



ISO STATISTIQUE

GLOSSAIRE

- **Zone de tolérance** : c'est une portion d'espace de géométrie parfaite devant contenir l'élément réel et dont les frontières dépendent de la caractéristique tolérancée (forme, orientation, position).
- **Élément de référence** : élément réel d'une pièce que l'on utilise pour déterminer la position d'une référence spécifiée (ISO 5459).
- **Référence spécifiée** : forme géométrique théoriquement exacte (point, droite ou plan) à laquelle se rapporte l'élément tolérancé (ISO 5459).
- **Élément de référence simulée** : surface réelle, de forme adéquate et suffisamment précise, en contact avec l'élément de référence et utilisée pour établir la référence spécifiée (ISO 5459).
- **État au maximum de matière** : état de l'élément considéré lorsque, en tout endroit, il est à la dimension limite telle que l'élément ait le maximum de matière (ISO 2692).
- **État virtuel au maximum de matière** : état de l'enveloppe limite de forme parfaite permis par les exigences du dessin pour l'élément (ISO 2692).
- **Pièce non rigide** : qui se déforme d'une valeur telle que, à l'état libre, elle puisse être en dehors des tolérances dimensionnelles et/ou géométriques du dessin (ISO 10579).
- **État libre** : état d'une pièce soumise uniquement à la force de gravité (ISO 10579).

PRINCIPE D'INDEPENDANCE

Chaque exigence dimensionnelle ou géométrique doit être respectée en elle-même (indépendamment) sauf si une relation particulière est spécifiée.

Ainsi, sans relation spécifiée, **la tolérance géométrique s'applique sans tenir compte de la dimension de l'élément. Les deux exigences sont traitées comme indépendantes.**

Tol.Di
(E)

Réf.
Spéc.

Tol.
Géo.



(M)

(M)

(L)

(F)

(P)

TOLERANCES DIMENSIONNELLES

(ISO 8015 .1985)

Tol.Di.
(E)

Réf.
Spéc.

Tol.
Géo.

□
○

R_D
D_D

I
I

∠
∥
⊕

⊙
=

↑
U

(M)

(M)
(L)

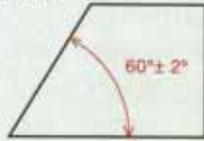
(F)
(P)

- **Z** géométrie
- **Linéaire** : Limite uniquement les dimensions locales réelles d'un élément mais pas ses écarts de forme (mesure entre deux points).



- **E** qualité

- **R** théologie
- **Angulaire** : Limite uniquement l'orientation générale des lignes ou des éléments linéaires des surfaces mais pas leurs écarts de forme.

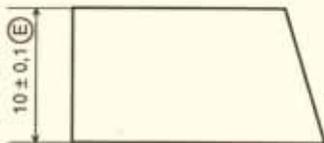


- **E** fonctionnalité

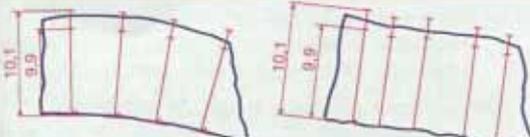
- **E** conformité
- En général, le tolérancement dimensionnel seul n'est pas suffisant pour exprimer des exigences fonctionnelles.

EXCEPTION AU PRINCIPE D'INDEPENDANCE

- **E** l'exigence
- Il est possible d'ajouter au tolérancement dimensionnel linéaire une condition supplémentaire : l'exigence d'enveloppe qui implique que l'enveloppe de forme parfaite à la dimension au maximum de matière de l'élément ne soit pas dépassée.



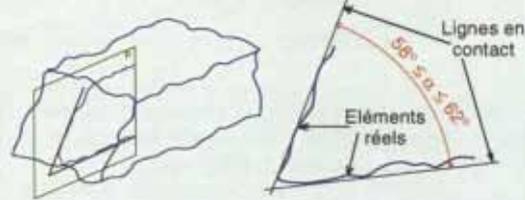
- **E** la



Exemple 1 : direction de mesure normale au plan tangent local.

Exemple 2 : direction de mesure déduite de la forme théorique.

Dans les cas réels, la différence entre ces mesures est en général du second ordre.



Il devra s'accompagner de spécifications géométriques.

Remarque : l'exigence d'enveloppe ne peut s'appliquer qu'à :

- un cylindre,
- deux plans parallèles en vis à vis.



REFERENCES SPECIFIEES

(ISO 5459 .1981)

Réf.
Spéc.

Tol.
Géo.

□
○

R_D
D_D

I
I

∠
∥
⊕

⊙
=

↑
U

(M)

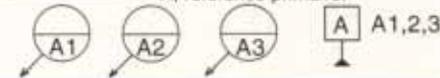
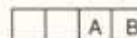
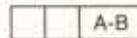
(M)
(L)

(F)
(P)

- **Référence spécifiée** : forme géométrique théoriquement exacte (point, droite, ou plan) à laquelle se rapporte l'élément tolérancé.

On distingue plusieurs types de références :

- simple
- commune (élément simple formé à partir de deux références)
- système de références spécifiées
- références partielles



B, référence secondaire, est en position théorique exacte par rapport à A, référence primaire.

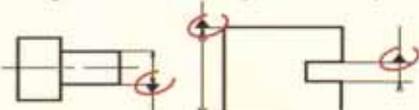
- **Élément de référence simulée** : surface réelle, de forme adéquate et suffisamment précise, en contact avec l'élément de référence et utilisée pour établir la référence spécifiée (ISO 5459).

Mode de désignation de l'élément géométrique constituant la référence :

- Désignation d'un plan :

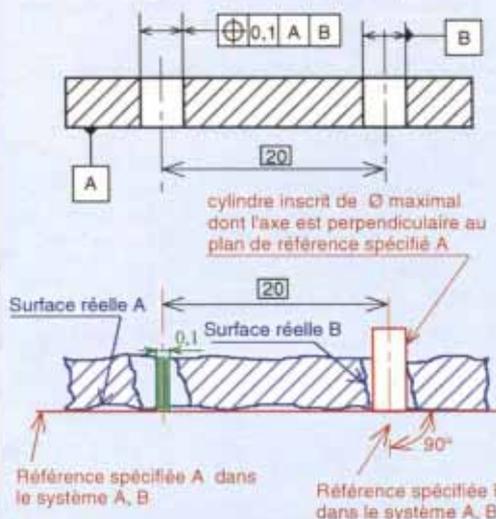


- Désignation de l'axe d'un cylindre ou d'un plan médian :



Le triangle identificateur est dans le prolongement de la ligne de cote.

Cas d'un système de références spécifiées :



TOLERANCEMENT GEOMETRIQUE

GENERALITES (ISO 1101 . 1983)

Zone de tolérance : c'est une portion d'espace de géométrie parfaite, devant contenir l'élément réel et dont les frontières dépendent de la caractéristique tolérancant :

- la forme,
- l'orientation,
- la position,
- ou le battement.

● Et
qu
ré

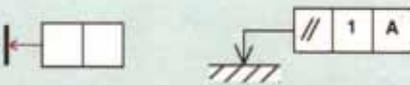
L'élément réel est conforme à la spécification si **tous ses points** sont à l'intérieur de la zone de tolérance.

● Ri
th
la

Une tolérance géométrique est exprimée sur un dessin par :

- une **flèche** désignant l'élément tolérancé,
- un **cadre de tolérance** contenant les caractéristiques du tolérancement.

● Et
fo
av
la

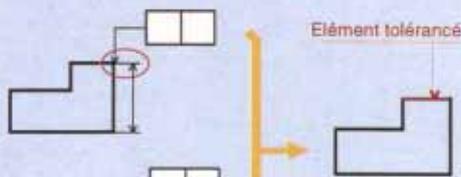


La largeur de la zone de tolérance est dans la direction de la flèche joignant le cadre de tolérance à l'élément tolérancé, sauf si la valeur de tolérance est précédée du signe Φ .

● Et
cc
di
de

Premier mode : tolérancement de l'élément lui-même.

● Et
l'e
ex



La ligne de repère n'est pas alignée avec la ligne de cote.

La tolérance s'applique à l'élément.

● Pi
qu
tol
de

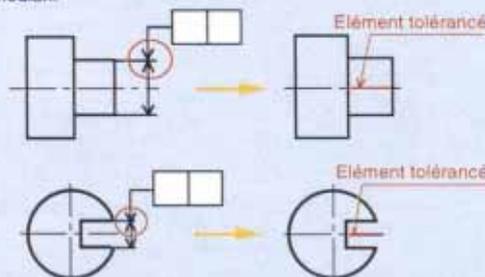
● Et
la

	Notations	Signification
Sans zone commune	Diagram with tolerance frame $\perp 0,1$ and a red 'Déconseillé' (Not recommended) label.	Diagram showing a tolerance zone of 0.1 around a feature.
	Diagram with tolerance frame $\perp 0,1$ and a tolerance frame $\perp 0,1$ pointing to a common zone.	
Avec zone commune	Diagram with tolerance frame $\perp 0,1$ and a tolerance frame $\perp 0,1$ pointing to a common zone.	Diagram showing a tolerance zone of 0.1 around a feature.
	Diagram with tolerance frame $\perp 0,1$ and a tolerance frame $\perp 0,1$ pointing to a common zone, with a red 'Déconseillé' label.	

Tol.
Géo.



Deuxième mode : tolérancement de l'axe ou du plan médian.



La ligne de repère est alignée avec la ligne de cote.

La tolérance s'applique à l'axe ou au plan médian.

SYMBOLE

EXEMPLE

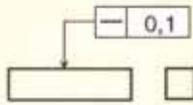
COMMENTAIRE

SIGNIFICATION

ré



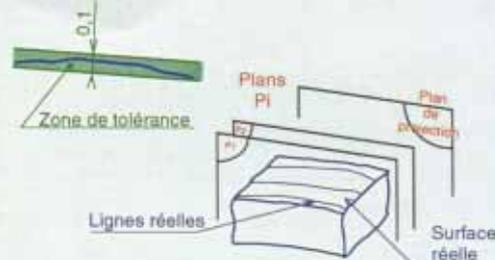
Rectitude



ET : Elément tolérancé
ZT : Zone de tolérance

ET : Toutes les lignes de la surface supérieure, parallèles au plan de projection dans lequel l'indication est donnée.

ZT : Une surface plane limitée par 2 droites parallèles, distantes de 0,1.



● Ri

th

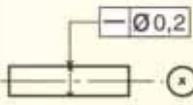
la

● Et

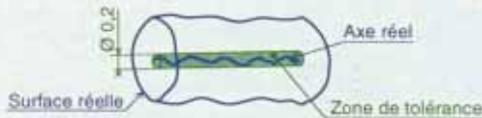
fo

av

la



ET : Une ligne réputée droite.
ZT : Un volume d'un cylindre de 0,2 de diamètre.



● Et

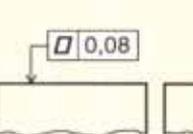
cc

di

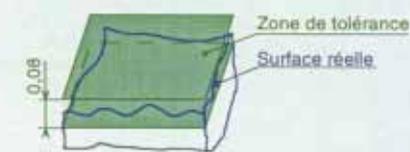
de



Planéité



ET : La surface.
ZT : Un volume limité par deux plans parallèles distants de 0,08.



● Et

l'e

ex

● Pi

qu

tol

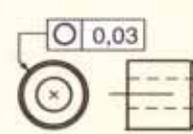
de

● Et

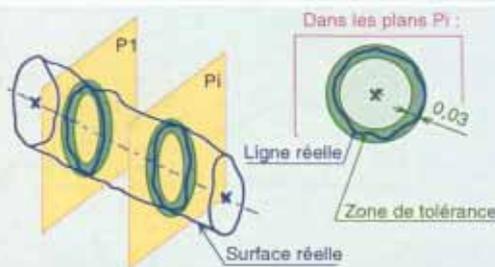
la



Circularité



ET : Toutes les lignes des sections droites du cylindre.
ZT : Une surface limitée par deux cercles concentriques distants de 0,03.

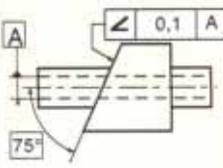
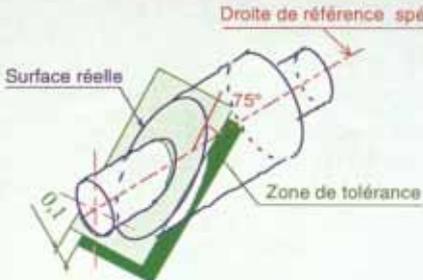
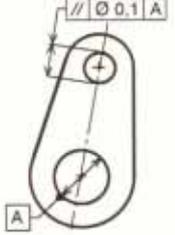
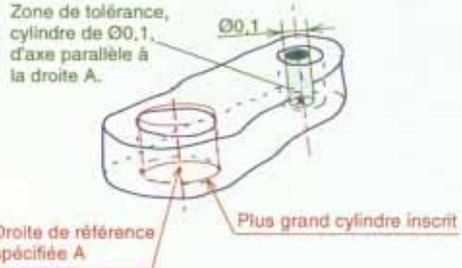
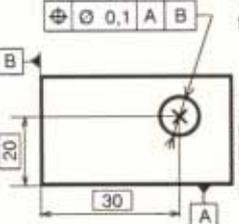
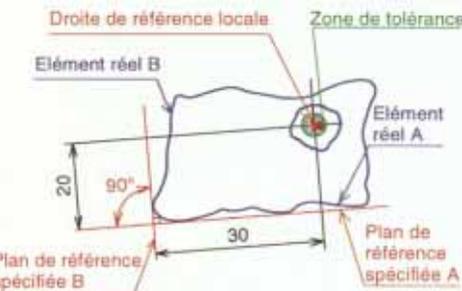


SYMBOLE	EXEMPLE	COMMENTAIRE	SIGNIFICATION
<p>H</p> <p>Cylindricité</p>		<p>ET : Elément tolérancé ZT : Zone de tolérance</p> <p>ET : Le cylindre. ZT : Un volume limité par deux cylindres coaxiaux distants de 0,1.</p>	
<p>⌒</p> <p>Forme de ligne quelconque</p>		<p>ET : Toutes les lignes de la surface parallèles au plan de projection. ZT : Une surface plane comprise entre deux lignes enveloppes des cercles de diamètre 0,04 centrés sur le profil théorique.</p>	
<p>D</p> <p>Forme de surface quelconque</p>		<p>ET : La surface. ZT : Un volume limité par deux surfaces enveloppes des sphères de diamètre 0,02 centrées sur la surface théorique.</p>	

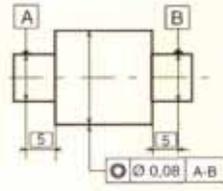
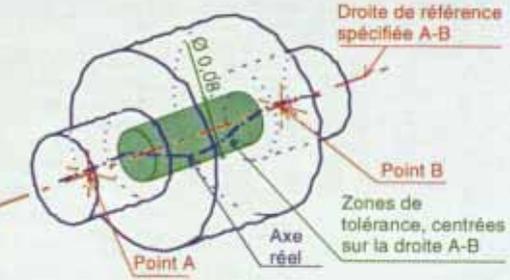
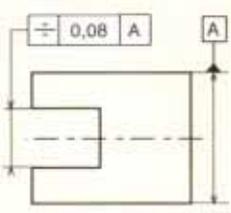
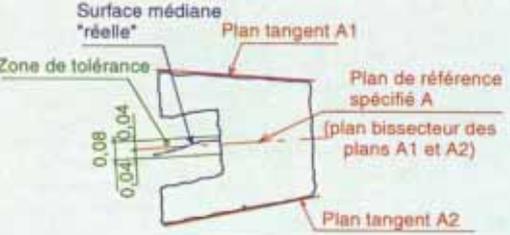
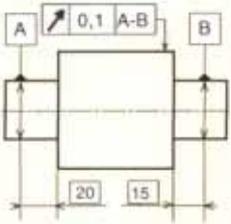
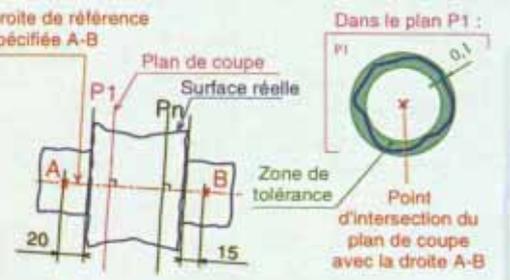
- $\frac{H}{D}$
- $\frac{D}{D}$
- $\frac{\angle}{\parallel}$
- $\frac{\odot}{\parallel}$
- $\frac{\uparrow}{\parallel}$
- $\frac{\uparrow}{\perp}$
- (M)
- (M)
- (L)
- (F)
- (P)

SYMBOLE	EXEMPLE	COMMENTAIRE	SIGNIFICATION
<p>D</p>		<p>ET : Elément tolérancé ZT : Zone de tolérance</p> <p>ET : La surface conique. ZT : Le volume limité par 2 surfaces enveloppes des sphères de Ø0,3 dont les centres parcourent la surface conique théorique en position théorique par rapport au système de références A,B.</p>	
<p>⊥</p> <p>Perpendicularité</p>		<p>ET : La surface. ZT : Le volume limité par deux plans parallèles distants de 0,08, perpendiculaires au plan de référence.</p>	
<p>⊥</p> <p>Perpendicularité</p>		<p>ET : L'axe réel du cylindre. ZT : Le volume limité par un cylindre de diamètre 0,01, d'axe perpendiculaire au plan de référence.</p>	

- $\frac{D}{D}$
- $\frac{\angle}{\parallel}$
- $\frac{\odot}{\parallel}$
- $\frac{\uparrow}{\parallel}$
- $\frac{\uparrow}{\perp}$
- (M)
- (M)
- (L)
- (F)
- (P)

SYMBOLE	EXEMPLE	COMMENTAIRE	SIGNIFICATION
 Inclinaison		ET : Elément tolérancé ZT : Zone de tolérance ET : La surface. ZT : Le volume limité par deux plans parallèles distants de 0,1 orientés par rapport à la droite de référence.	
 Parallélisme		ET : L'axe réel du trou. ZT : Le cylindre de diamètre 0,1, d'axe parallèle à la droite de référence.	
 Localisation		ET : L'axe réel du trou. ZT : Le cylindre de diamètre 0,1, positionné par rapport au système de référence.	

Le symbole  s'utilise pour tolérer un point, une ligne ou un plan. Dans les autres cas, utiliser les symboles   

SYMBOLE	EXEMPLE	COMMENTAIRE	SIGNIFICATION
 Coaxialité Concentricité		ET : Elément tolérancé ZT : Zone de tolérance ET : Une ligne (axe réel du cylindre). ZT : Un volume limité par un cylindre de Ø0,08 centré sur la droite de référence.	
 Symétrie		ET : La surface médiane réelle. ZT : Un volume limité par deux plans parallèles distants de 0,08 positionnés par rapport à la référence spécifiée A.	
 Battement Circulaire Radial		ET : Toutes les lignes réputées circulaires dans les plans perpendiculaires à la droite de référence. ZT : Une surface plane limitée par deux cercles concentriques centrés sur la droite A-B et distants de 0,1.	 <p>La condition s'applique dans chaque plan de coupe</p>

SYMBOLE	EXEMPLE	COMMENTAIRE	SIGNIFICATION
 Battement Circulaire Axial		<p>ET : Elément toléré ZT : Zone de tolérance</p> <p>ET : Chaque ligne d'intersection d'un cylindre parfait et de la surface réelle tolérée.</p> <p>ZT : Pour chaque ligne, une surface cylindrique de hauteur 0,1, centrée sur la droite de référence.</p>	
 Battement Total Radial		<p>ET : La surface.</p> <p>ZT : Un volume limité par deux cylindres coaxiaux distants de 0,1, centrés sur la droite de référence.</p>	
 Battement Total Axial		<p>ET : La surface.</p> <p>ZT : Un volume limité par deux plans parallèles distants de 0,1 et perpendiculaires à la droite de référence.</p>	

EXCEPTION AU PRINCIPE D'INDEPENDANCE	MAXIMUM DE MATIERE (ISO 2692 . 1988)
<p>La condition du maximum de matière implique que l'état virtuel ne soit pas dépassé.</p>	<p>Les exemples illustrent la construction de l'état virtuel et du diagramme de tolérance dynamique.</p> <p>t = défaut géométrique (diamètre du plus petit cylindre perpendiculaire à A et contenant l'axe réel).</p> <p>DII = dimension(s) locale(s) réelle(s).</p> <p>Détermination des limites : $19,9 \leq DII \leq 20$ $t \leq 0,2$</p>
<p>Etat virtuel cylindre parfait $\varnothing 20,2$</p> <p>Référence spécifiée A</p>	<p>D = dimension d'assemblage (diamètre du plus petit cylindre parfait contenant la surface réelle).</p> <p>Détermination des limites : Pièce aux limites de l'état virtuel. $t + D \leq 20,2$</p> <p>Limites dimensionnelles : $19,9 \leq DII \leq 20$</p>
<p>Etat virtuel cylindre parfait $\varnothing 20,2$</p> <p>Référence spécifiée A</p>	<p>Détermination des limites : Pièce aux limites de l'état virtuel. $t + D \leq 20,2$</p> <p>Limites dimensionnelles : $19,9 \leq DII \leq 20,2$</p> <p>Le défaut de perpendicularité est nul quand la pièce est à son maximum de matière.</p>

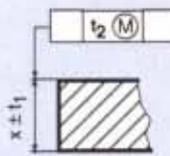
MAXIMUM ET MINIMUM DE MATIERE

(ISO 2692 .1988)

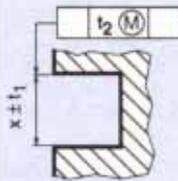
Maxi matière
sur l'élément
tolérancé

(M)

Forme pleine



Forme creuse



Condition : L'état virtuel doit être **extérieur** à la matière.

Dimension au maxi de matière

X_{maxi}

X_{mini}

Dimension de l'état virtuel

$X_{maxi} + t_2$

$X_{mini} - t_2$

Défaut maximum autorisé

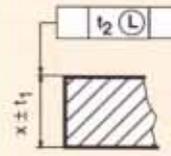
$2 t_1 + t_2$
(lorsque $X = X_{mini}$)

$2 t_1 + t_2$
(lorsque $X = X_{maxi}$)

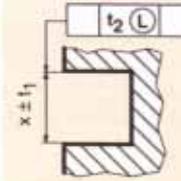
Mini matière
sur l'élément
tolérancé

(L)

Forme pleine



Forme creuse



Condition : L'état virtuel doit être **intérieur** à la matière.

Dimension au mini de matière

X_{mini}

X_{maxi}

Dimension de l'état virtuel

$X_{mini} - t_2$

$X_{maxi} + t_2$

Défaut maximum autorisé

$2 t_1 + t_2$
(lorsque $X = X_{maxi}$)

$2 t_1 + t_2$
(lorsque $X = X_{mini}$)

de L'état virtuel est toujours construit en forme,
• E orientation et position théoriques.
la

Les dimensions locales doivent respecter la
condition : $X_{mini} \leq DL \leq X_{maxi}$.

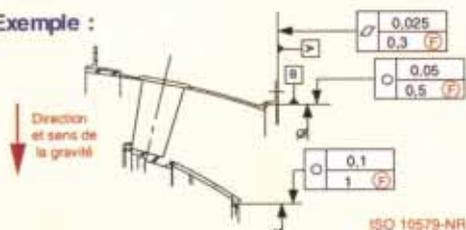
(M)
(L)
(F)
(P)

COTATION DES PIECES NON

RIGIDES (ISO 10579 . 1993)

- **Pièce non rigide** : qui se déforme d'une valeur telle que, à l'état libre, elle puisse être en dehors des tolérances dimensionnelles et/ou géométriques du dessin.

• Exemple :



Condition de contrainte :
La surface A est montée (avec 120 boulons M20 serrés avec un couple de 18 N.m à 20 N.m) et élément repéré B est contraint à la limite maximale du matériau correspondants.

Indications obligatoires sur le dessin :

- la référence à la norme "ISO10579-NR",
- les conditions de mise sous contrainte,
- les variations géométriques admises à l'état libre,
- la description de l'état libre.

• Signification :

Les tolérances géométriques suivies du symbole (F) doivent être assurés à l'état libre.

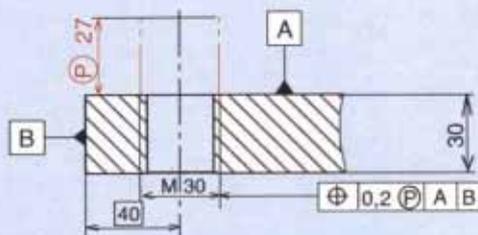
Les autres tolérances géométriques s'appliquent suivant les conditions indiquées dans la note.

ZONE DE TOLERANCE

PROJETEE (ISO 10578 . 1992)

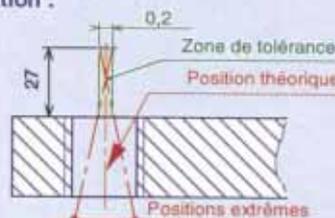
Les conditions fonctionnelles peuvent conduire à tolérancer non pas l'élément réel lui même mais sa projection en dehors de la pièce.

• Indication sur le dessin :



L'élément tolérancé est le **prolongement** de l'élément réel

• Signification :



(F)
(P)