

Cotation

ISO



Tol.
Dim.
(E)

Réf.
Spéc.

Tol.
Géo.



Ex.
(M)

Syn.
(M)

(P)
(F)

- **Zone de tolérance** : c'est une portion d'espace de géométrie parfaite devant contenir l'élément tolérancé et dont les frontières dépendent de la caractéristique tolérancée (forme, orientation, position).
- **Elément 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 exacte (point, droite ou plan) à laquelle se rapporte l'élément tolérancé (ISO 5459).
- **Elément 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).
- **Etat 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).
- **Etat 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).
- **Etat libre** : état d'une pièce soumise uniquement à la force de gravité (ISO 10579).

Chaque exigence
dimensionnelle ou géométrique
spécifiée sur un dessin
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.

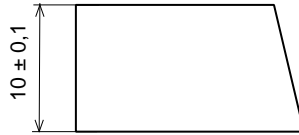
TOLERANCES DIMENSIONNELLES

(ISO 8015 .1985)

Tol.Di.

Ⓔ

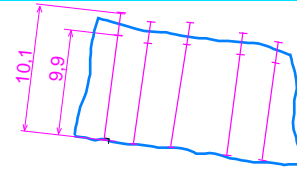
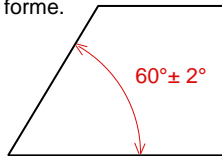
- **Linéaire** : Limite uniquement les dimensions locales réelles d'un élément mais pas ses écarts de forme (mesure entre deux points).



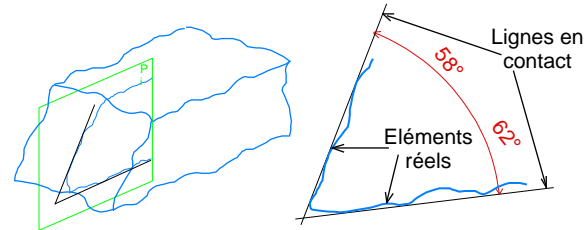
La tolérance dimensionnelle ne peut s'appliquer qu'à des éléments dont la géométrie nominale est :

- un cylindre
- deux plans parallèles en vis à vis

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



La direction de mesure est déduite de la forme théorique (ISO 14 660-1).

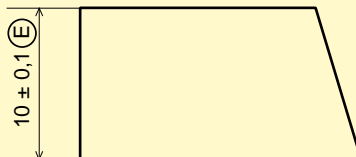


En général, le tolérancement dimensionnel seul n'est pas suffisant pour exprimer des exigences fonctionnelles .

Il devra s'accompagner de spécifications géométriques.

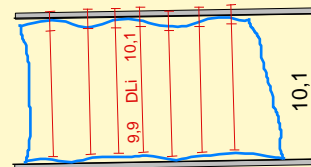
EXCEPTION AU PRINCIPE D'INDEPENDANCE

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.



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

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



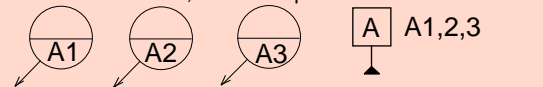
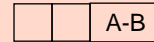
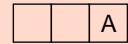
REFERENCES SPECIFIEES

(ISO 5459 .1981)

- **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 →



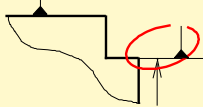
B, référence secondaire, est en position théorique exacte par rapport à A, référence primaire.

Réf.
Spéc.

- **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).

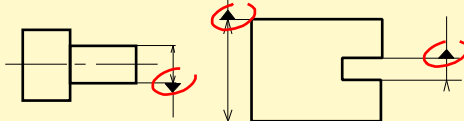
Mode de désignation de l'élément géométrique constituant la référence :

- Désignation d'un **plan** :



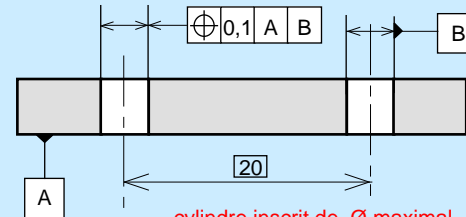
Le triangle identificateur est **séparé** de la ligne de cote.

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

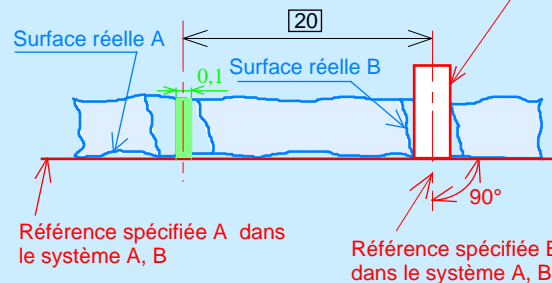


Le triangle identificateur est **dans le prolongement** de la ligne de cote.

Cas d'un système de références spécifiées :



cylindre inscrit de Ø maximal dont l'axe est perpendiculaire au plan de référence spécifié A



Référence spécifiée A dans le système A, B

Référence spécifiée B dans le système A, B

TOLERANCEMENT GEOMETRIQUE

GENERALITES (ISO 1101 . 1983)

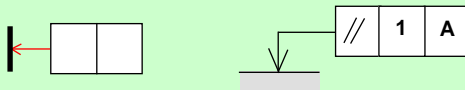
Zone de tolérance : c'est une **portion d'espace de géométrie parfaite, devant contenir l'élément réel** et dont les frontières dépendent de la caractéristique tolérancant :

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

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

Une tolérance géométrique est exprimée sur un dessin par :

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

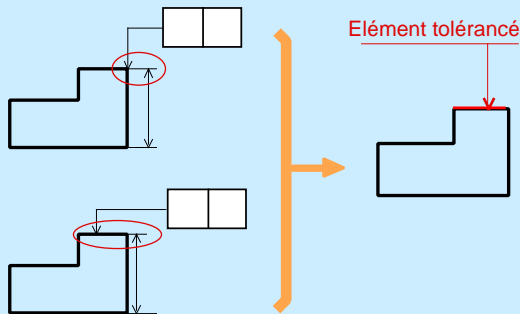


La largeur de la zone de tolérance est dans la direction de la **flèche** joignant le cadre de tolérance à l'élément tolérancé, **sauf si la valeur de tolérance est précédée du signe Ø**.

	Notations	Signification
Sans zone commune		
Avec zone commune		

Tol.
Géo.

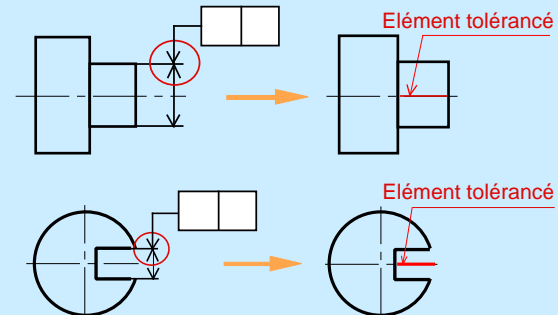
Premier mode : tolérancement de l'élément lui-même.



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

La tolérance s'applique à l'élément.

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

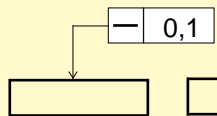
EXEMPLE

COMMENTAIRE

SIGNIFICATION



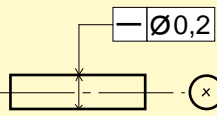
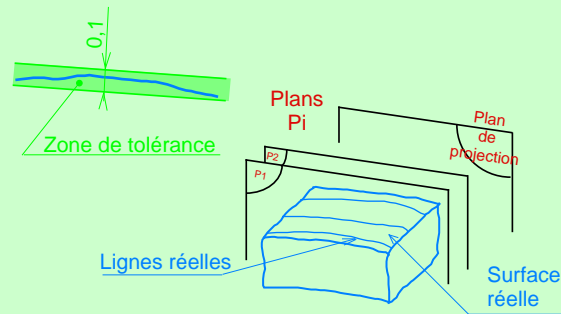
Rectitude



ET : Elément toléré
ZT : Zone de tolérance

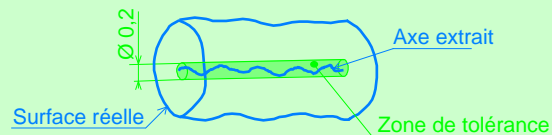
ET : Toutes les lignes de la surface supérieure, parallèles au plan de projection dans lequel l'indication est donnée.

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

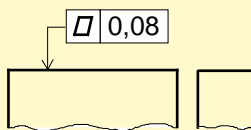


ET : Une ligne réputée droite.

ZT : Un volume d'un cylindre de 0,2 de diamètre.

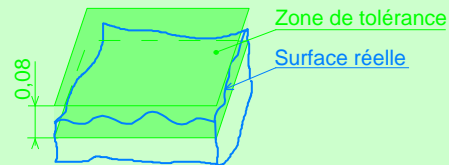


Planéité

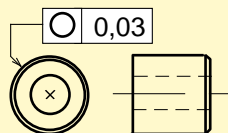


ET : La surface.

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

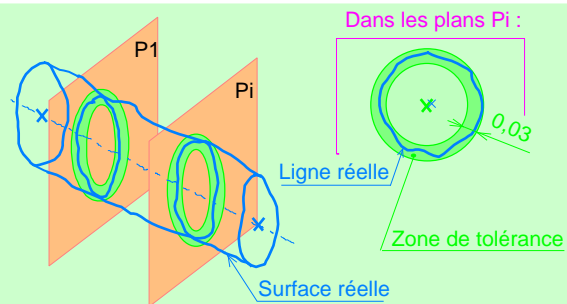


Circularité



ET : Toutes les lignes des sections droites du cylindre.

ZT : Une surface limitée par deux cercles concentriques distants de 0,03.



SYMBÔLE

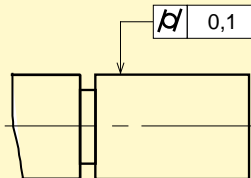
EXEMPLE

COMMENTAIRE

SIGNIFICATION



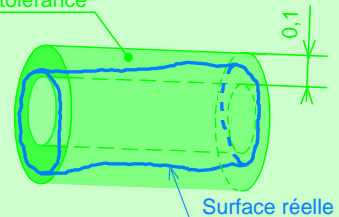
Cylindricité



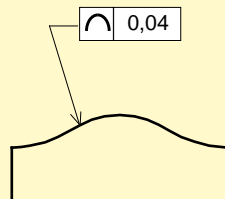
ET : Élément toléré
ZT : Zone de tolérance

ET : Le cylindre.
ZT : Un volume limité par deux cylindres coaxiaux distants de 0,1.

Zone de tolérance



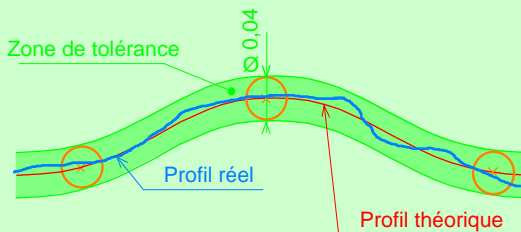
Forme de ligne quelconque



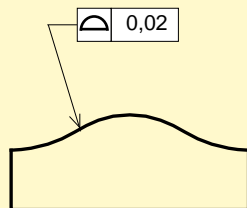
ET : Toutes les lignes de la surface parallèles au plan de projection.

ZT : Une surface plane comprise entre deux lignes enveloppes des cercles de diamètre 0,04 centrés sur le profil théorique.

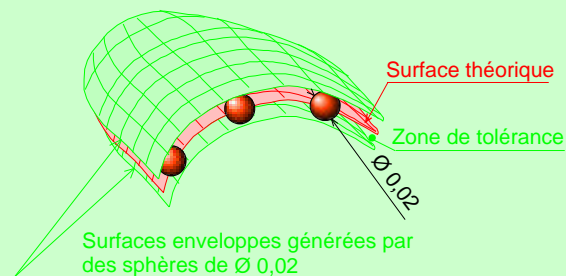
Zone de tolérance



Forme de surface quelconque



ET : La surface.
ZT : Un volume limité par deux surfaces enveloppes des sphères de diamètre 0,02 centrées sur la surface théorique.

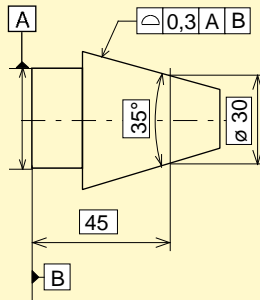


SYMBÔLE

EXEMPLE

COMMENTAIRE

SIGNIFICATION

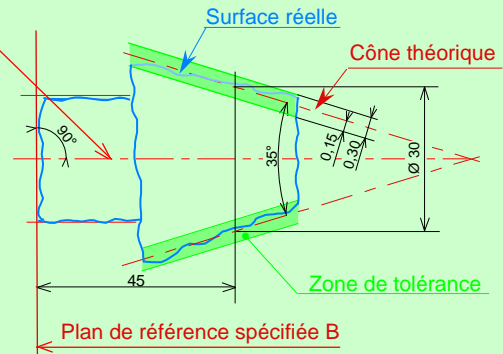


ET : Élément toléré
ZT : Zone de tolérance

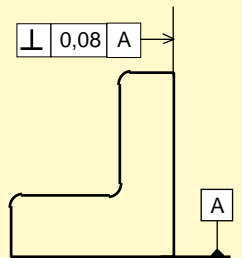
ET : La surface conique.

ZT : Le volume limité par 2 surfaces enveloppes des sphères de $\varnothing 0,3$ dont les centres parcourent la surface conique théorique en position théorique par rapport au système de références A,B.

Droite de référence spécifiée A

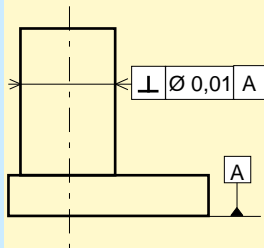
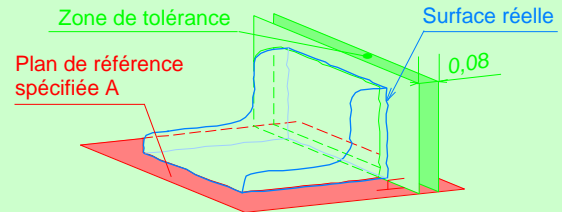


Perpendicularité



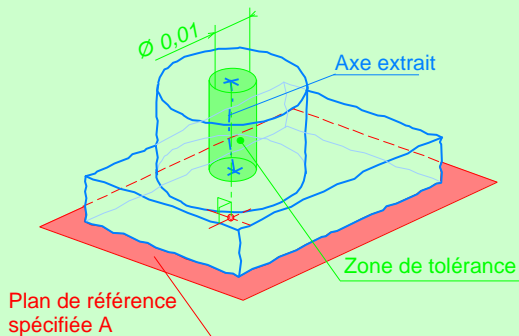
ET : La surface.

ZT : Le volume limité par deux plans parallèles distants de 0,08, perpendiculaires au plan de référence.



ET : L'axe extrait du cylindre.

ZT : Le volume limité par un cylindre de diamètre 0,01, d'axe perpendiculaire au plan de référence.



SYMBOLE

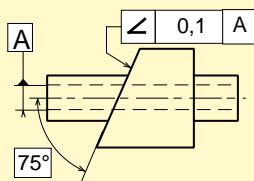
EXEMPLE

COMMENTAIRE

SIGNIFICATION



Inclinaison



ET : Élément toléré
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.

Surface réelle

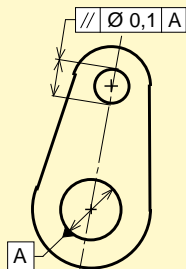
Droite de référence spécifiée A

75°

Zone de tolérance



Parallélisme



ET : L'axe extrait du trou.

ZT : Le cylindre de diamètre 0,1, d'axe parallèle à la droite de référence.

Zone de tolérance, cylindre de Ø0,1, d'axe parallèle à la droite A.

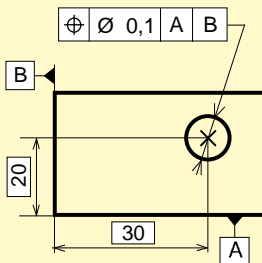
Ø0,1

Droite de référence spécifiée A

Plus grand cylindre inscrit



Localisation



ET : L'axe extrait du trou.

ZT : Le cylindre de diamètre 0,1, positionné par rapport au système de référence

Droite de référence locale

Zone de tolérance

Elément réel B

Elément réel A




20

90°

30

Plan de référence spécifiée B

Plan de référence spécifiée A

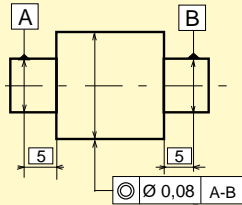
Le symbole  s'utilise pour tolérer un point, une ligne ou un plan. Dans les autres cas, utiliser les symboles  .

SYMBÔLE

EXEMPLE

COMMENTAIRE

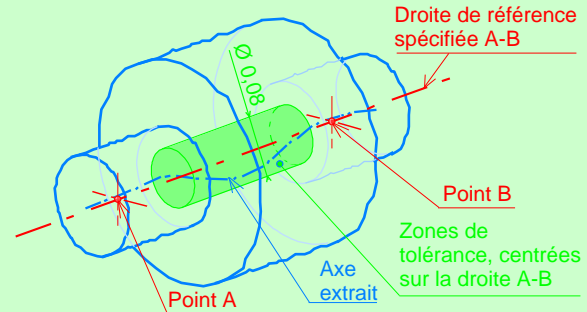
SIGNIFICATION

Coaxialité
Concentricité

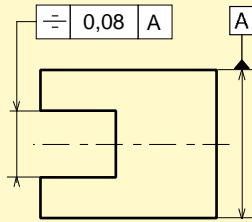
ET : Élément tolérancé
ZT : Zone de tolérance

ET : Une ligne (axe
extrait du cylindre).

ZT : Un volume
limité par un
cylindre de $\varnothing 0,08$
centré sur la droite
de référence.

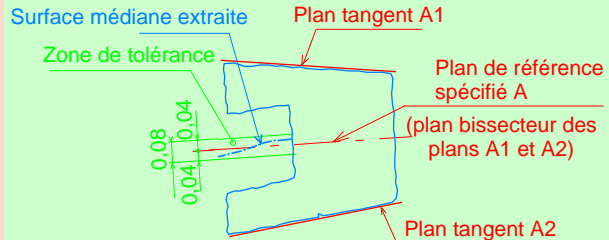
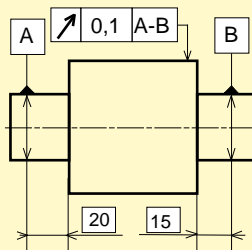


Symétrie



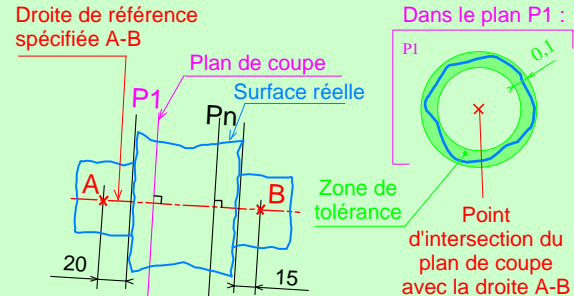
ET : La surface
médiane extraite.

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.



La condition s'applique dans chaque
plan de coupe



SYMBOLE

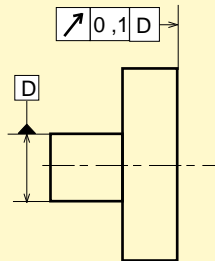
EXEMPLE

COMMENTAIRE

SIGNIFICATION



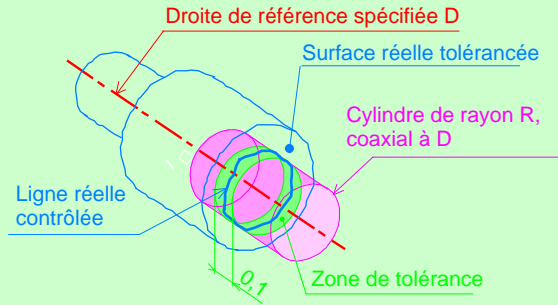
Battement Circulaire
Axial



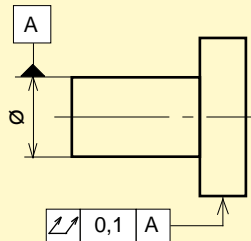
ET : Élément toléré
ZT : Zone de tolérance

ET : Chaque ligne d'intersection d'un cylindre parfait et de la surface réelle tolérancée.

ZT : Pour chaque ligne, une surface cylindrique de hauteur 0,1, centrée sur la droite de référence.

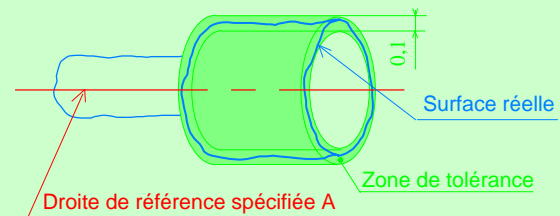


Battement Total
Radial

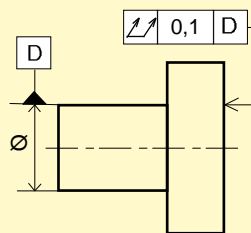


ET : La surface.

ZT : Un volume limité par deux cylindres coaxiaux distants de 0,1, centrés sur la droite de référence.

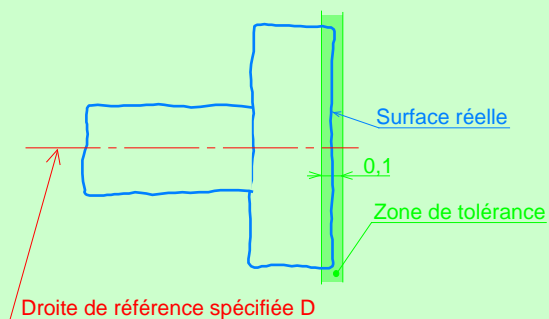


Battement Total
Axial



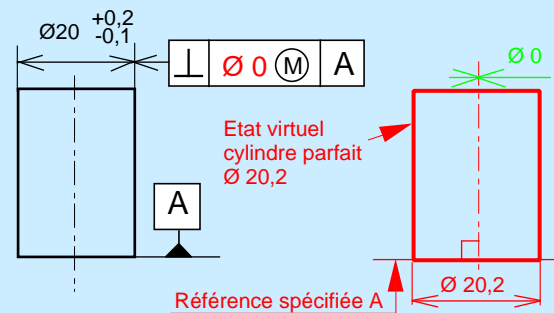
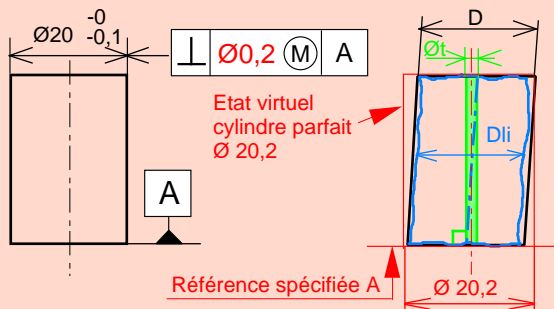
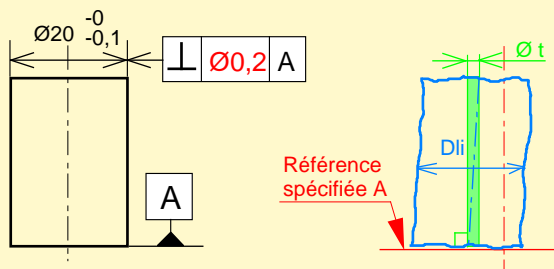
ET : La surface.

ZT : Un volume limité par deux plans parallèles distants de 0,1 et perpendiculaires à la droite de référence.



EXCEPTION AU PRINCIPE D'INDEPENDANCE

La condition du **maximum de matière** implique que l'état virtuel ne soit pas dépassé.



MAXIMUM DE MATIERE (ISO 2692 . 1988)

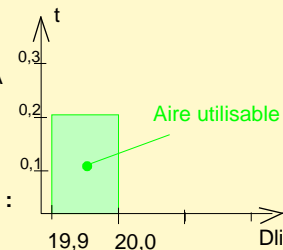
Les exemples illustrent la construction de l'état virtuel et du diagramme de tolérance dynamique.

t = défaut géométrique (diamètre du plus petit cylindre perpendiculaire à A et contenant l'axe extrait).

D_{li} = dimension(s) locale(s) réelle(s).

Détermination des limites :

$19,9 \quad D_{li} \quad 20$
 $t \quad 0,2$



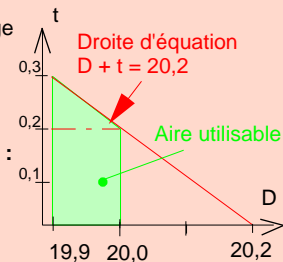
D = dimension d'assemblage (diamètre du plus petit cylindre parfait contenant la surface réelle).

Détermination des limites :

Pièce aux limites de l'état virtuel.

$t + D \quad 20,2$

Limites dimensionnelles :
 $19,9 \quad D_{li} \quad 20$



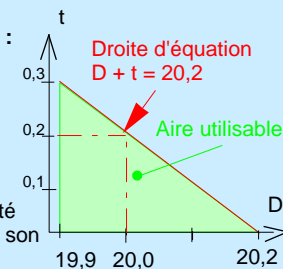
Détermination des limites :

Pièce aux limites de l'état virtuel.

$t + D \quad 20,2$

Limites dimensionnelles :
 $19,9 \quad D_{li} \quad 20,2$

Le défaut de perpendicularité **est nul** quand la pièce est son maximum de matière.

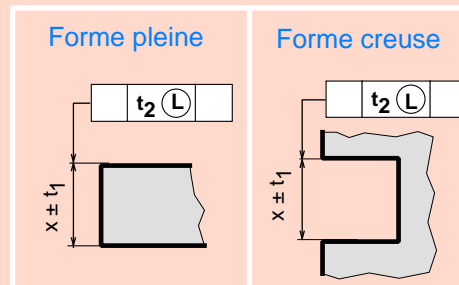
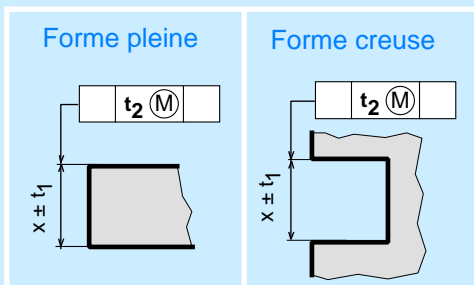


(M)

Maxi matière sur l'élément tolérancé



Mini matière sur l'élément tolérancé



Condition :

L'état virtuel doit être
extérieur à la matière.

L'état virtuel doit être
extérieur à la matière.

Condition :

L'état virtuel doit être
intérieur à la matière.

L'état virtuel doit être
intérieur à la matière.

Dimension
au maxi de
matière

Xmaxi

Xmini

Dimension
au mini de
matière

Xmini

Xmaxi

Dimension
de l'état
virtuel

Xmaxi + t₂

Xmini - t₂

Dimension
de l'état
virtuel

Xmini - t₂

Xmaxi + t₂

Défaut
maximum
autorisé

2 t₁ + t₂
(lorsque
X = Xmini)

2 t₁ + t₂
(lorsque
X = Xmaxi)

Défaut
maximum
autorisé

2 t₁ + t₂
(lorsque
X = Xmaxi)

2 t₁ + t₂
(lorsque
X = Xmini)

L' état virtuel est toujours construit en forme,
orientation et position théoriques.

Les dimensions locales doivent respecter la
condition : **X mini** **DLi** **X maxi**.



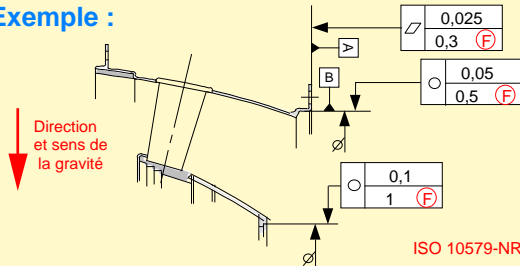
COTATION DES PIECES NON RIGIDES (ISO 10579 . 1993)

- **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.

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.

• 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 l'élément repéré B est contraint à la limite maximale du matériau correspondante.

• Signification :

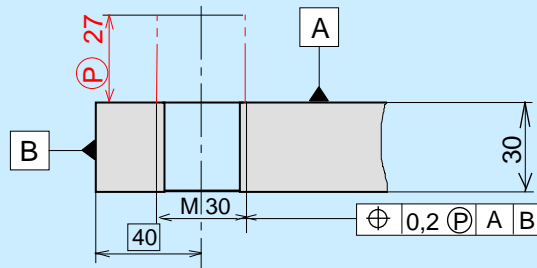
Les tolérances géométriques suivies du symbole **F** doivent être assurés à l'**état libre**.

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 tolérer 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 :

