trou doit être contenu dans un parallélépipède $0,2 \times 0,1$ d'épaisseur b, d'axe l'intersection des plans médians (A-B) et (C).</p>

Le tolérancement géométrique

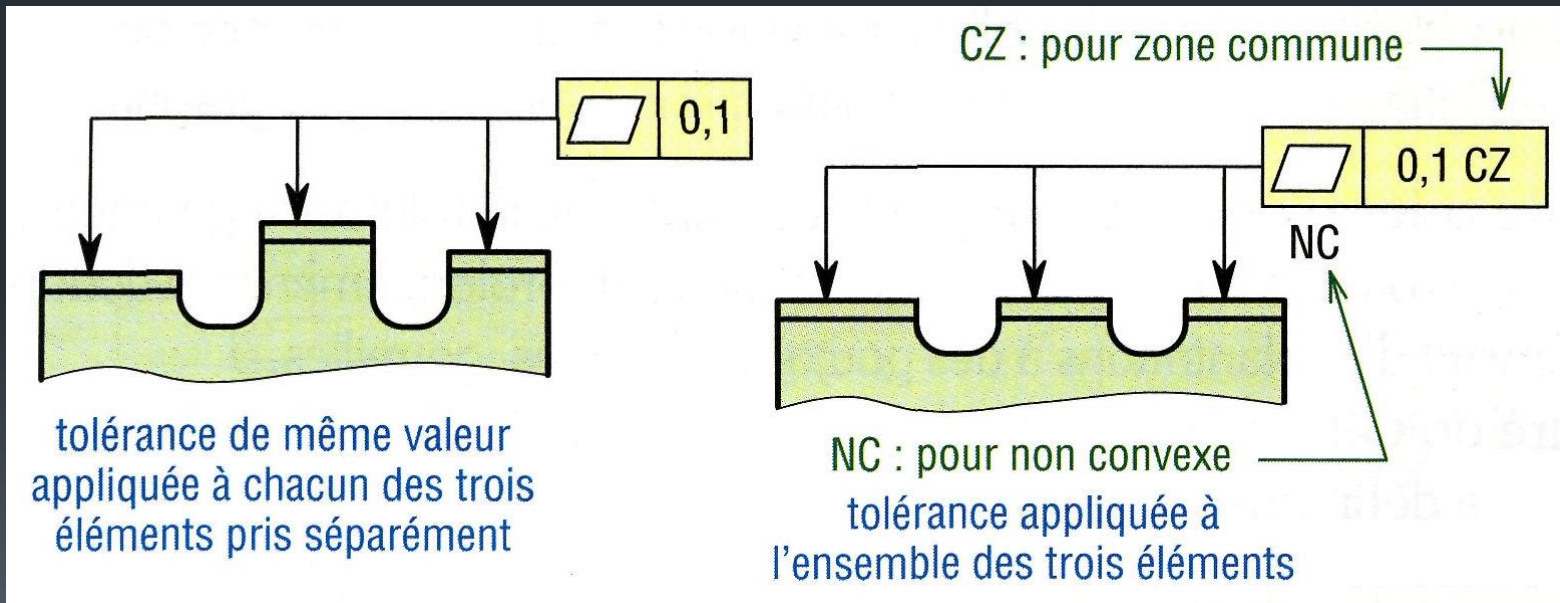
3 – Les tolérances de position

<p>localisation</p> 			<p>Les axes des trous doivent être contenus dans des cylindres de diamètre 0,05 d'axes perpendiculaires à A et positionnés par les cotes encadrées.</p>
			<p>La surface doit rester entre deux plans parallèles distants de 0,1, inclinés de 110 ° par rapport à A symétriquement par rapport au plan théorique (à 65 de B).</p>

La spécification en Zone Commune (CZ) :

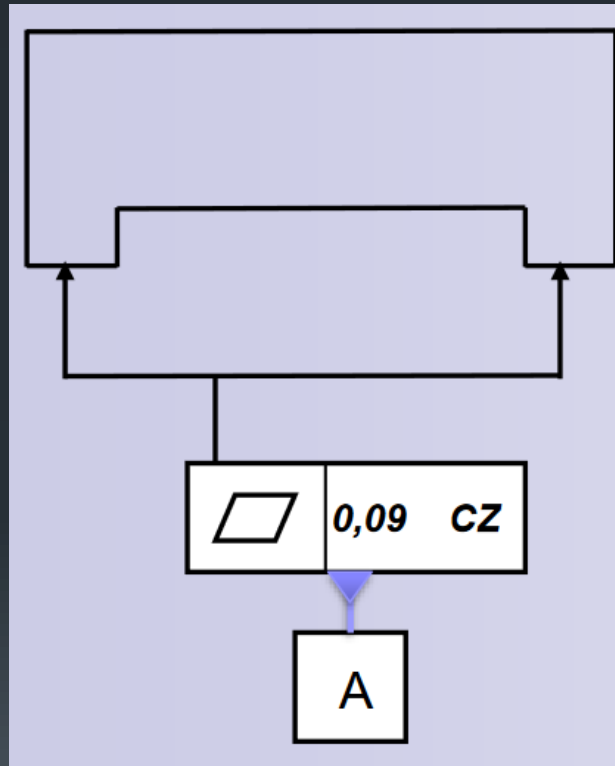
Parfois, vous pouvez tomber sur l'inscription « CZ » qui signifie Zone Commune.

Dans le cas d'un élément tolérance, cela signifie que la même zone de tolérance est utilisée pour des éléments similaires (ils doivent tous se trouver dans cette zone de tolérance et ne sont donc pas totalement indépendants).

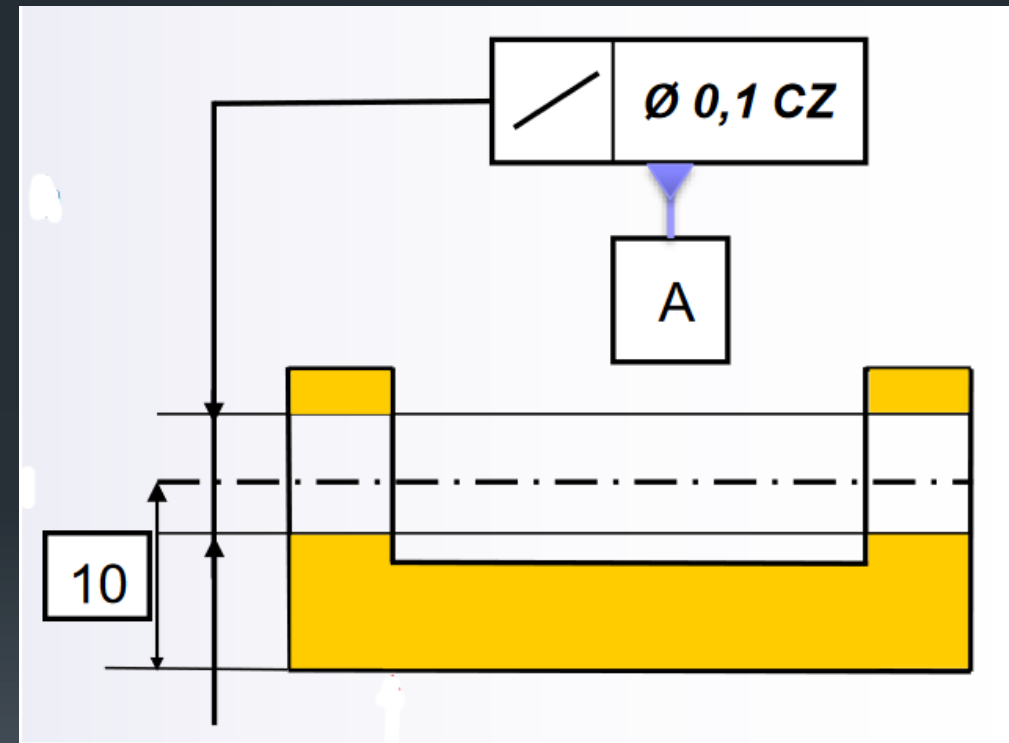


La spécification en Zone Commune (CZ) :

La zone commune peut aussi s'appliquer aux éléments de référence comme le montre l'exemple ci-dessous :



A est équivalent à une référence commune définie à l'aide de 2 plans



A est équivalent à une référence commune définie à l'aide de 2 axes (2 centres)

Le tolérancement géométrique


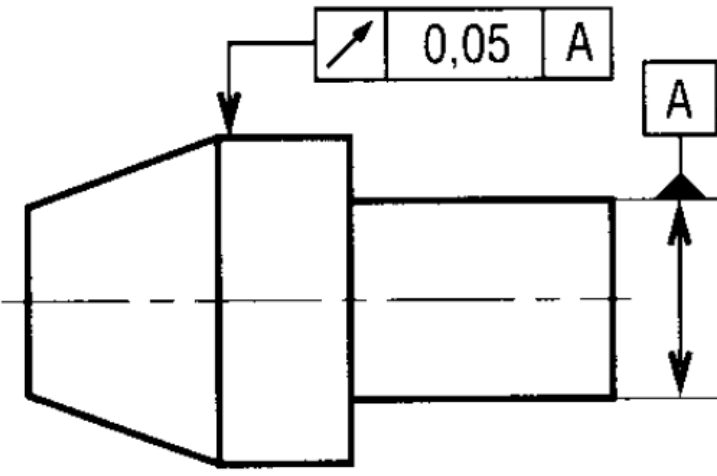
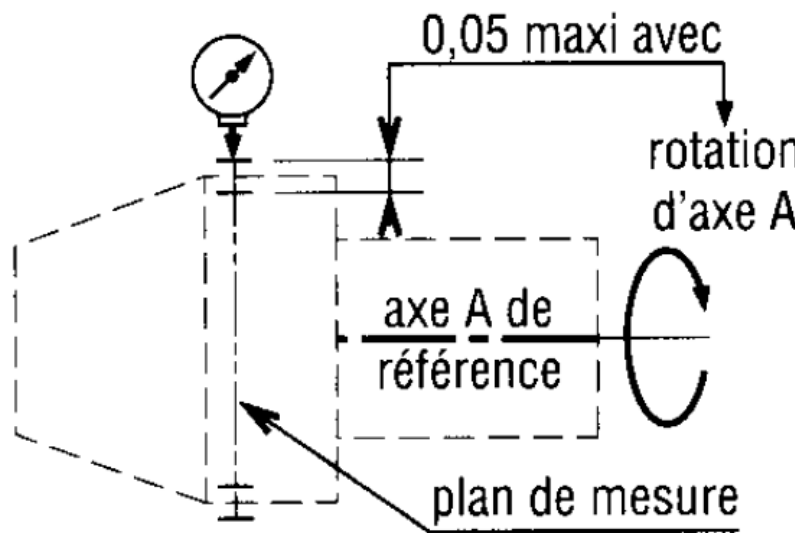
4 – Le cas du battement (simple et total)

La tolérance de battement spécifie la variation de battement d'un élément lorsque la pièce est mise en rotation autour d'un axe (droite spécifiée).

La tolérance de battement requiert toujours une référence spécifiée


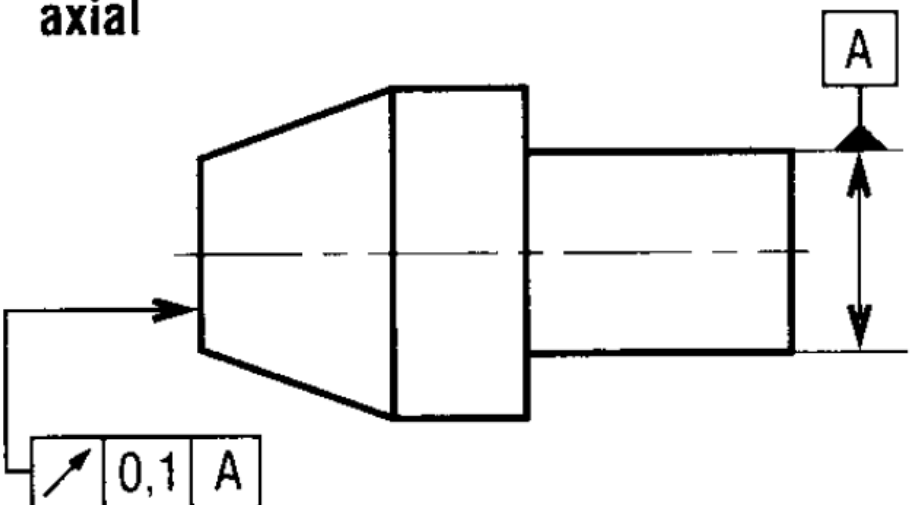
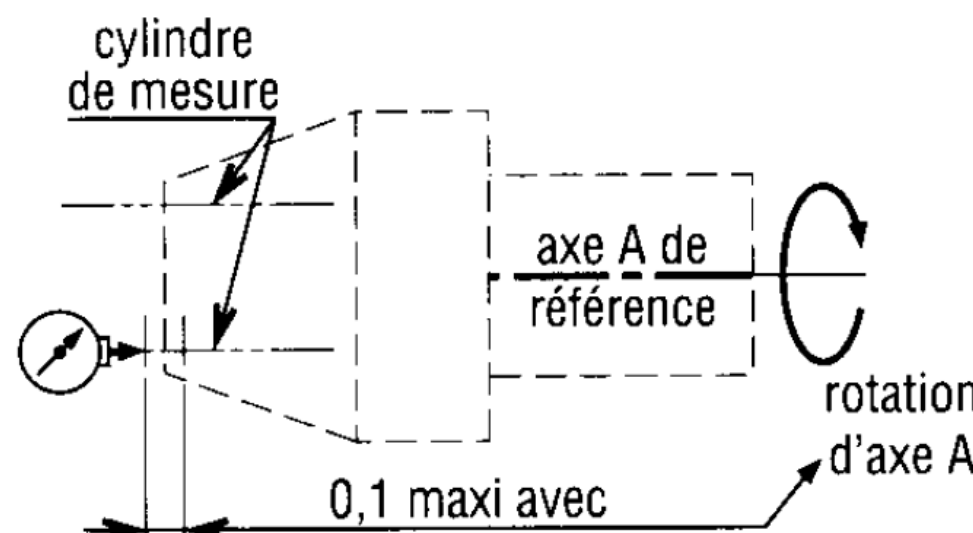
Le tolérancement géométrique

4 – Le cas du battement simple

Symbole	Exemple	Interprétation	Observations
<p>battement simple</p> 	<p>radial</p> 		<p>Le battement périphérique pour chaque plan de mesure ne doit pas dépasser 0,05 pendant une rotation complète de la pièce autour de A.</p>


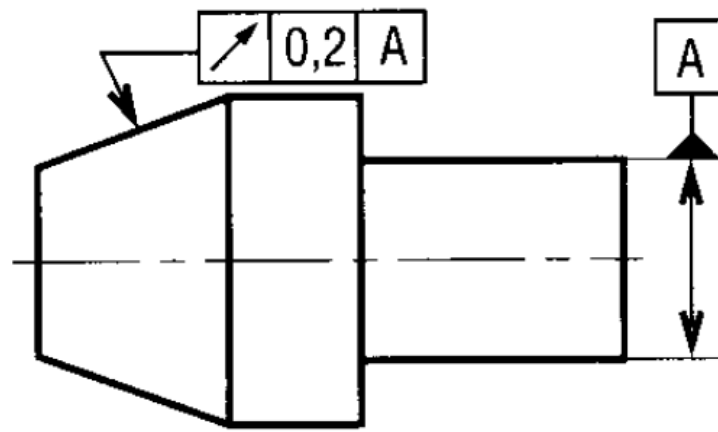
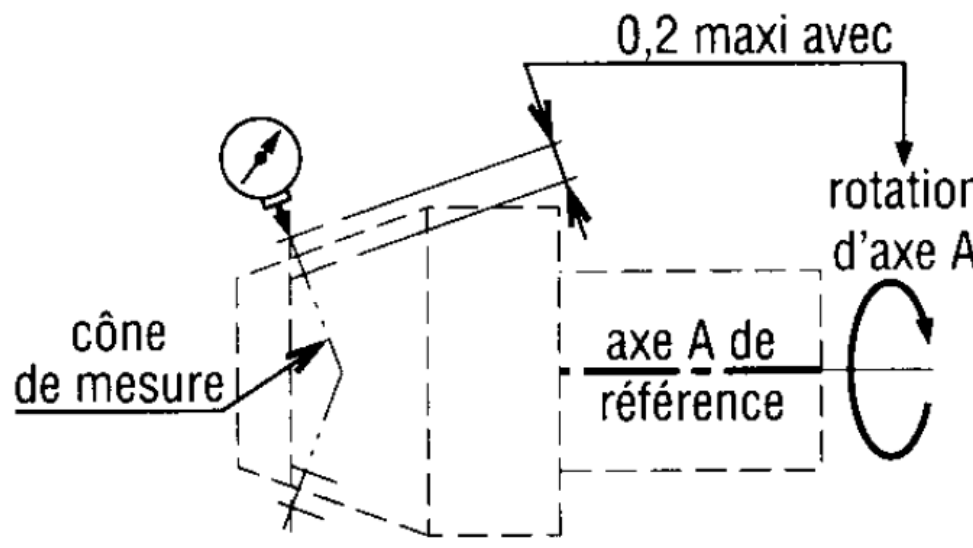
Le tolérancement géométrique

4 – Le cas du battement simple

<p>battement simple</p> 	<p>axial</p> 	 <p>0,1 maxi avec</p> <p>rotation d'axe A</p>	<p>En tout point de la face, le battement axial (parallèle à A) ne doit pas dépasser 0,1 pendant une rotation complète autour de A.</p>
--	--	--	---

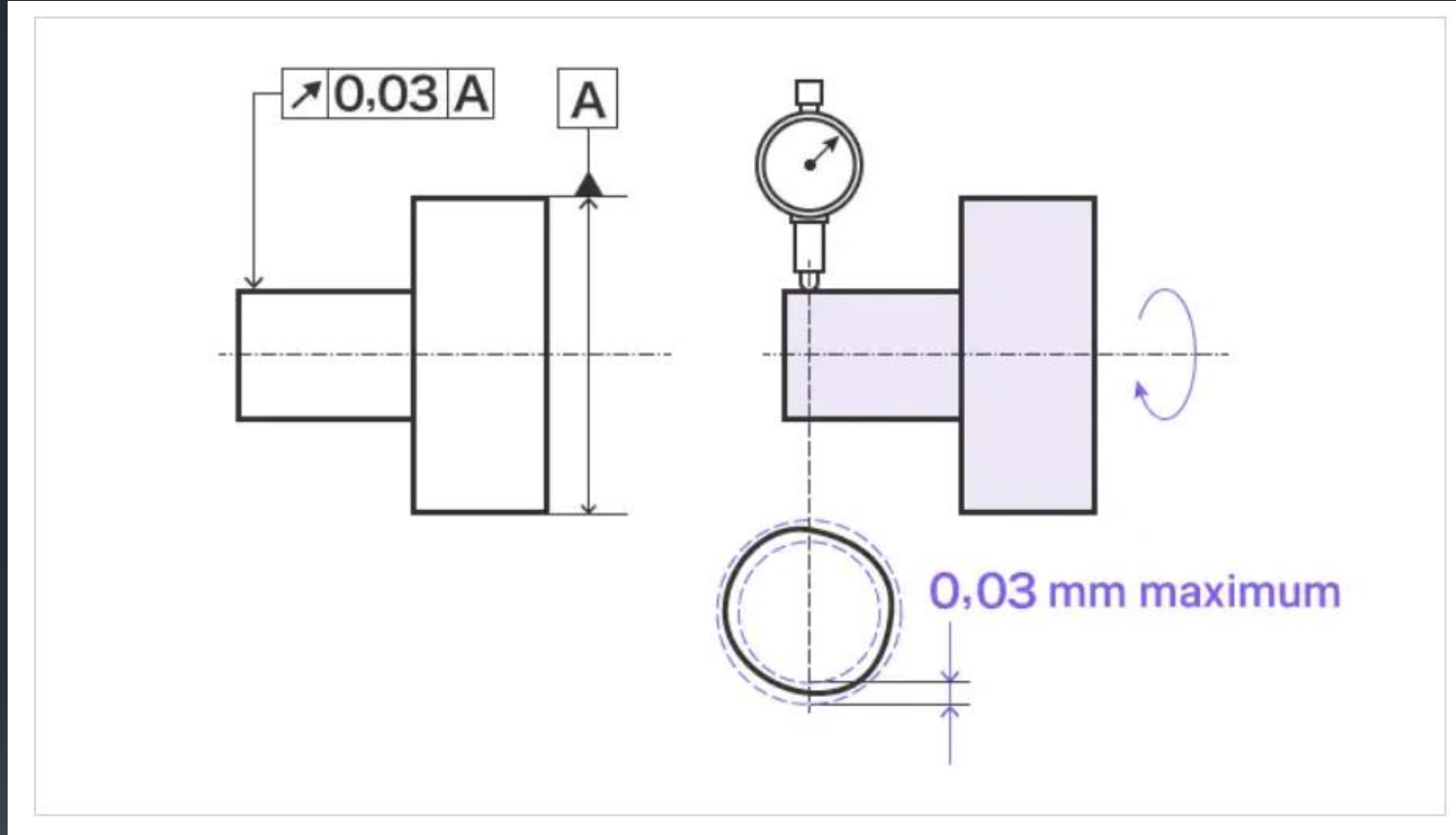
Le tolérancement géométrique

4 – Le cas du battement simple

<p>battement simple</p> 	<p>oblique</p> 		<p>Le battement oblique pour chaque cône de mesure ne doit pas dépasser 0,2 pendant une rotation complète de la pièce autour de A.</p>
--	--	---	--

Le tolérancement géométrique

4 – Le cas du battement simple


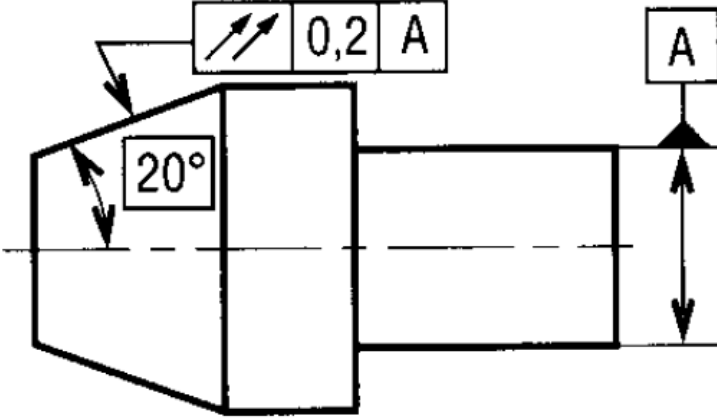
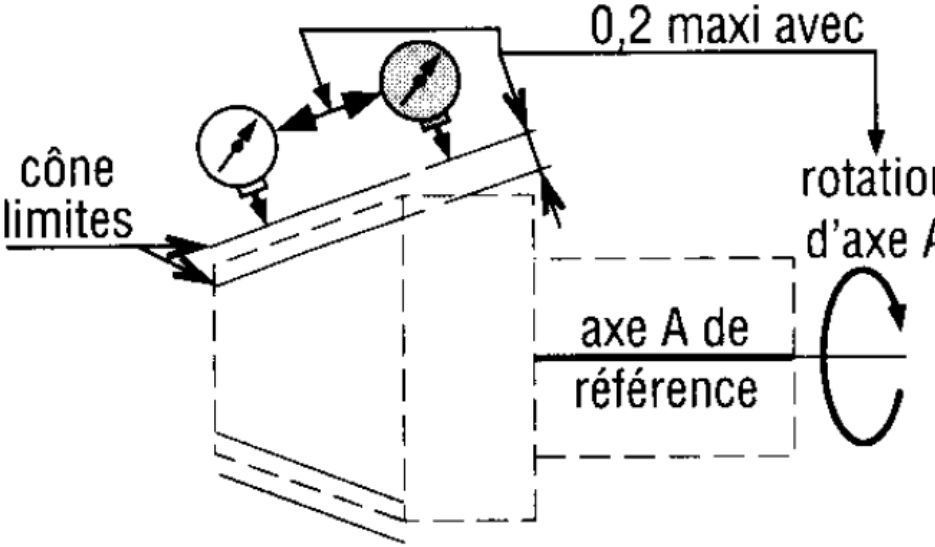


Explication du dessin

Le battement de la surface cylindrique dans le sens radial, indiqué par la flèche, ne doit pas excéder 0,03 mm sur tout plan de mesure perpendiculaire à l'axe de référence lorsque la cible est mise en rotation une fois autour de l'axe de référence.

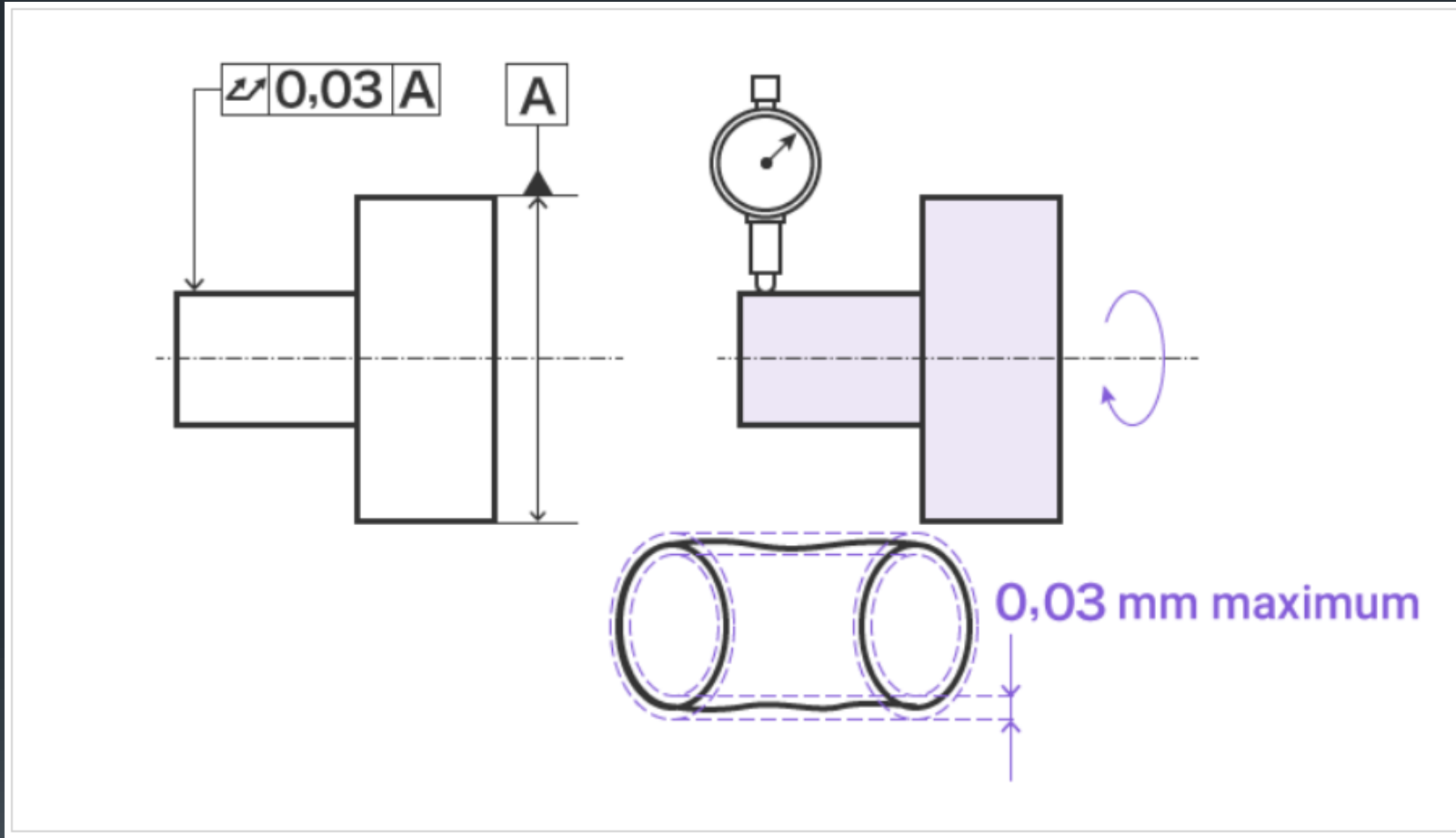
Le tolérancement géométrique

4 – Le cas du battement total

battement total 	<p>oblique</p> 		<p>La surface mesurée doit rester entre deux cônes distants de 0,2 et d'angle 20° pendant une rotation complète de la pièce autour de A.</p>
	axial et radial	généralisation des cas précédents	

Le tolérancement géométrique

4 – Le cas du battement total



Explication du dessin

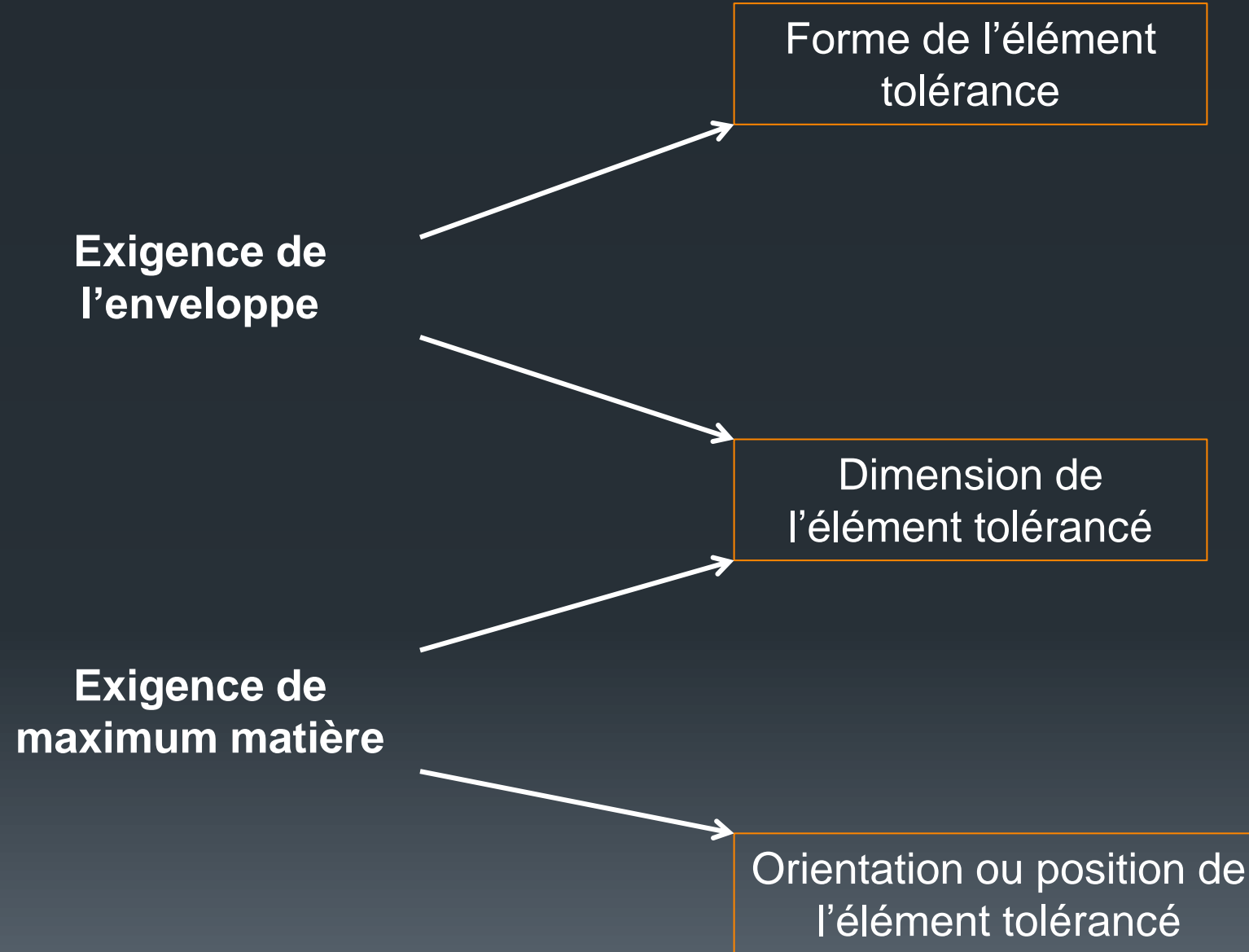
Le battement total de la surface cylindrique dans le sens radial, indiqué par la flèche, ne doit pas excéder 0,03 mm en tout point de la surface cylindrique lorsque la pièce est en rotation autour de l'axe de référence.

Remarque :

La différence entre le battement et la circularité ou cylindrité est que le battement utilise des références spécifiées (axes, plans), alors la circularité ou cylindricité sont des tolérances de forme qui ne font pas appel à des références spécifiées



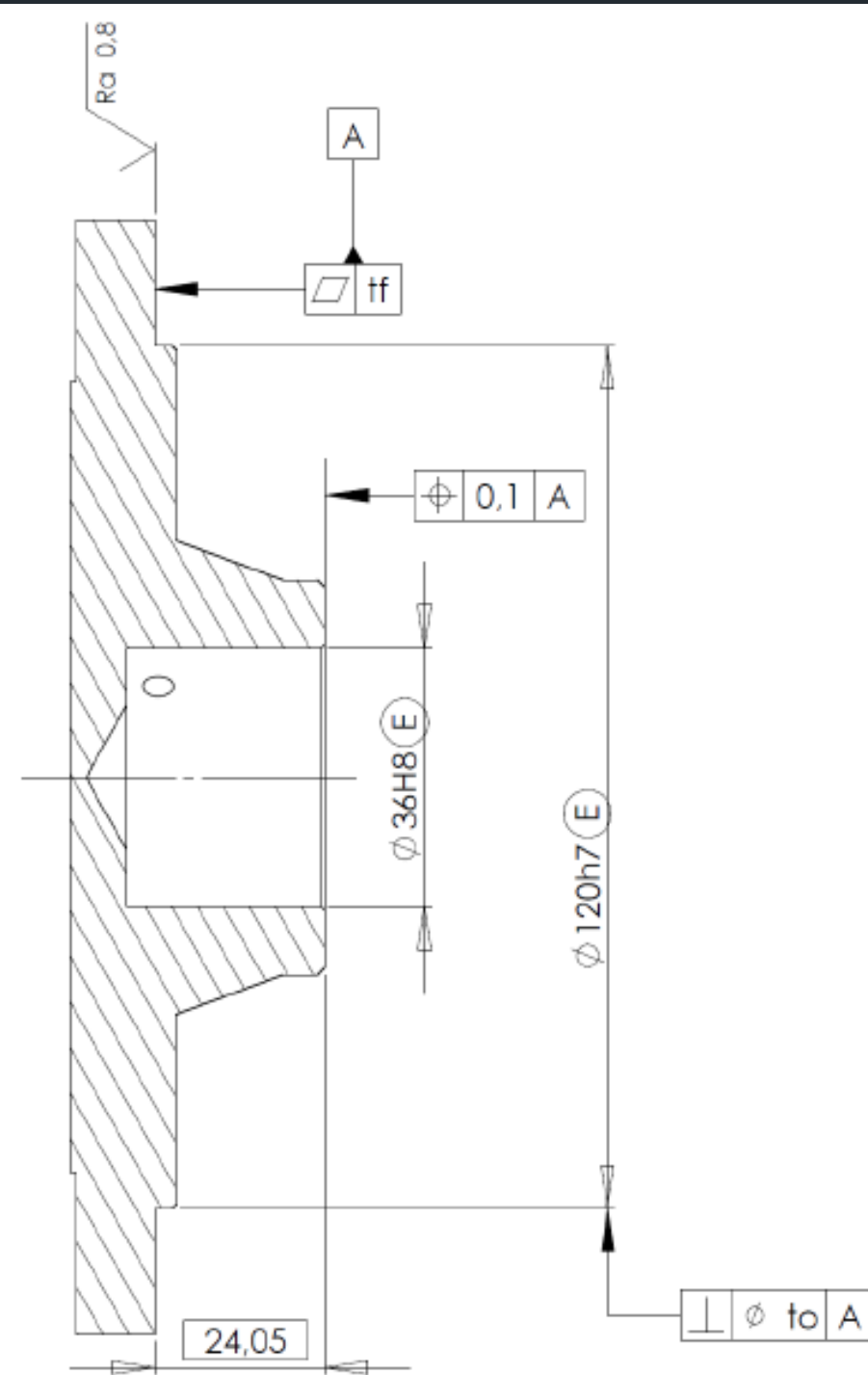
Deux exceptions au principe d'indépendance :



L'exigence d'enveloppe

D'après le principe de l'indépendance, une spécification dimensionnelle ne limite pas le défaut de forme de l'élément spécifié.

Sur la figure ci-dessous, on voit que la pièce peut être considérée comme bonne du point de vue dimensionnel si toutes les valeurs prises par les dimensions locales (bipoints) se trouvent dans l'intervalle de tolérance, mais que le défaut de forme peut être très grand.

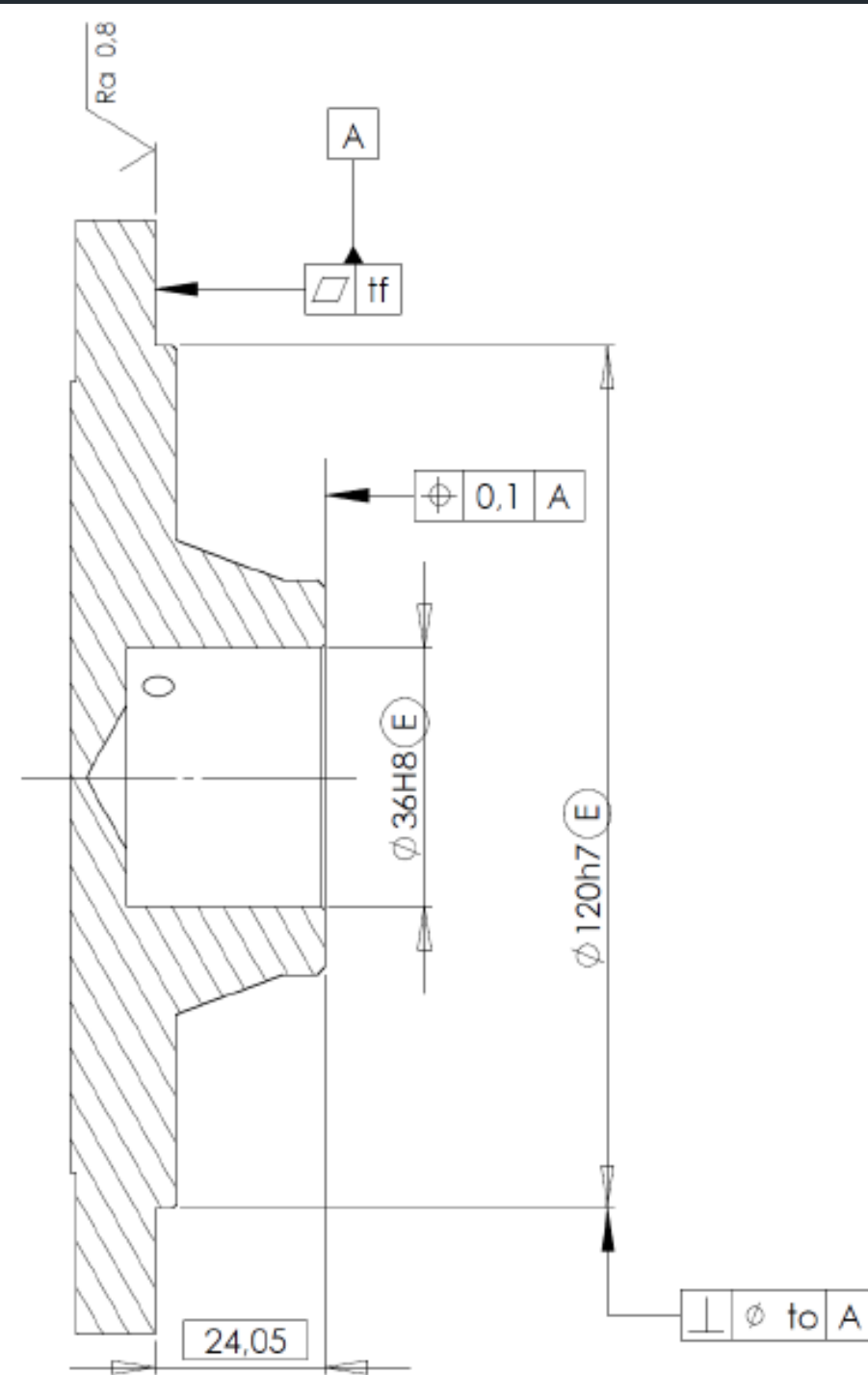


L'exigence d'enveloppe

D'après le principe de l'indépendance, une spécification dimensionnelle ne limite pas le défaut de forme de l'élément spécifié.

Sur la figure ci-dessous, on voit que la pièce peut être considérée comme bonne du point de vue dimensionnel si toutes les valeurs prises par les dimensions locales (bipoints) se trouvent dans l'intervalle de tolérance, mais que le défaut de forme peut être très grand.

Si l'une des fonctions de cet épaulement est de pouvoir accueillir un alésage, le concepteur du produit pourra donc, en plus, indiquer sur le dessin de définition qu'il désire limiter le défaut de forme de cet alésage par une exigence d'enveloppe.



L'exigence d'enveloppe

L'enveloppe de forme parfaite au maximum de matière ne doit pas être dépassée.

(NF E 04-561) (ISO 8015)

L'exigence d'enveloppe

L'enveloppe de forme parfaite au maximum de matière ne doit pas être dépassée.

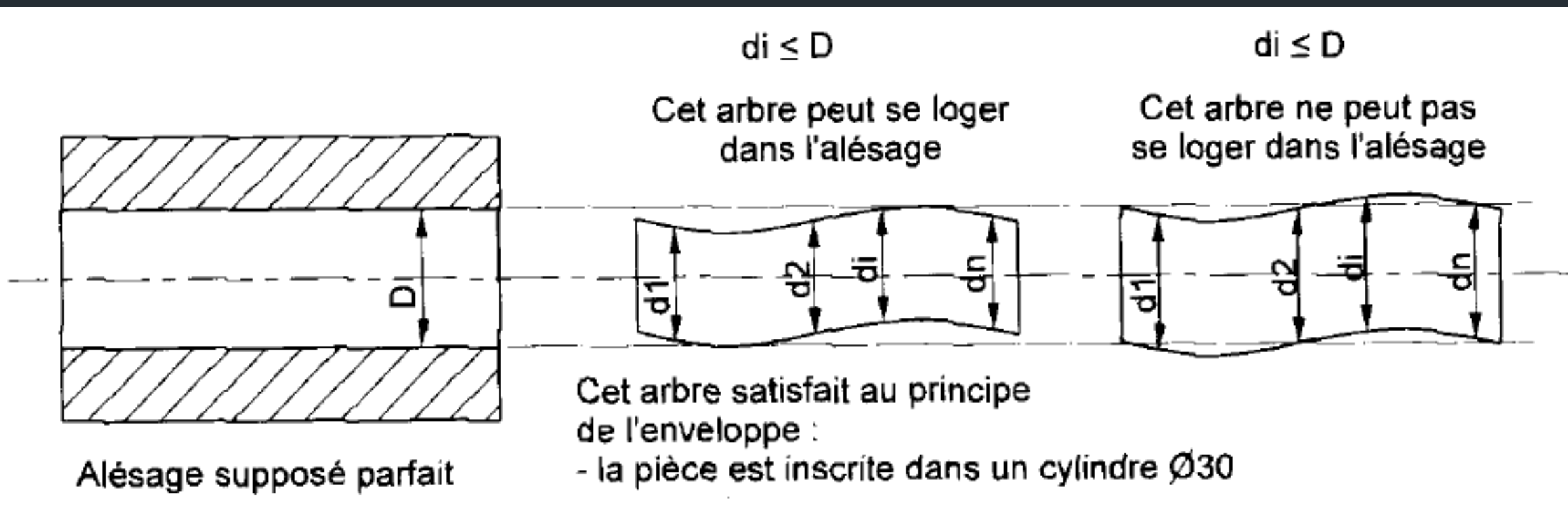
(NF E 04-561) (ISO 8015)

L'exigence d'enveloppe lie une tolérance dimensionnelle à une tolérance de forme (tolérance géométrique).

Elle est symbolisé par la lettre E entourée.

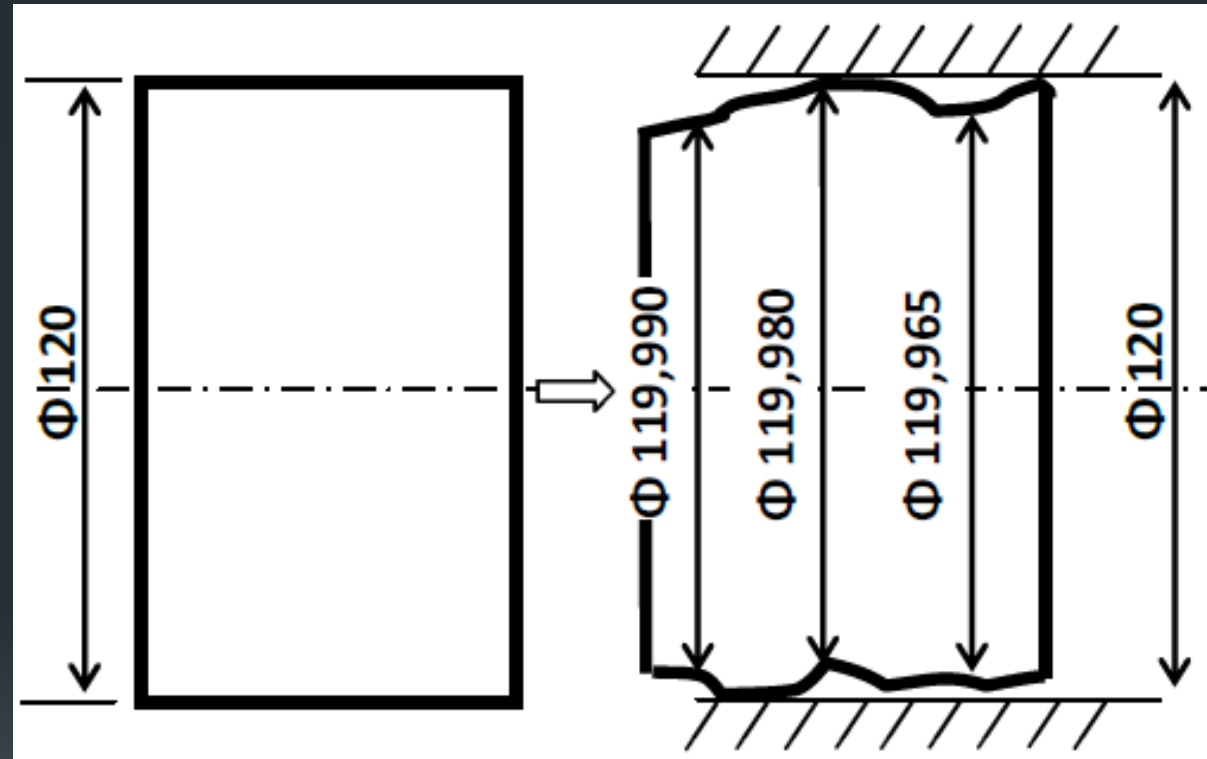
L'exigence d'enveloppe

Exemple



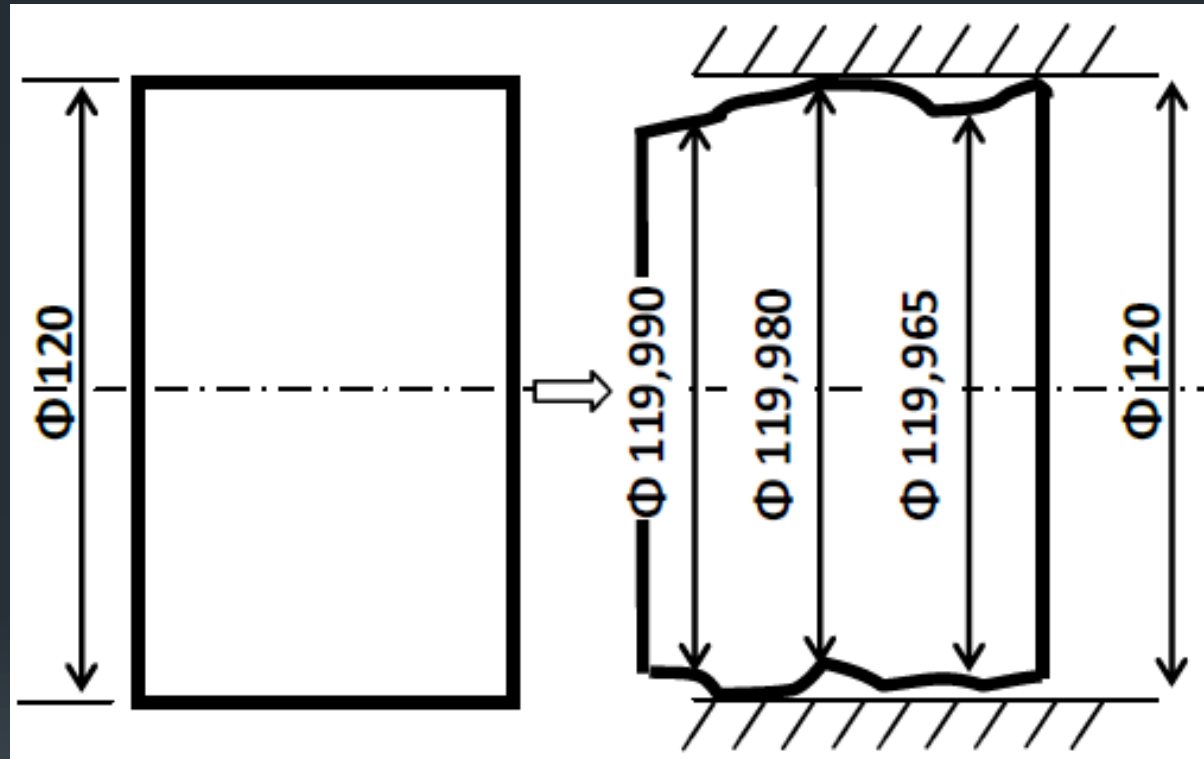
L'exigence d'enveloppe

Autre exemple :



L'exigence d'enveloppe

Autre exemple :



Cela signifie que pour que la pièce soit conforme, il faudra que :

- les valeurs prises par les dimensions locales se trouvent dans l'intervalle de tolérance,
- l'arbre spécifié ne devra jamais dépasser un cylindre parfait de diamètre 120 mm (état du diamètre du calibre considéré au maximum de matière).

L'exigence de maximum matière :

Définition normalisée :

L'exigence du maximum de matière se traduit par la mise en place d'une relation entre la dimension d'un élément et son orientation ou sa position.

Cette exigence est un moyen d'augmenter la tolérance d'orientation ou de position d'un élément ou d'un groupe d'éléments en fonction de la dimension des éléments concernés par la tolérance géométrique.

(NF E 04-555) (ISO 2692)

L'exigence de maximum matière :

Définition normalisée :

L'exigence du maximum de matière se traduit par la mise en place d'une relation entre la dimension d'un élément et son orientation ou sa position.

Cette exigence est un moyen d'augmenter la tolérance d'orientation ou de position d'un élément ou d'un groupe d'éléments en fonction de la dimension des éléments concernés par la tolérance géométrique.

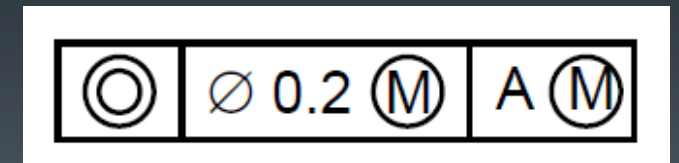
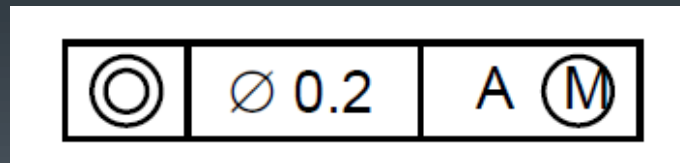
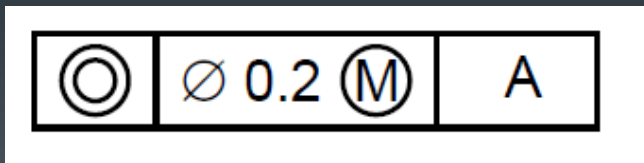
(NF E 04-555) (ISO 2692)

L'exigence de maximum matière :

Concrètement, l'exigence de maximum matière lie une spécification dimensionnelle à une spécification d'orientation ou de position.

Le but étant de faciliter la fabrication et le montage en agrandissant la zone de tolérance

L'exigence de maximum matière est symbolisée par un lettre M entourée. Cette exigence peut s'appliquer à l'élément tolérancé, à l'élément de référence, ou aux deux.



L'exigence de maximum matière :

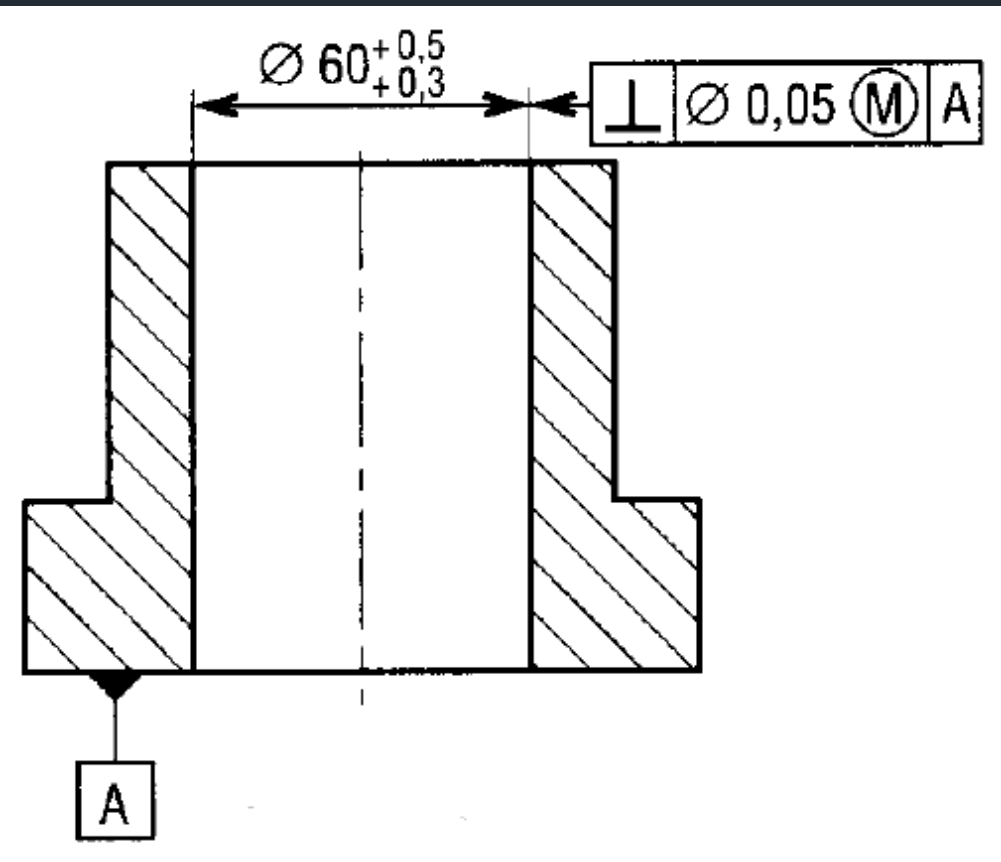
Exemple pratique :

Lorsque l'on veut garantir un assemblage, il faut définir un jeu minimal qui prend en compte la situation la plus défavorable à savoir:

- le diamètre de l'arbre a est maximal
- le diamètre de l'alésage A est minimal
- le défaut géométrique D est maximal

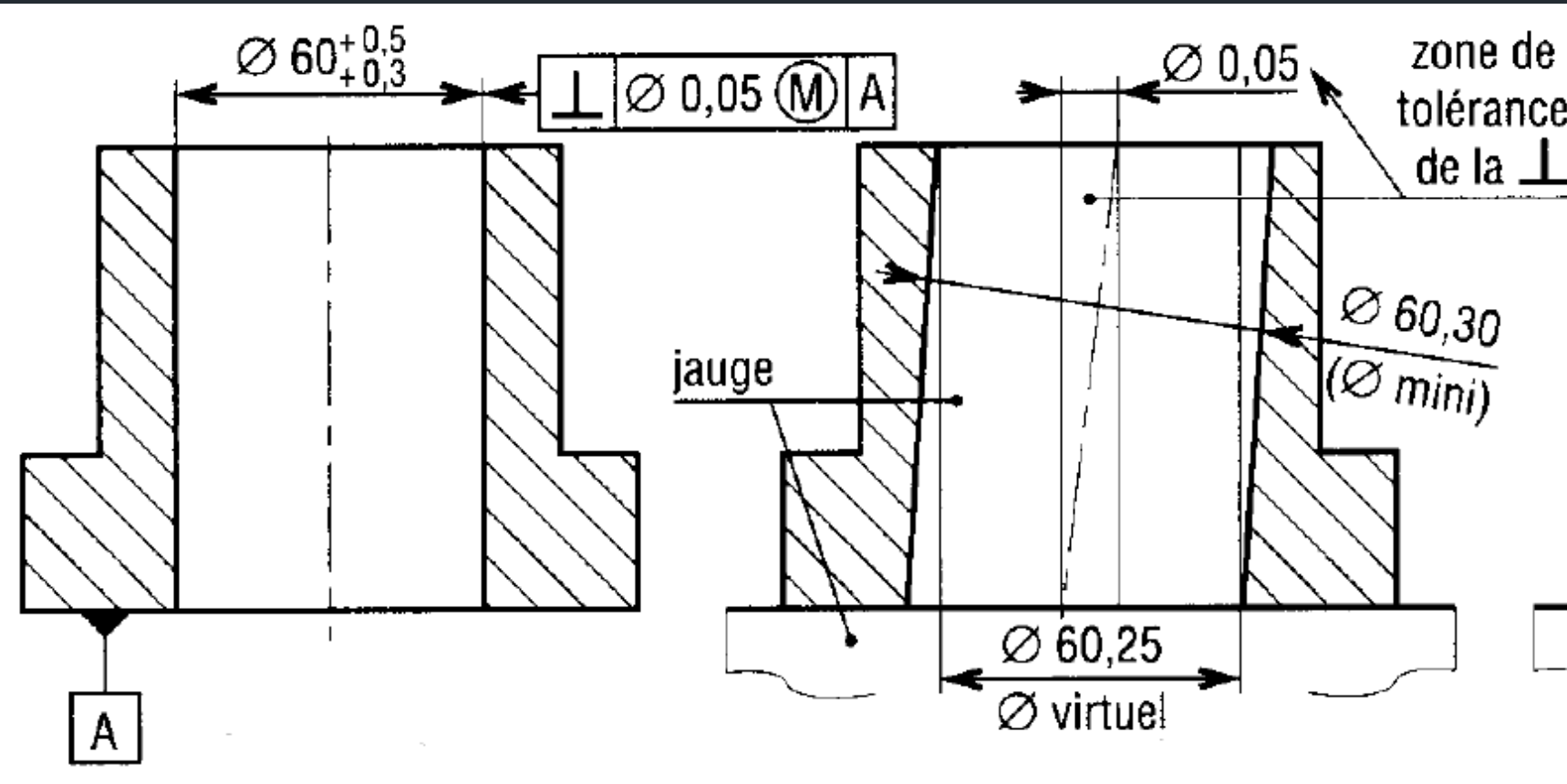
$$\text{Jeu}_{\min} = \text{Alésage}_{\min} - \text{arbre}_{\max} - \text{Défaut}_{\max}$$

L'exigence de maximum matière :



*Voici l'exigence
qu'on doit respecter*

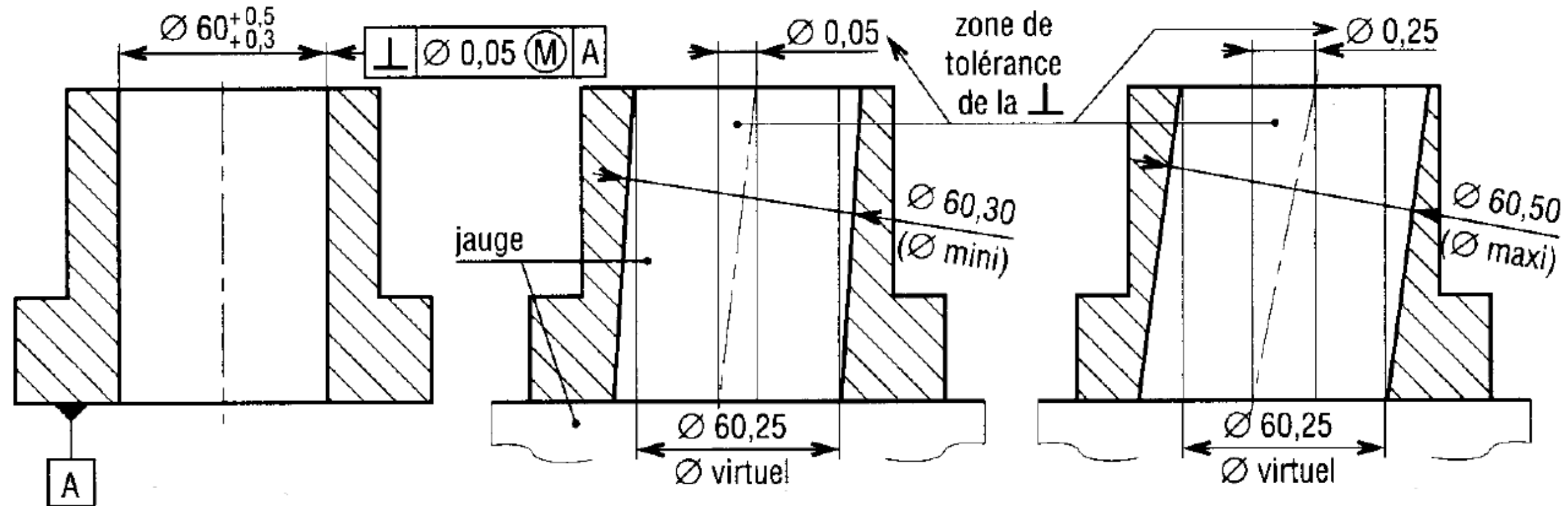
L'exigence de maximum matière :



*Voici l'exigence
qu'on doit respecter*

*Le défaut max
acceptable est 0,05
quand l'alésage est
minimal*

L'exigence de maximum matière :



Voici l'exigence
qu'on doit respecter

Le défaut max
acceptable est 0,05
quand l'alésage est
minimal

Avoir l'alésage à la
valeur max nous
permet d'accepter
un défaut plus grand

L'exigence de maximum matière :

Explications de l'exemple :

Les spécifications imposent une tolérance sur le diamètre (60,50 maxi et 60,30 mini) et une tolérance de perpendicularité au maximum de matière (0,05 avec la référence A). Ces deux conditions font qu'au maximum de matière le diamètre du cylindre enveloppe du trou atteint 60,25 (diamètre virtuel).

Si le diamètre augmente (à partir de 60,30), le jeu entre la pièce et le cylindre enveloppe augmente et le gain obtenu peut être ajouté à la tolérance de perpendicularité ; il atteint 0,25 au minimum de matière et peut varier entre 0,05 et 0,25.

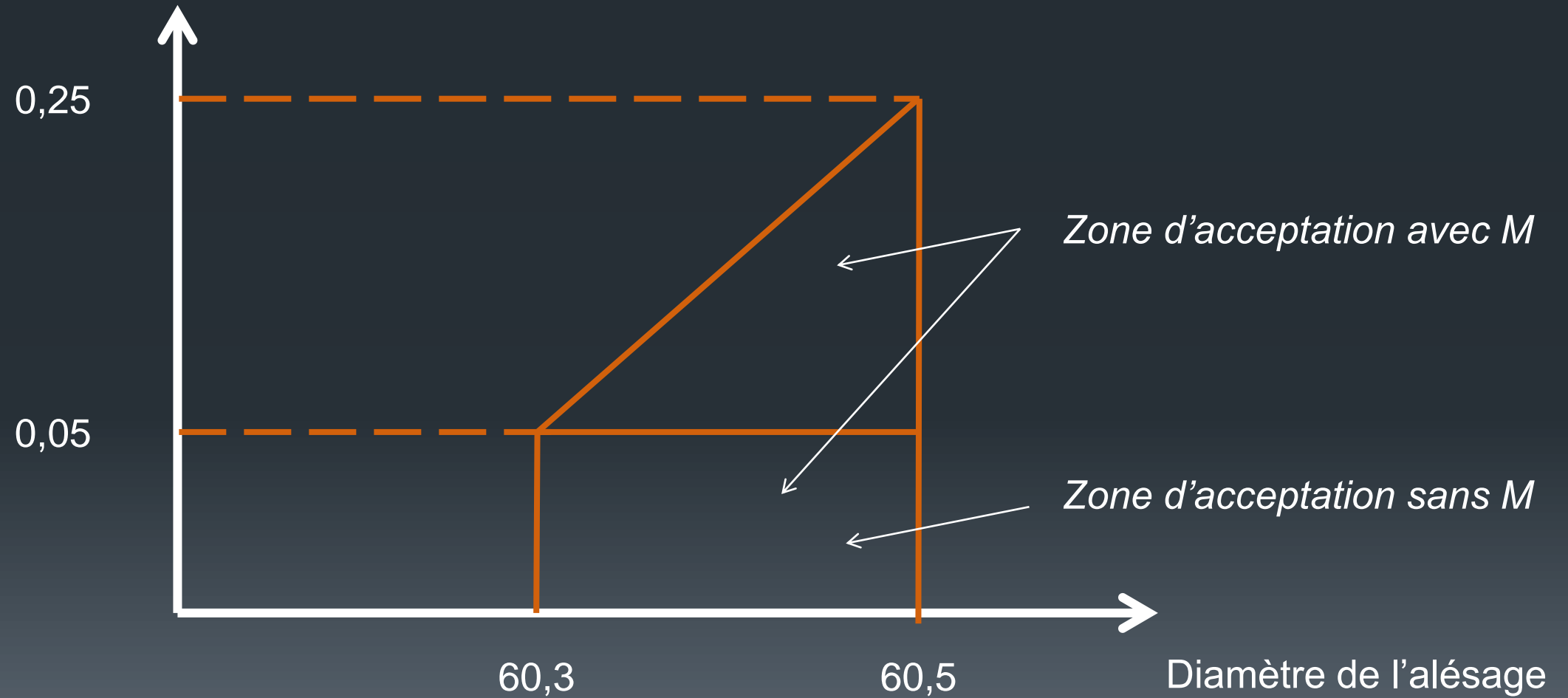
En d'autres termes, on a pris l'IT de 0,2 de l'alésage (quand celui-ci est à sa valeur maximum) et on l'a rajouté au 0,05 de perpendicularité pour obtenir 0,25.

L'exigence de maximum matière permet de transférer la portion de l'IT de la tolérance dimensionnelle non utilisée lors du contrôle (marge restante) sur la tolérance géométrique afin de l'augmenter.

L'exigence de maximum matière :

Diagramme de tolérance

Ecart de perpendicularité



Un mot sur la métrologie industrielle

Avant d'être assemblées ou montées sur le système, **les pièces fabriquées doivent être contrôlées et qualifiées** (validées). Chacune des spécifications dimensionnelles et géométriques doit être vérifiée afin de qualifier le produit.

Les opérations de contrôle doivent permettre de définir si la grandeur réelle de l'élément à vérifier est conforme à la valeur exigée.

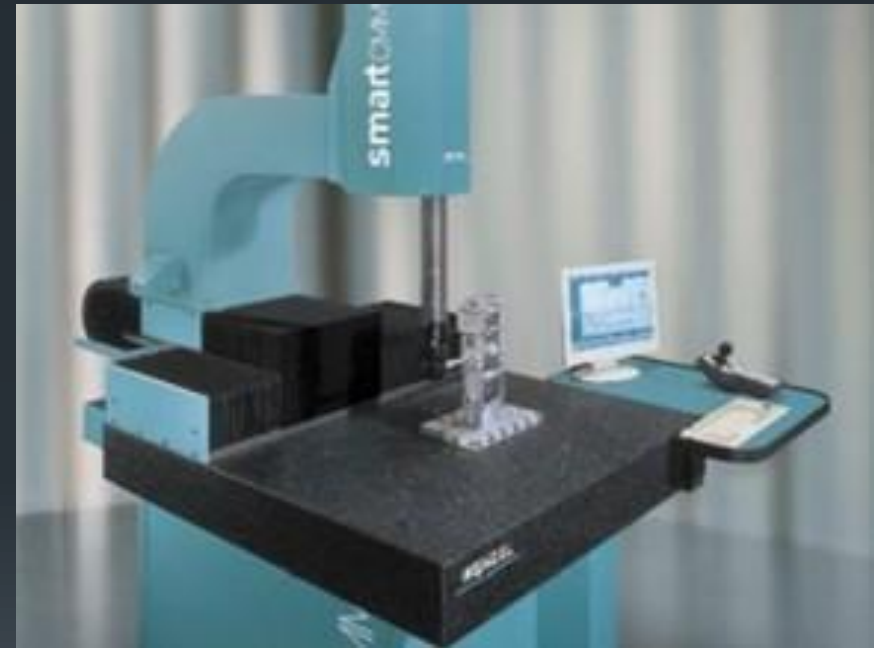
Un mot sur la métrologie industrielle

La **qualité des appareils** de mesure peut être caractérisée par :

- la **fidélité**, caractérise la dispersion des mesures d'une même grandeur (écart type)
- la **justesse**, appareil réputé juste lorsque la moyenne d'un grand nombre de mesure est confondue avec la valeur du mesurande
- la **sensibilité**, rapport entre le déplacement de l'indicateur de mesure correspondant à une variation de la grandeur mesurée
- la **précision**, caractérise la qualité globale de l'instrument de mesure.

Un mot sur la métrologie industrielle

Les MMT (Machine à mesurer Tridimensionnelles)



Un mot sur la métrologie industrielle

Les moyens de mesure classiques (pied à coulisse, comparateur, équerre, marbre...) sont aujourd'hui complétés par des techniques de mesure tridimensionnelle qui permettent d'accéder à la géométrie des pièces complexes avec une grande précision



Un mot sur la métrologie industrielle

Les moyens de mesure classiques (pied à coulisse, comparateur, équerre, marbre...) sont aujourd'hui complétés par des techniques de mesure tridimensionnelle qui permettent d'accéder à la géométrie des pièces complexes avec une grande précision .

Une MMT est constituée de 4 sous-ensembles distincts :

- la **structure de déplacement**, 3 guidages précis en translation ;
- le **système de palpage**, son rôle est de détecter le contact entre le stylet (palpeur) et la pièce, puis d'envoyer une impulsion au système électronique pour l'enregistrement des coordonnées du point ;
- le **système électronique**, recevoir les impulsions du stylet, recevoir les ordres de mouvement...
- le **système informatique** et le **pupitre de commande**, exécution des gammes de contrôle, traitement des informations...

Titre

Texte

