

# Exigences d'enveloppe de Maximum et de Minimum Matière

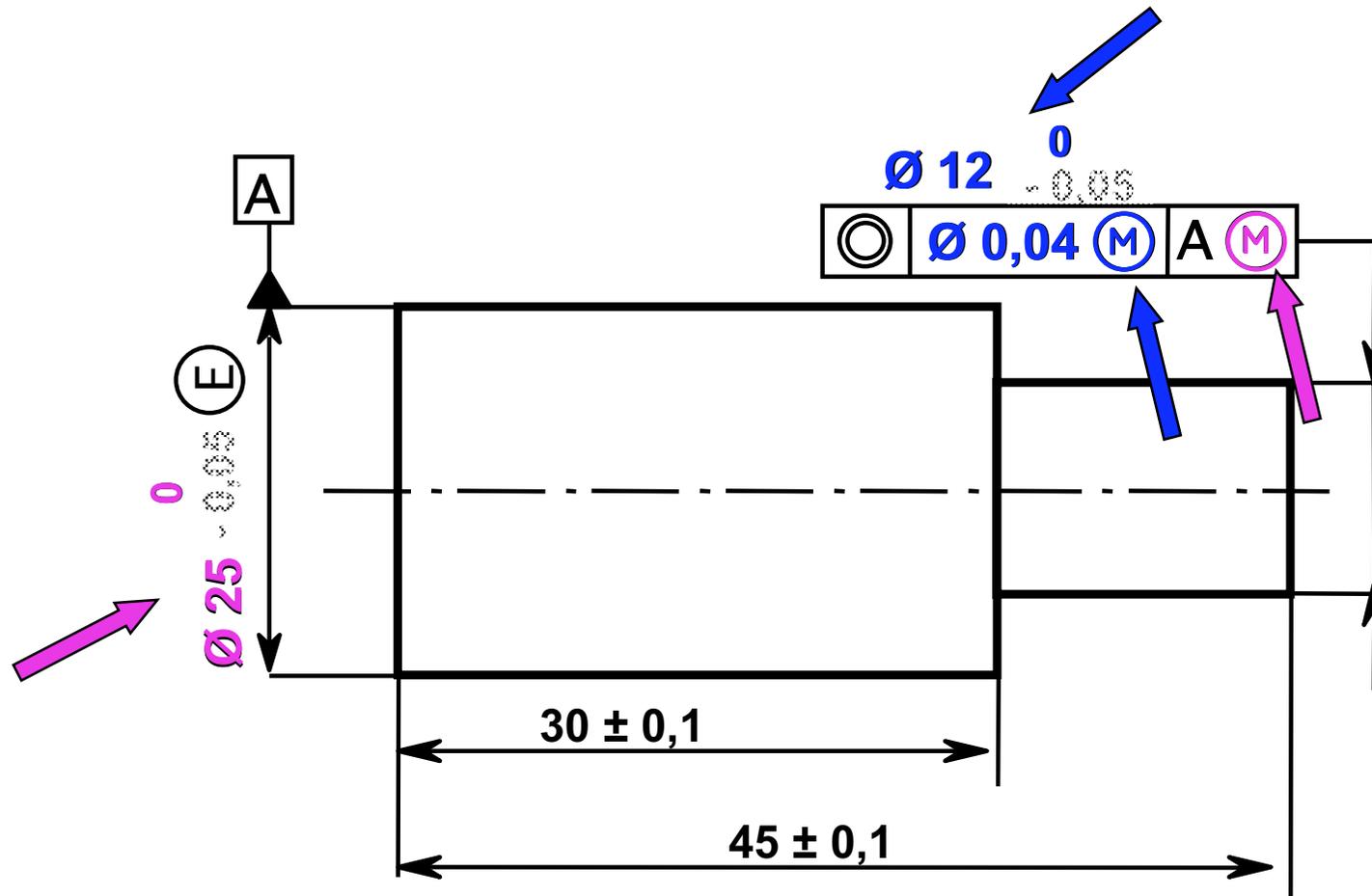
# Indications de « limite virtuelle » à la matière

- l'exigence d'enveloppe (E)  
pour un *élément isolé* : un cylindre ou deux plans parallèles ne doivent pas être dépassés par la matière.
- l'exigence du maximum de matière (M)  
pour plusieurs *éléments*, une collection d'éléments de forme idéale ne doit pas être dépassée par la matière.
- l'exigence du minimum de matière (L)  
pour plusieurs *éléments*, une collection d'éléments de forme idéale doit être entièrement contenue à l'intérieur de la matière .

# Indications d'Interdépendance entre la dimension et la géométrie

- l'exigence d'enveloppe (E)  
permet le libre *assemblage* des l'éléments
- l'exigence du maximum de matière (M)  
*facilite la fabrication sans nuire au libre assemblage des éléments pour lesquelles il y a une interdépendance entre la dimension et la géométrie.*
- l'exigence du minimum de matière (L)  
*facilite la fabrication, convient pour limiter les débattements permet d'assurer des épaisseurs minimales de paroi pour empêcher des ruptures, etc.*

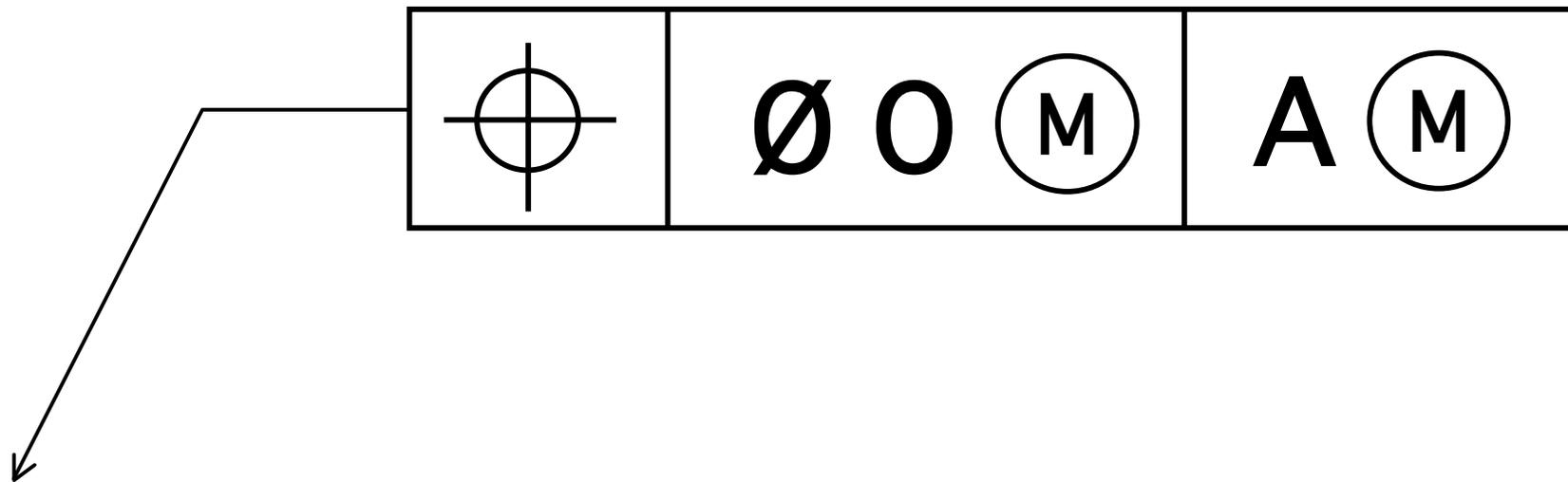
# Indications d'Interdépendance entre la dimension et la géométrie



Les indications particulières de maximum (M) et de minimum matière (L) changent profondément la signification des tolérances géométriques.

# Principe (exigence) du maximum de matière

$\overset{0}{\text{Ø}12 - 0,12}$



# Maximum de Matière

## ■ Généralités

Le principe du maximum de matière est un principe de tolérancement qui implique que l'état virtuel de l '(des) éléments(s) tolérancé(s) et si indiqué, l'état de forme parfaite au maximum de matière pour l '(les) éléments de référence ne soient pas dépassés.

Ce principe s'applique aux axes et aux plans médians et prend en compte la relation mutuelle de la dimension et de la tolérance géométrique concernée.

# Formes géométriques particulières des éléments tolérancés et de référence

- notion d'**état virtuel** pour l'(des) élément(s) tolérancé(s)
- d'**état de forme parfaite au maximum de matière** pour l'(les) élément(s) de référence,

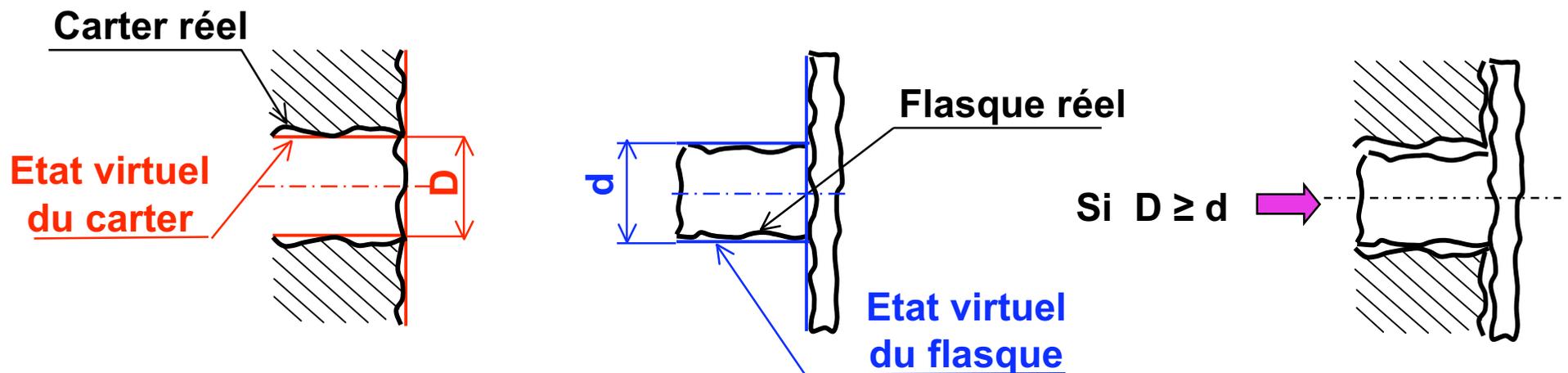
ces deux états ne doivent pas être dépassés par les surfaces « réelles » de la pièce.

# Buts du « principe » de maximum de matière

## ■ 2 buts

- assurer la montabilité statique de deux pièces
  - Fabriquer au moindre coût
- 

## Exemple : montage d'un flasque dans un carter



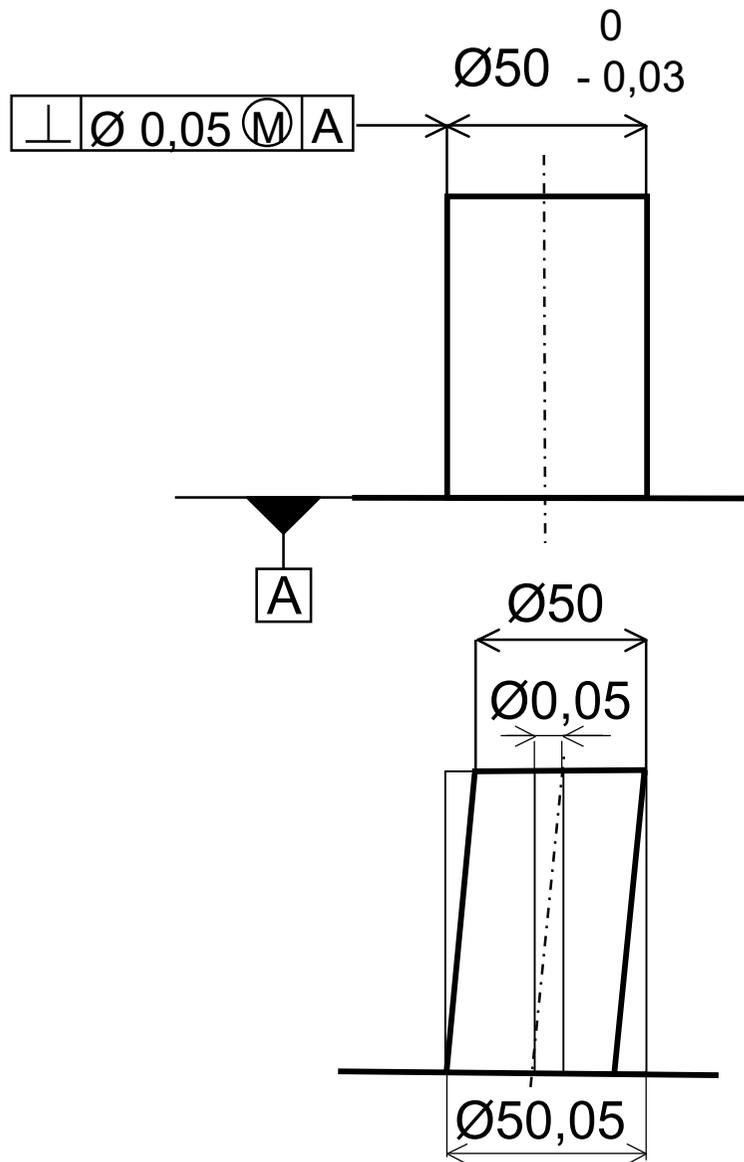
# État virtuel pour l'élément tolérancé

- L'état virtuel pour l'(des) élément(s) tolérancé(s), est défini comme étant *l'état de l'enveloppe limite de forme parfaite permis par les exigences du dessin pour l'élément.*

*Il est généré par l'effet collectif de la dimension au maximum de matière et des tolérances géométriques*

# Etat au maximum matière

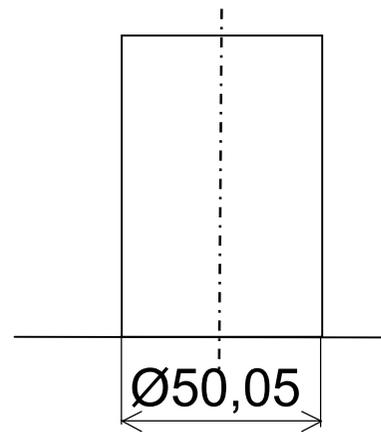
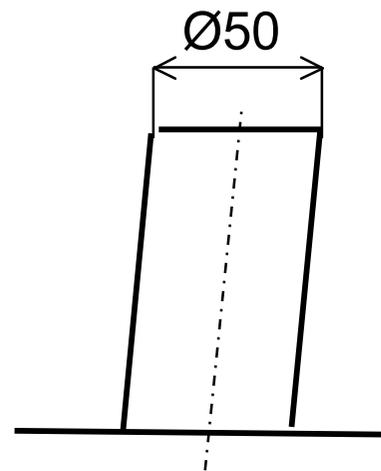
## Etat virtuel au maximum matière



**Dimension** au maximum de matière

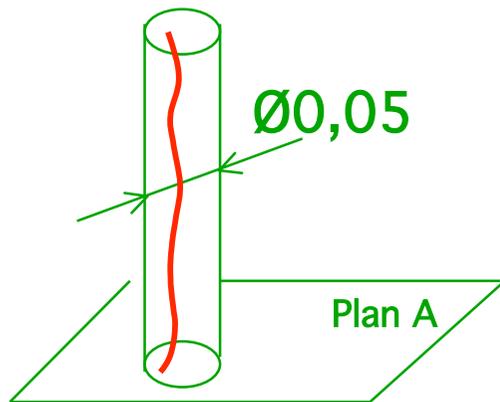
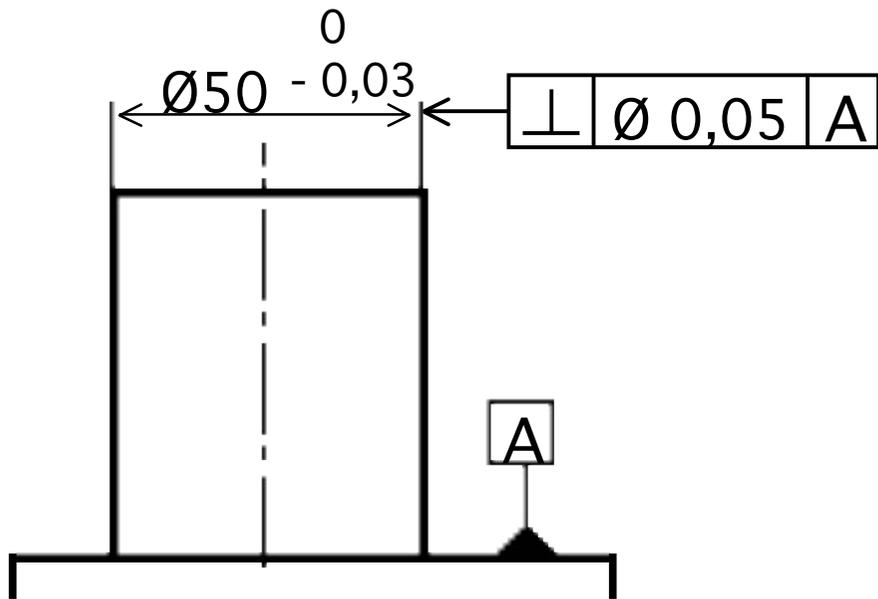
**Etat** au maximum de matière

**Etat virtuel** au maximum de matière

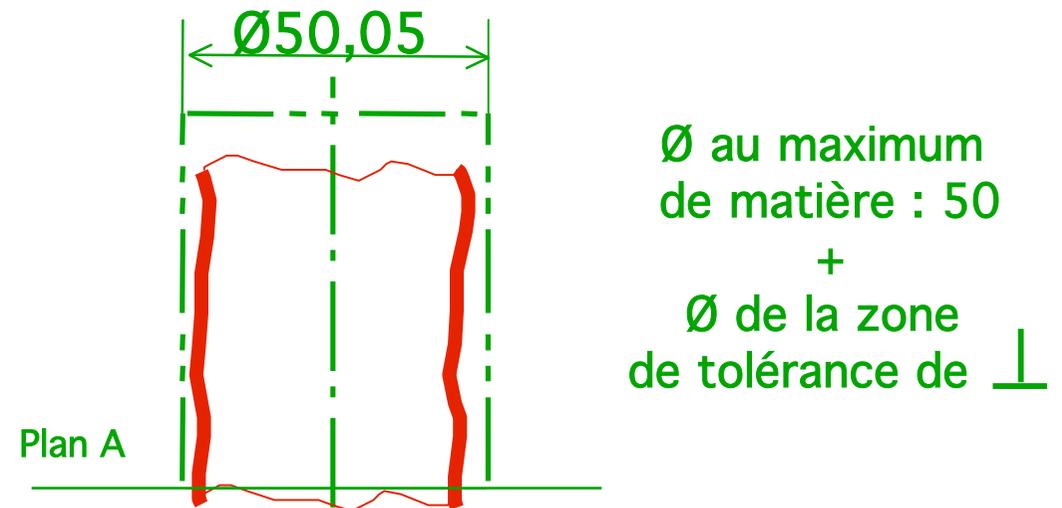
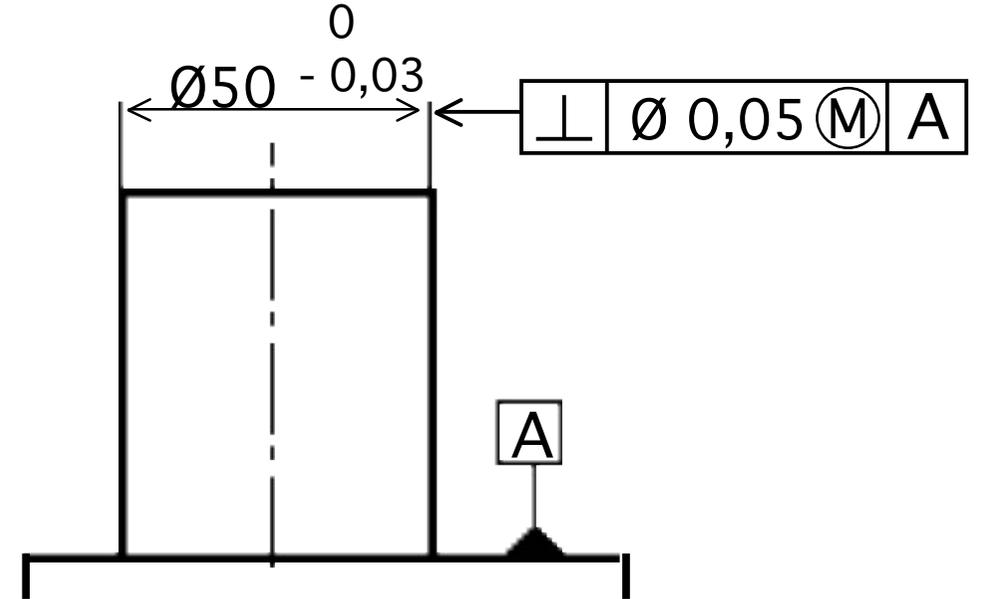


# Élément tolérancé

## Etat virtuel de l'élément tolérancé



**Axe réel du cylindre**  
**Zone de tolérance**

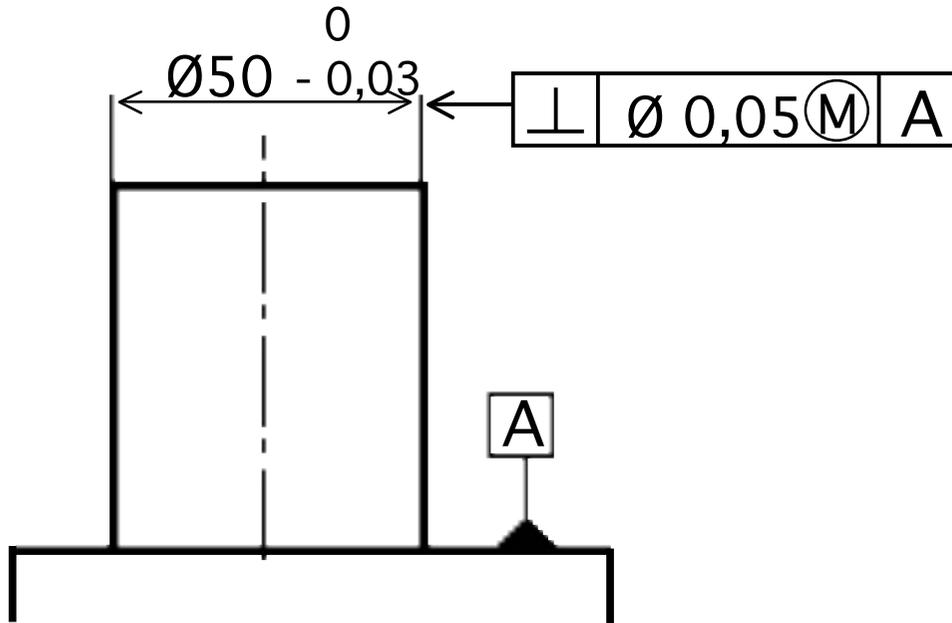


$\text{Ø}$  au maximum  
de matière : 50  
+  
 $\text{Ø}$  de la zone  
de tolérance de  $\perp$

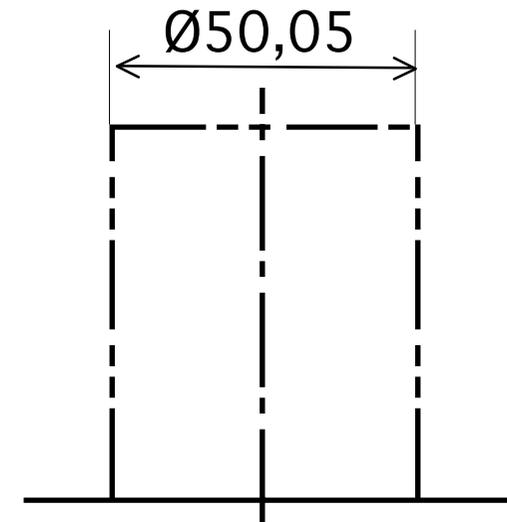
**Surface réputée cylindrique**  
**État virtuel de l'élément tolérancé**

# Calibre fonctionnel

Indications du dessin



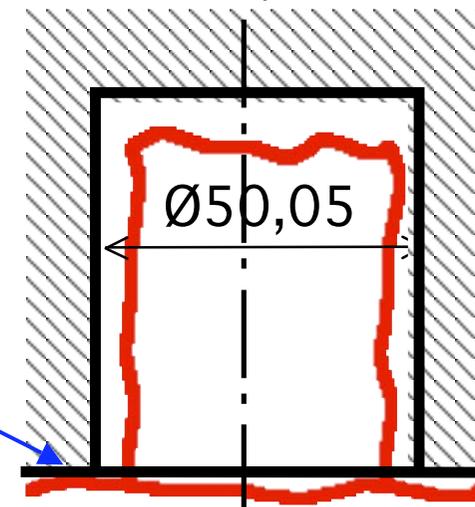
État virtuel de l'élément tolérancé



Référence spécifiée simple :

plan tangent extérieur matière  
minimisant l'écart maxi à  
l'élément de référence

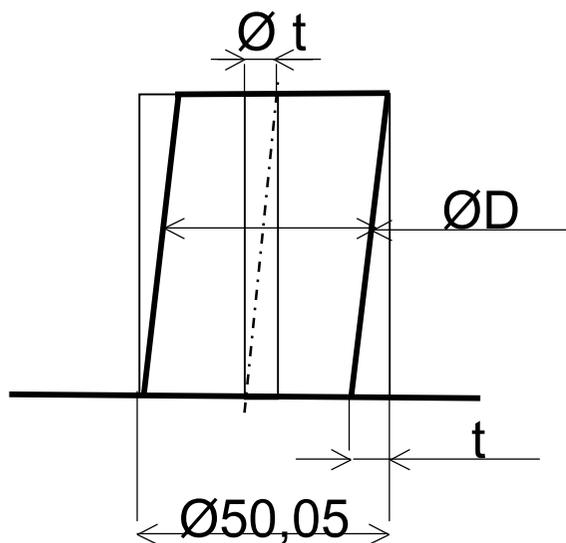
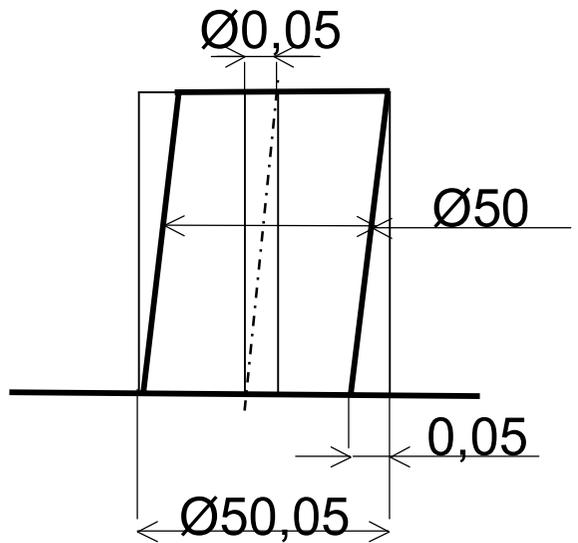
Calibre fonctionnel



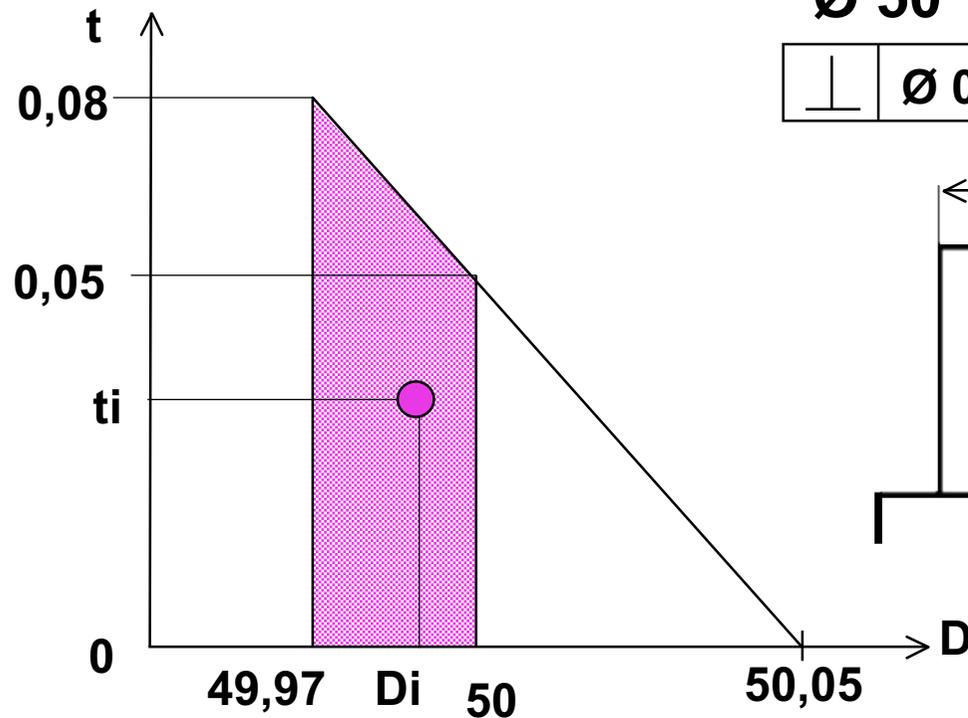
# Défaut de perpendicularité admissible

## Diagramme de tolérance dynamique

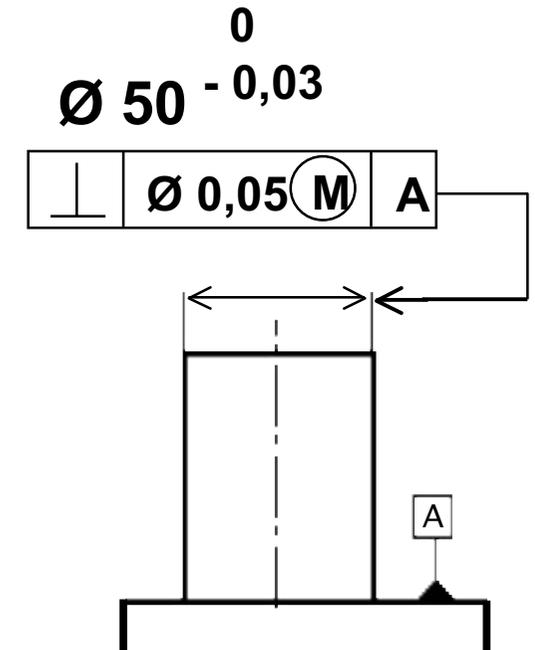
Cas limite  $D + t = 50,05$



écart de perpendicularité

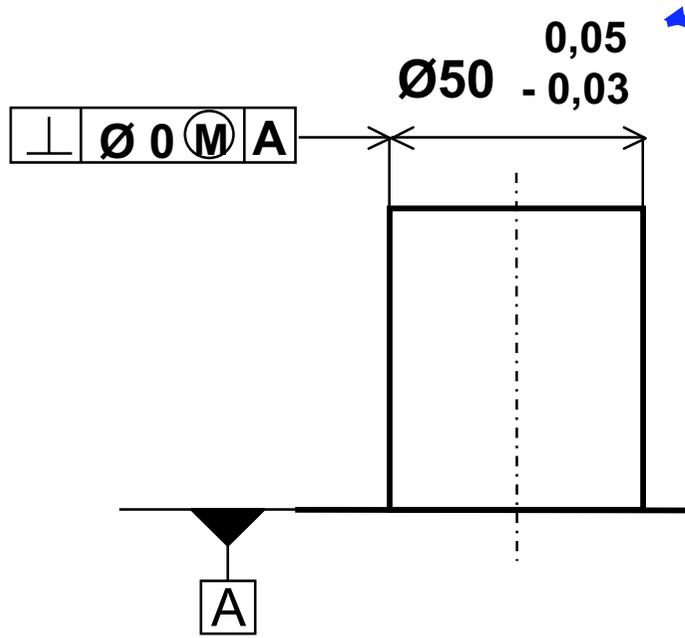


diamètre de l'élément de forme parfaite

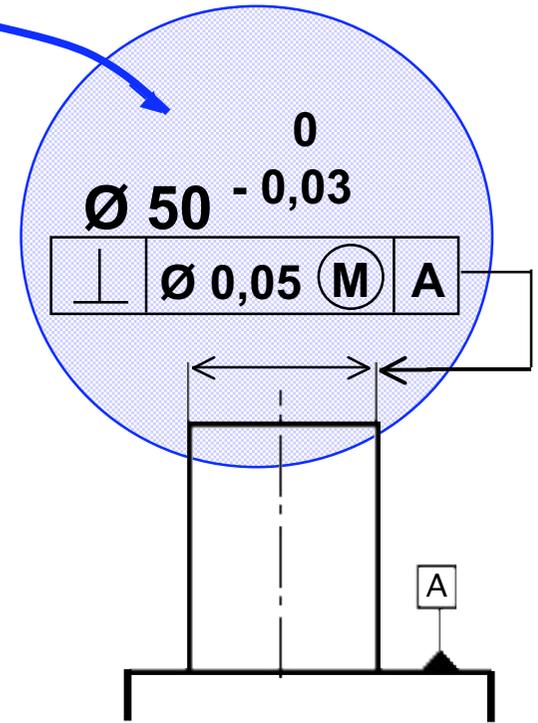


# Intérêt d'une tolérance géométrique nulle

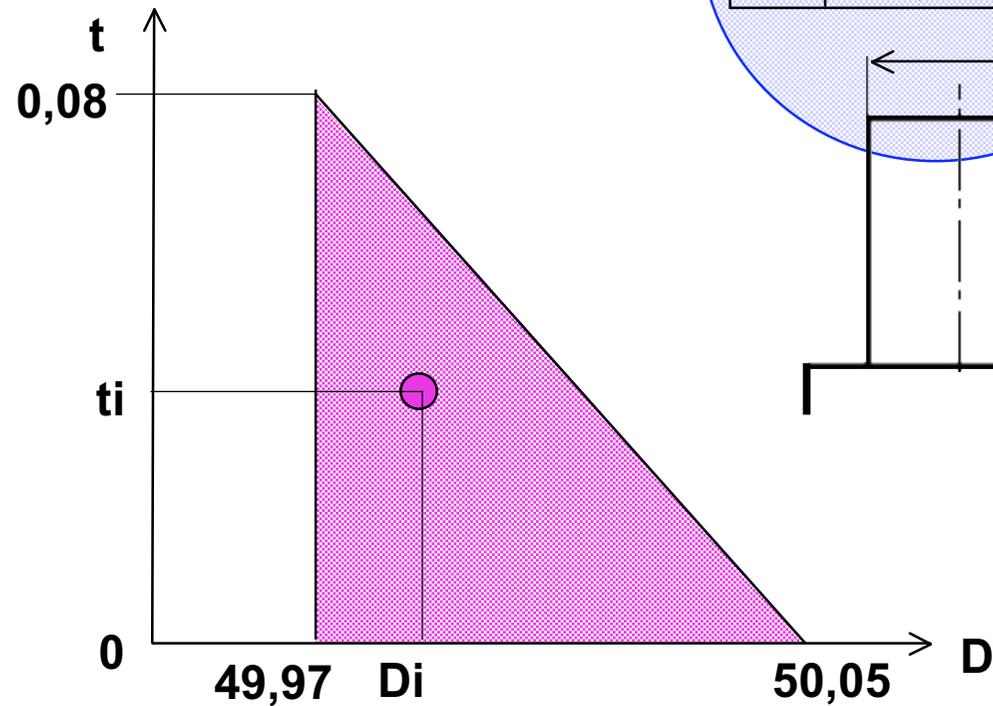
- Même état virtuel au maximum de matière



État virtuel au maximum de matière : Ø 50,05



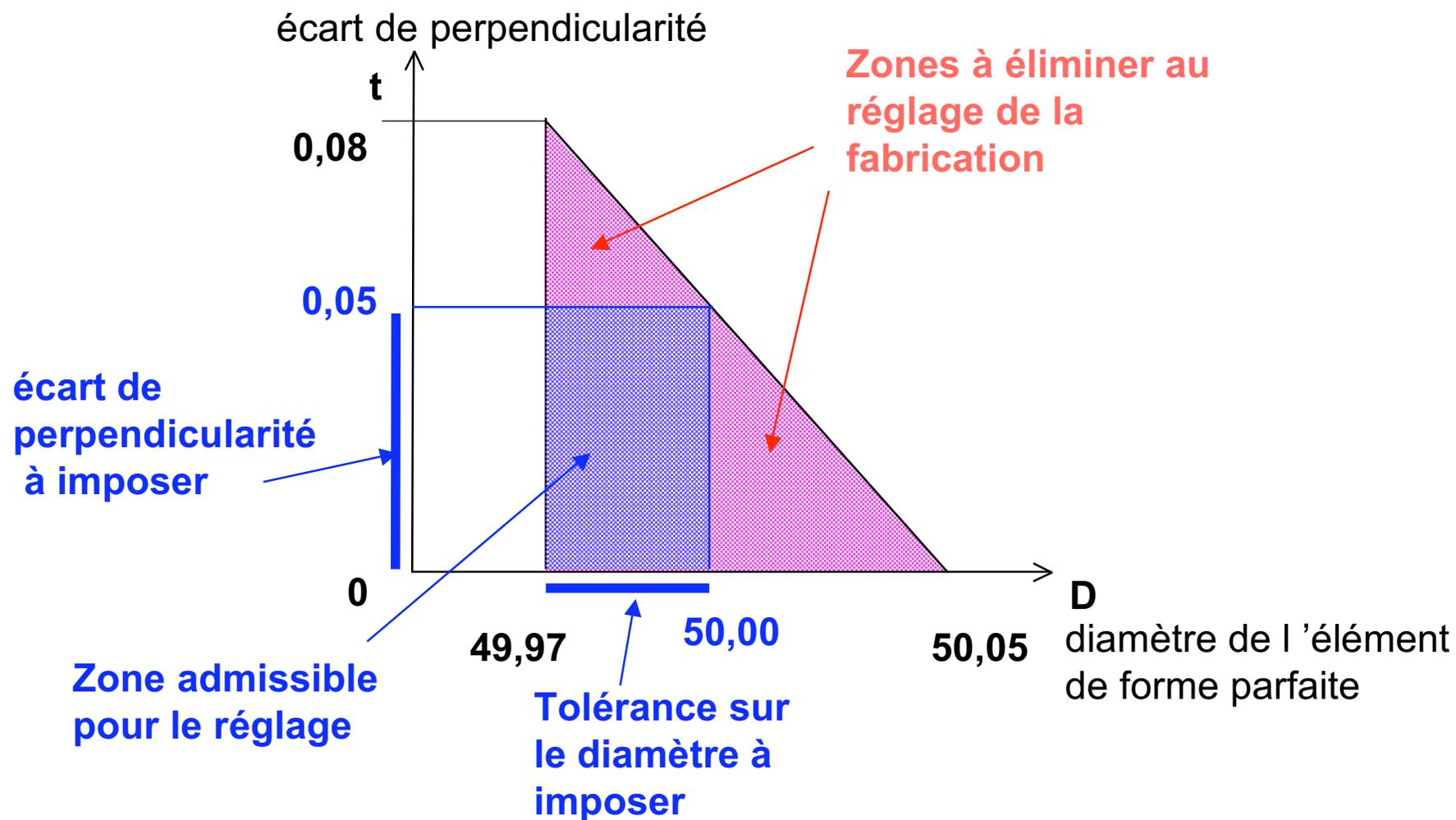
écart de perpendicularité



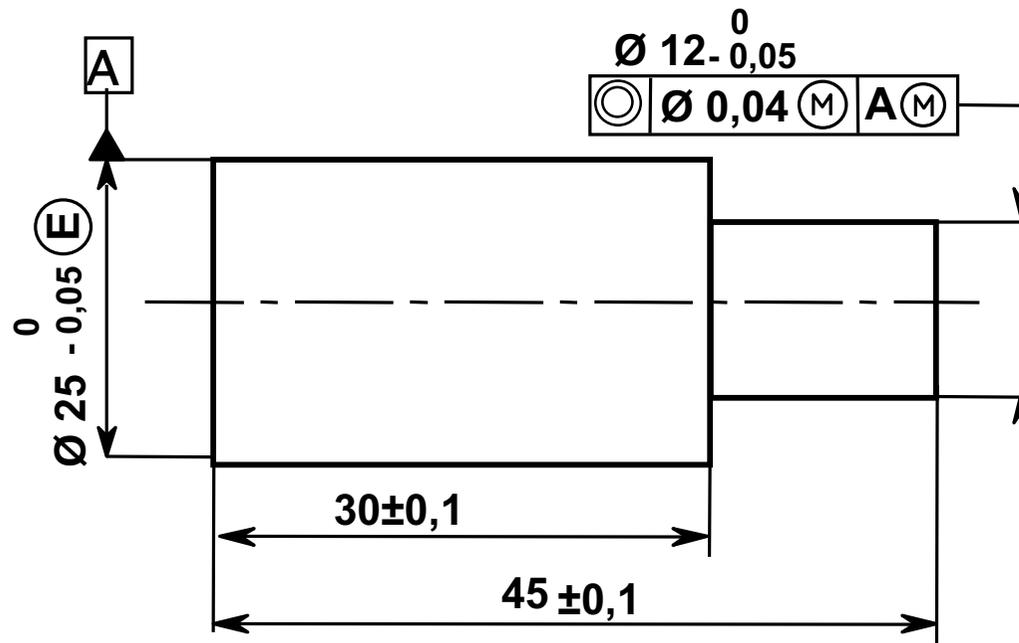
diamètre de l'élément de forme parfaite

Il est toujours préférable d'employer une tolérance géométrique nulle pour traduire une condition d'assemblage

# Écart admissible en fabrication



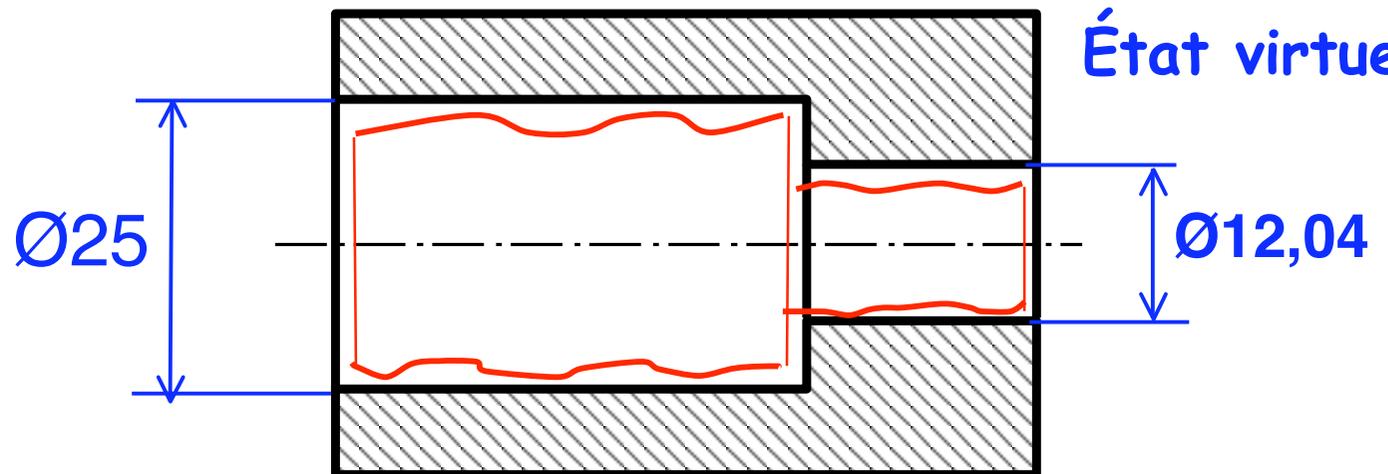
# Élément de référence : état au maximum de matière



Calibre fonctionnel

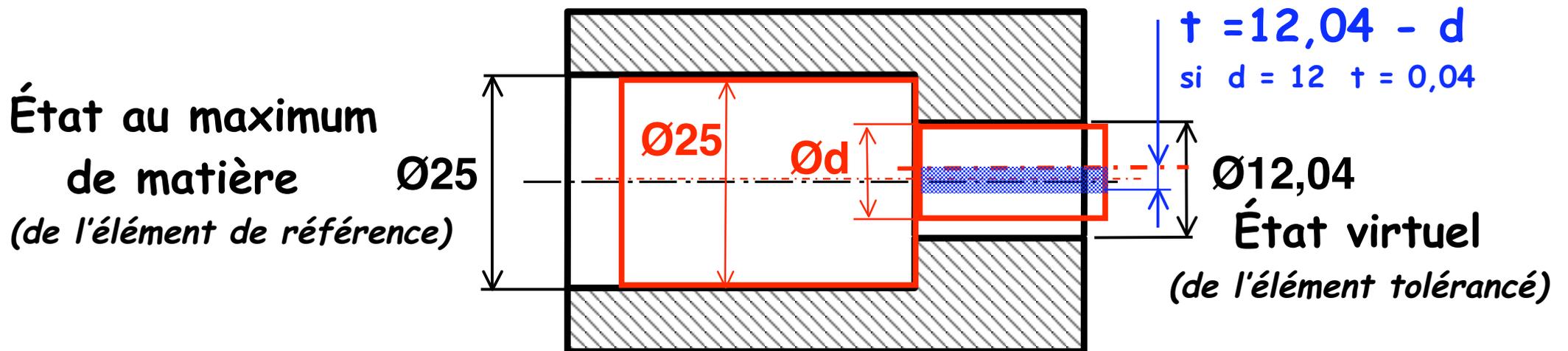
État virtuel

État au maximum  
de matière

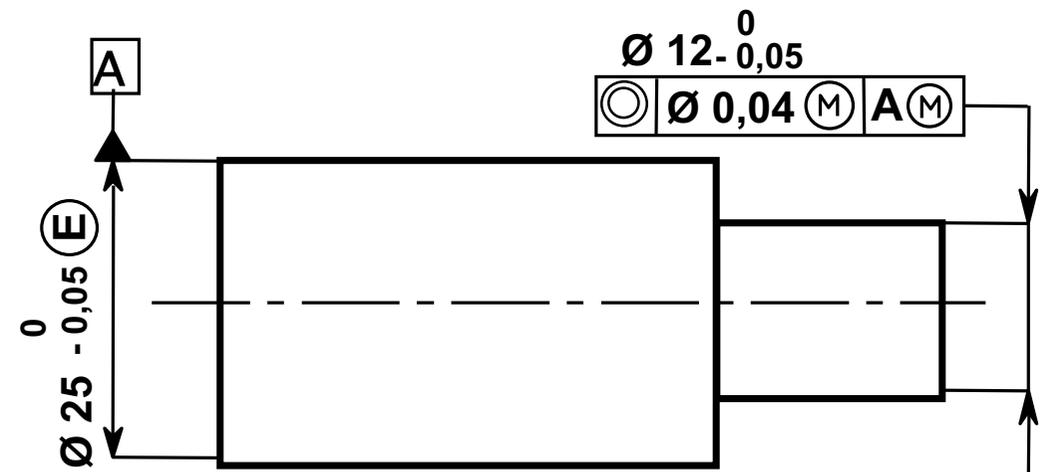


# Relation entre défaut de coaxialité et dimensions

- Cas 1 : Si la surface de référence est dans son état au maximum de matière . L'axe de la référence est unique

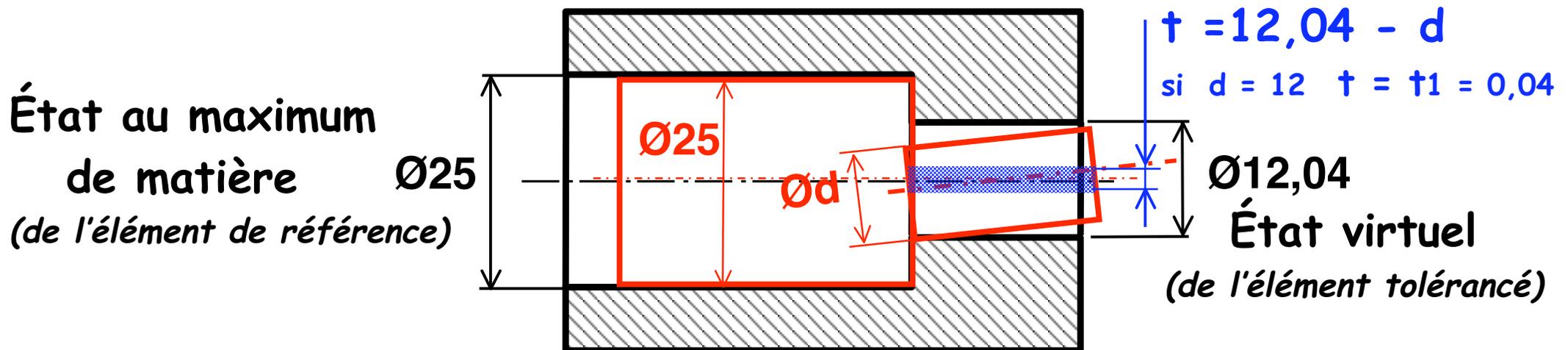


Dans la spécification de coaxialité la tolérance  $\varnothing 0,04$  a été calculée lorsque les surfaces tolérancée et de référence sont au maximum de matière

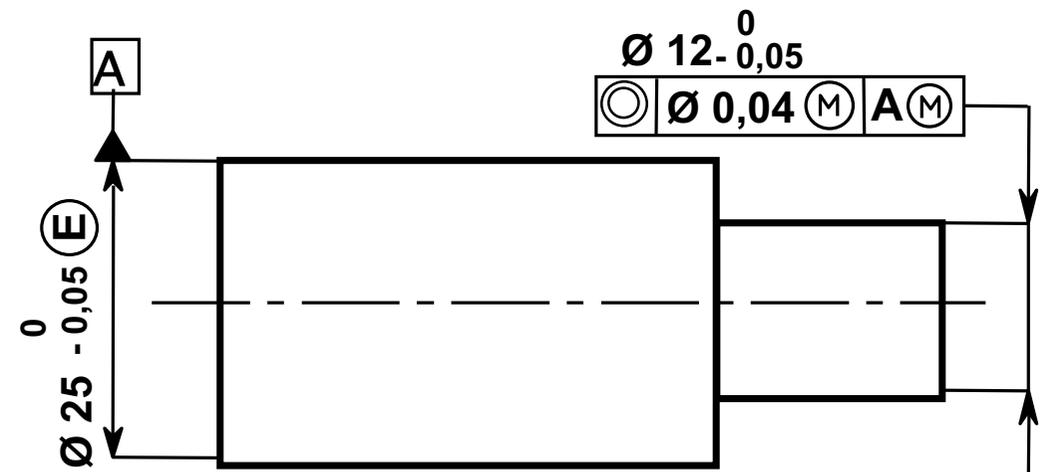


# Relation entre défaut de coaxialité et dimensions

- Cas 1 : Si la surface de référence est dans son état au maximum de matière . L'axe de la référence est unique

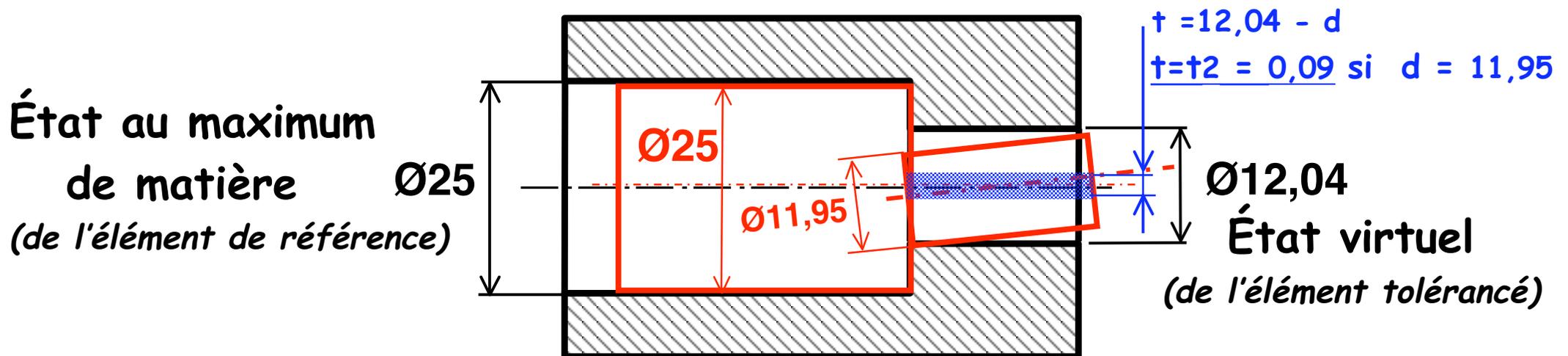


Dans la spécification de coaxialité la tolérance  $\text{Ø} 0,04$  a été calculée lorsque les surfaces tolérancée et de référence sont au maximum de matière



# Relation entre défaut de coaxialité et dimensions

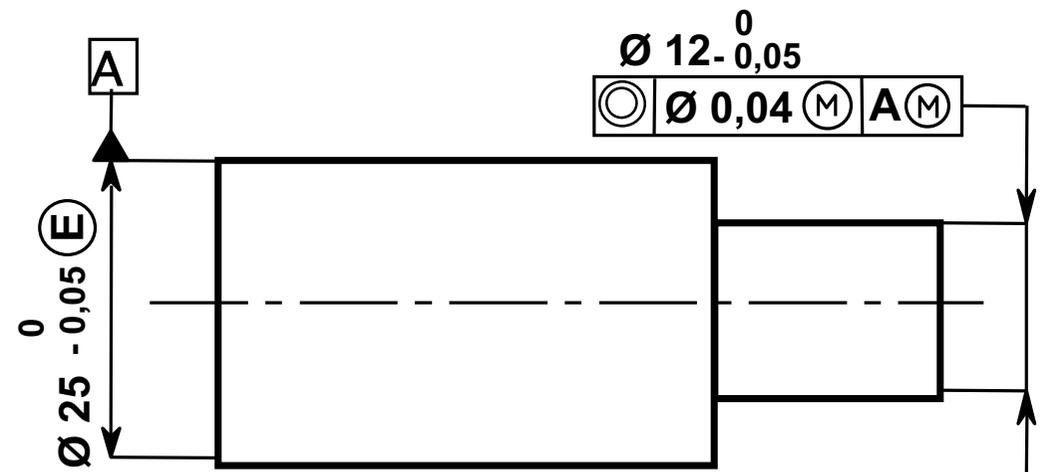
- Cas 1 : Si la surface de référence est dans son état au maximum de matière . L'axe de la référence est unique



La tolérance de coaxialité  $t$  est maximale quand le diamètre  $d$  est minimal.

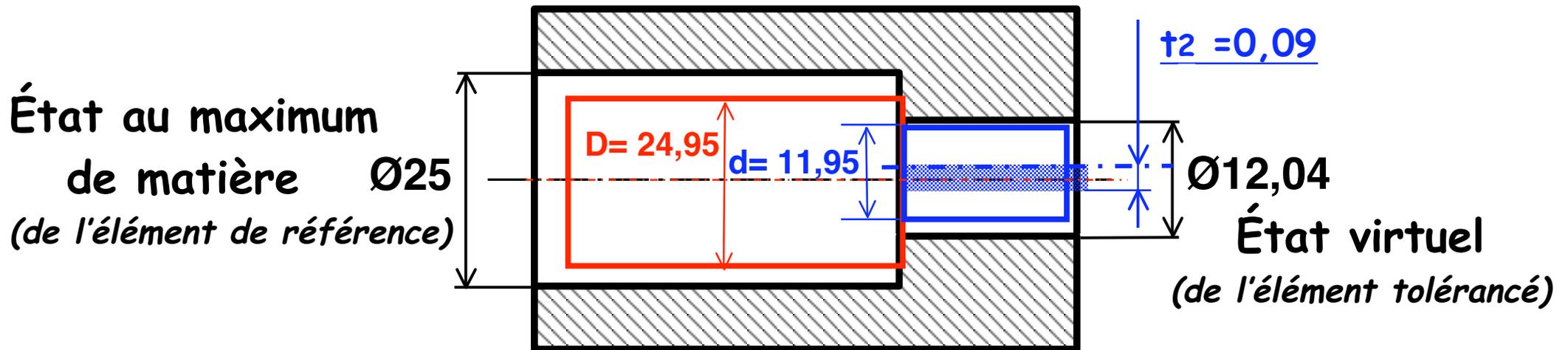
$$d = \varnothing 11,95 \quad t = 12,04 - 11,95$$

$$t = 0,09$$

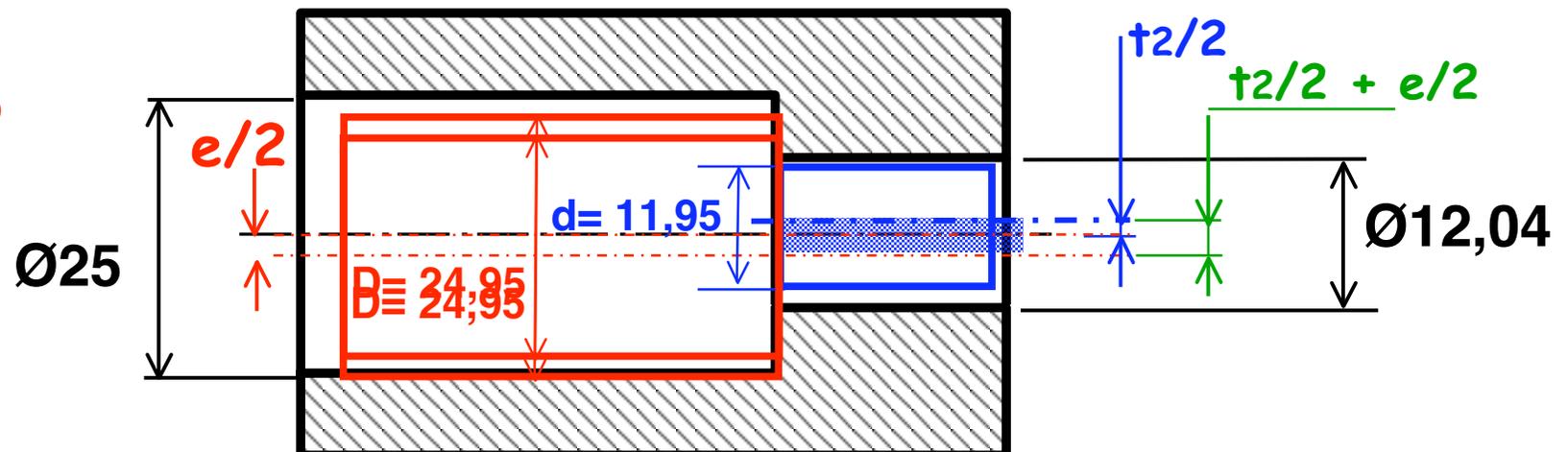


# Relation entre défaut de coaxialité et dimensions

- Cas 2 : La surface de référence est plus petite que son état au maximum de matière . L 'axe de la référence peut flotter



$$e = 25 - 24,95$$
$$e = 0,05$$



Si les axes restent parallèles la tolérance de coaxialité maximale est  $t_2 + e = 0,14$

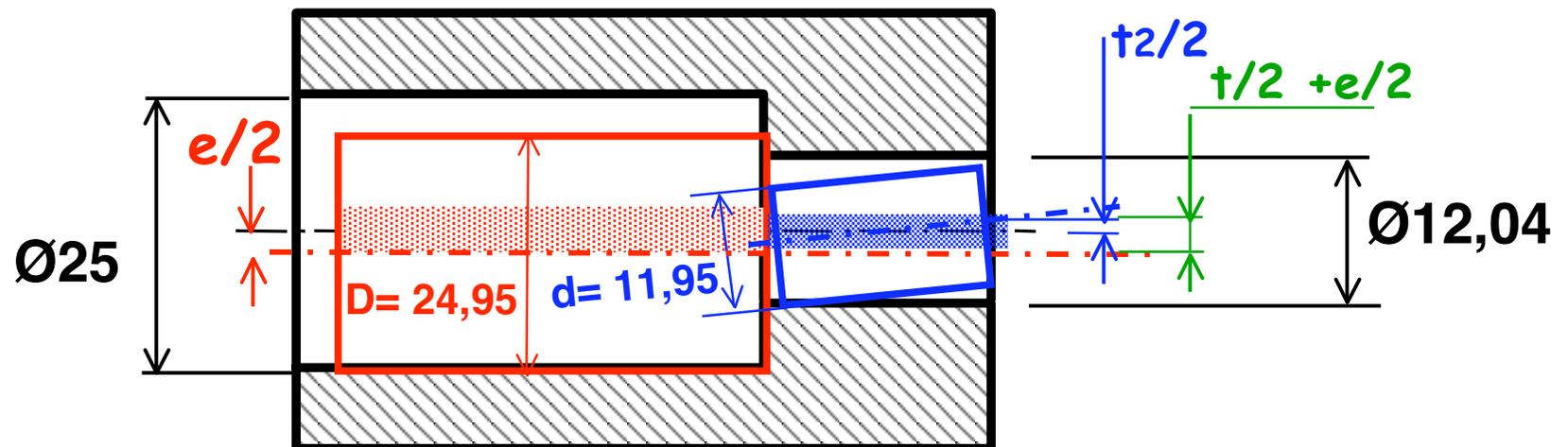
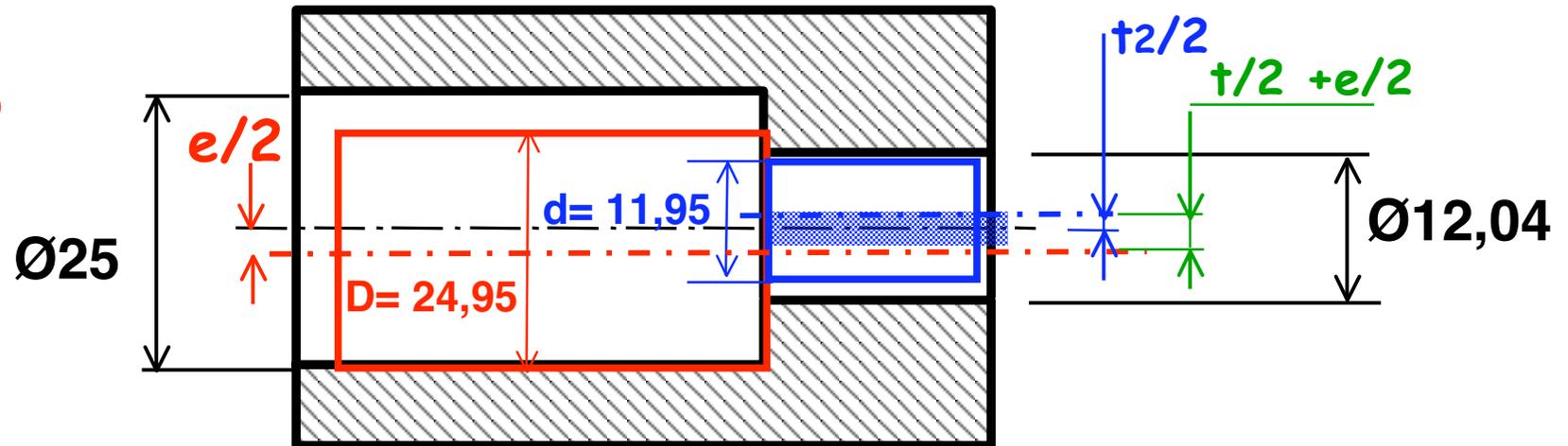
# Relation entre défaut de coaxialité et dimensions

- Cas 2 : La surface de référence est plus petite que son état au maximum de matière . L 'axe de la référence peut flotter

$$e = 25 - 24,95$$

$$e = 0,05$$

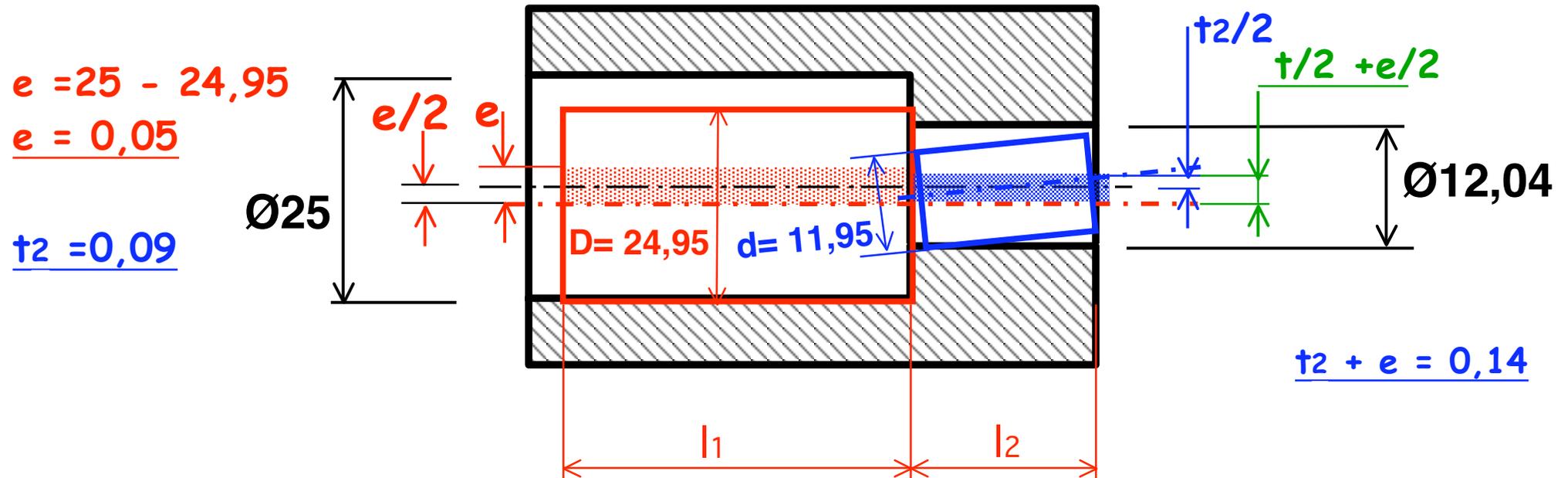
$$t_2 = 0,09$$



Si l 'axe de référence reste parallèle la tolérance de coaxialité maximale est  $t_2 + e = 0,14$

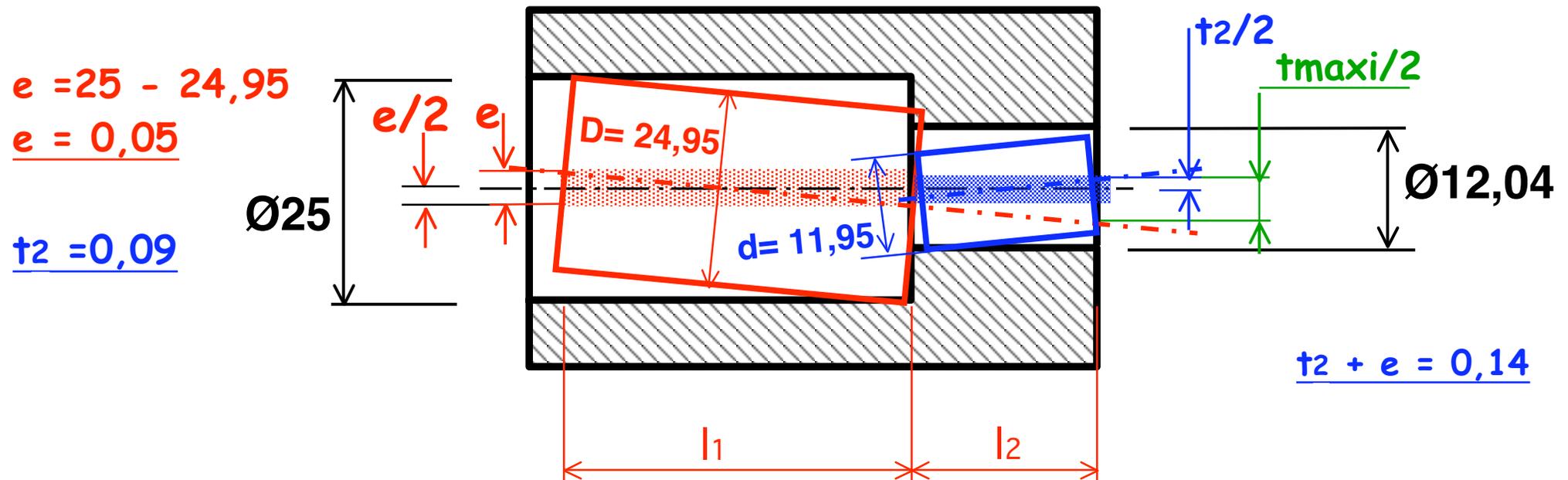
# Relation entre défaut de coaxialité et dimensions

- Cas 2 : La surface de référence est plus petite que son état au maximum de matière . L 'axe de la référence peut flotter



# Relation entre défaut de coaxialité et dimensions

- Cas 2 : La surface de référence est plus petite que son état au maximum de matière . L 'axe de la référence peut flotter



Si les axes ne sont pas parallèles la tolérance de coaxialité maximale est :

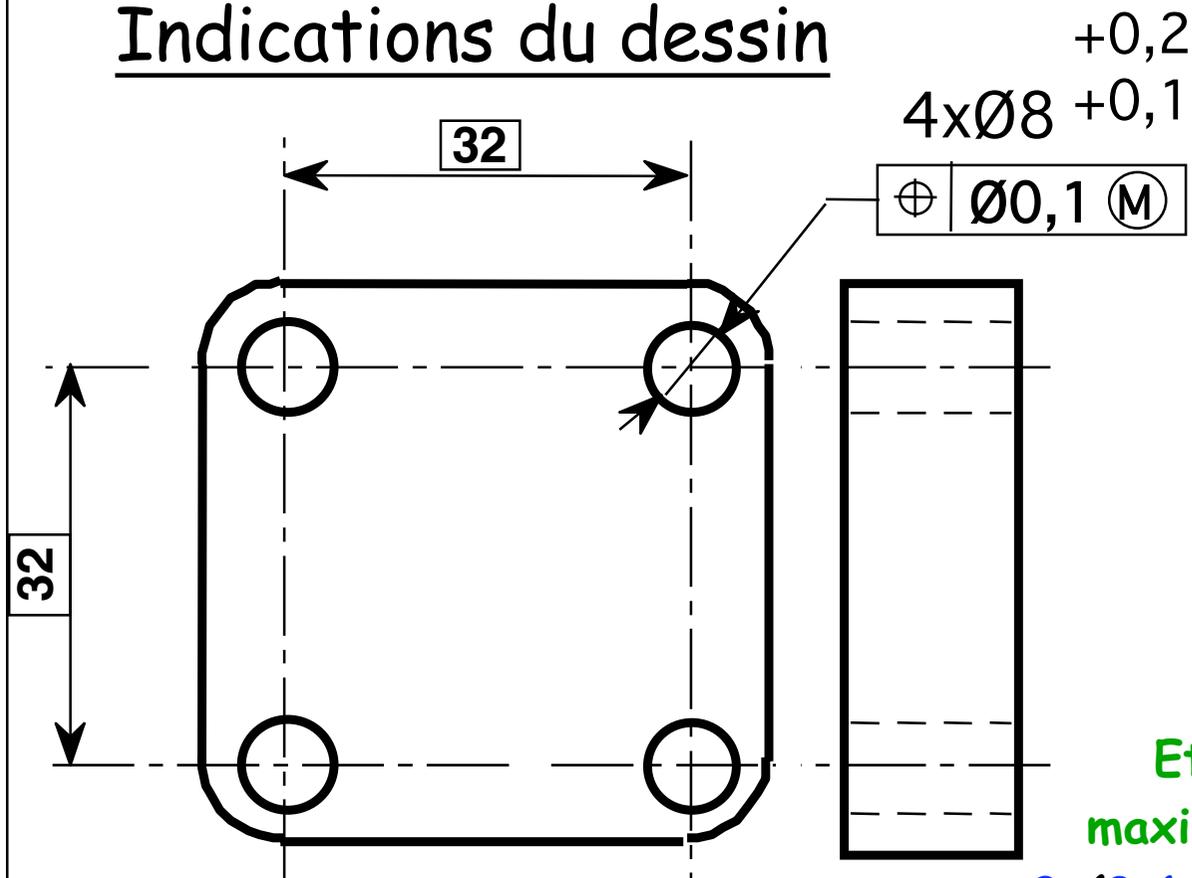
$$t_{\text{max}} = 2(t_2/2 + e/2 + e.l_2/l_1) = t_2 + e + 2.e.l_2/l_1$$

En prenant  $l_2/l_1 = 0,5$

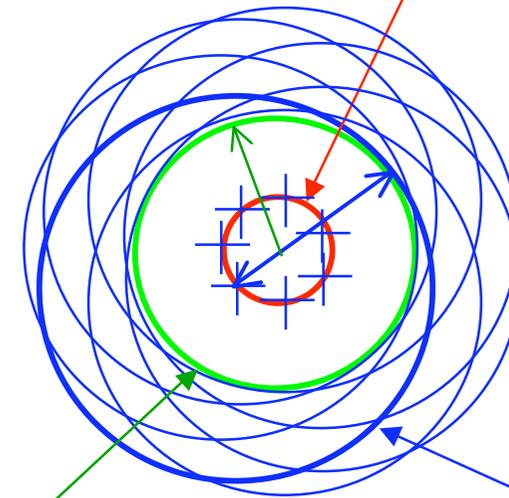
$$T_{\text{max}} = 0,14 + 0,05 = 0,19$$

# Localisation d'un groupe de quatre alésages

## Indications du dessin



Ø0,1 : Zone de tolérance de localisation



Etat virtuel au maximum de matière

Ø8,1 : Dimension au maximum de matière

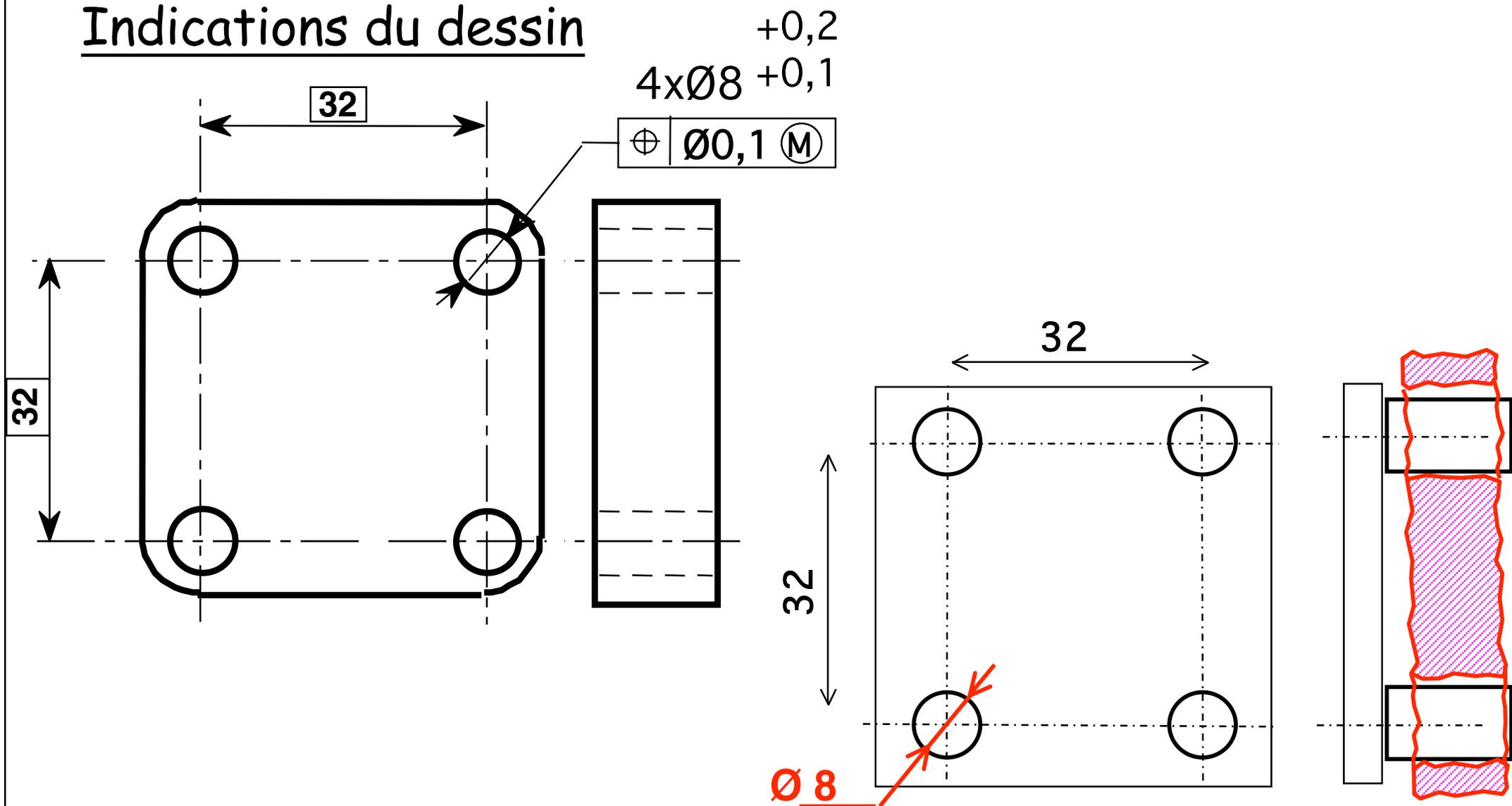
$$2 \times (8,1/2 - 0,1/2) = 8,0$$

## Exigences fonctionnelles :

- Chaque dimension locale réelle de chaque élément doit rester dans l'intervalle 8,1 -> 8,2
- Tous les éléments tolérancés doivent respecter la limite de l'état virtuel.

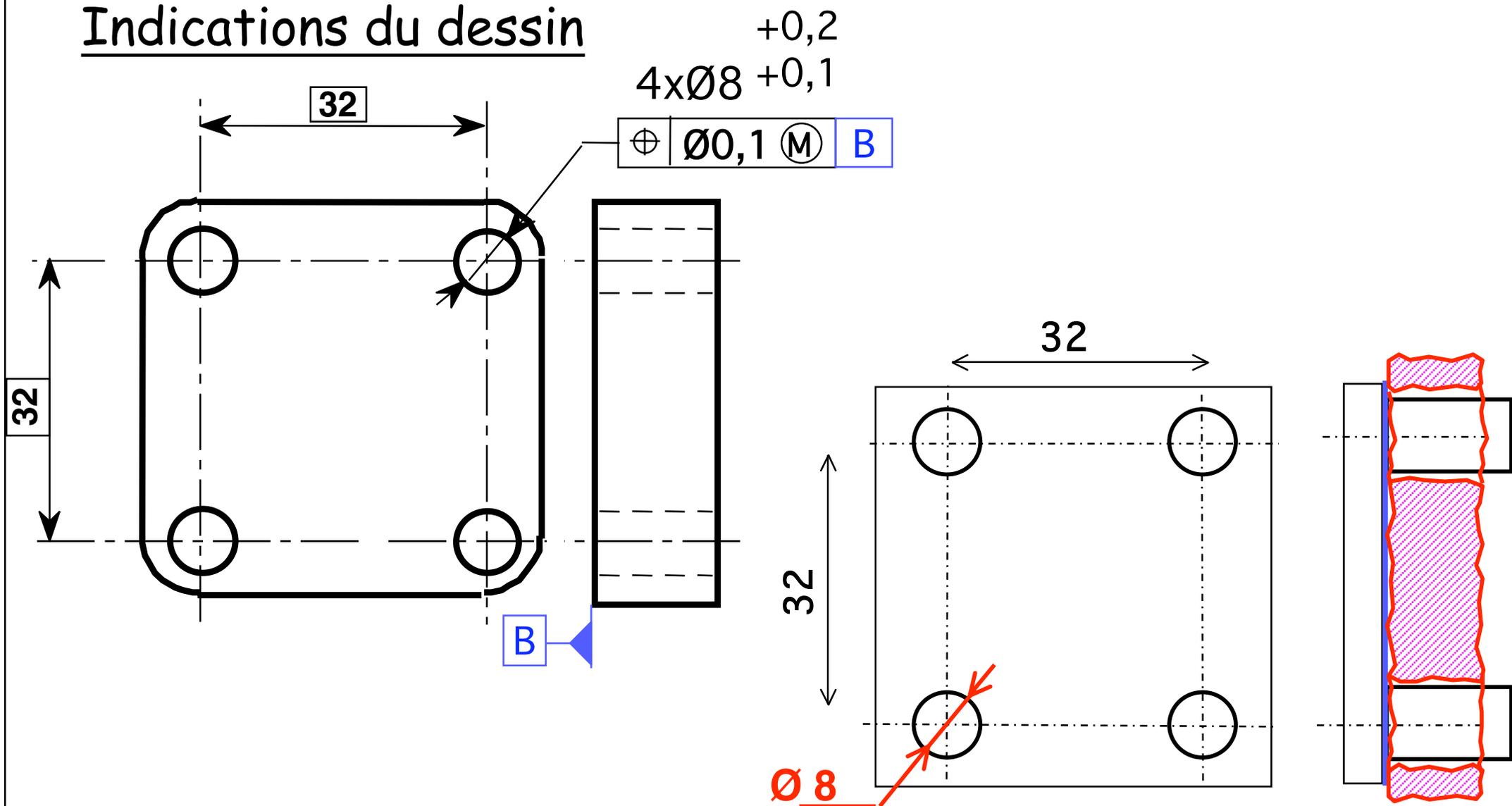
# Calibre fonctionnel

## Indications du dessin



# Calibre fonctionnel

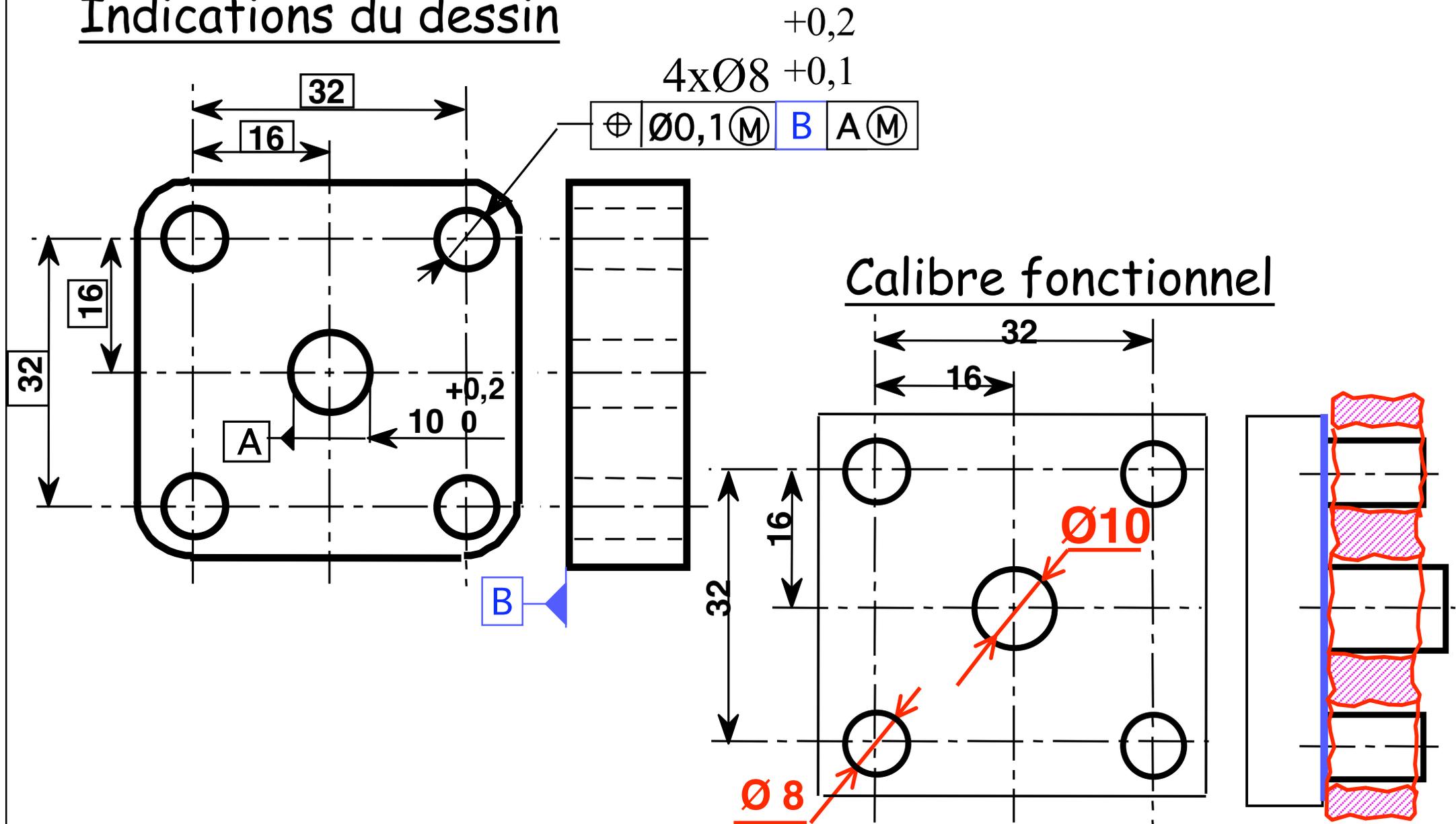
## Indications du dessin





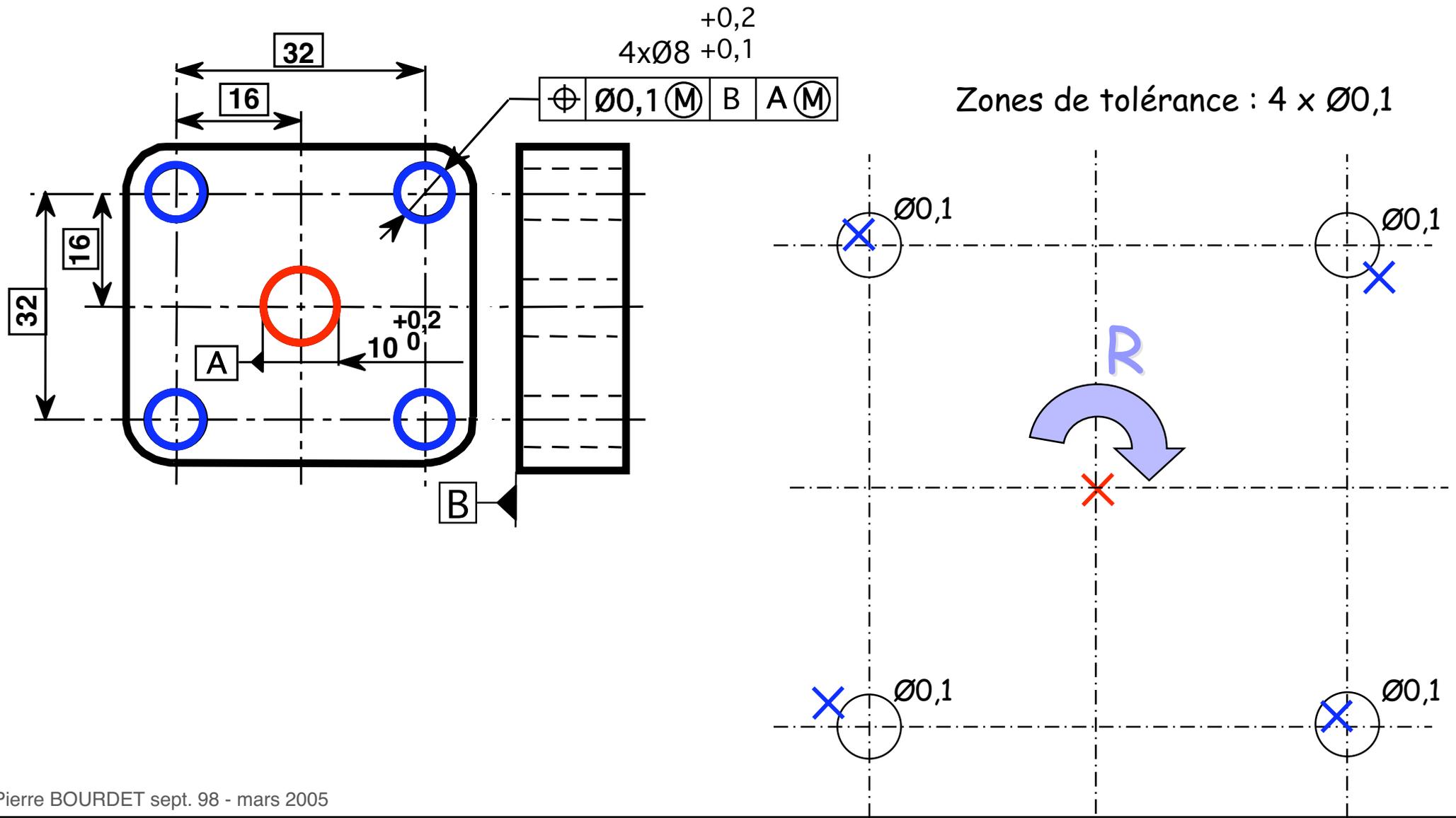
# Localisation de 4 alésages par rapport à un plan et un alésage de références avec exigences $\textcircled{M}$

## Indications du dessin



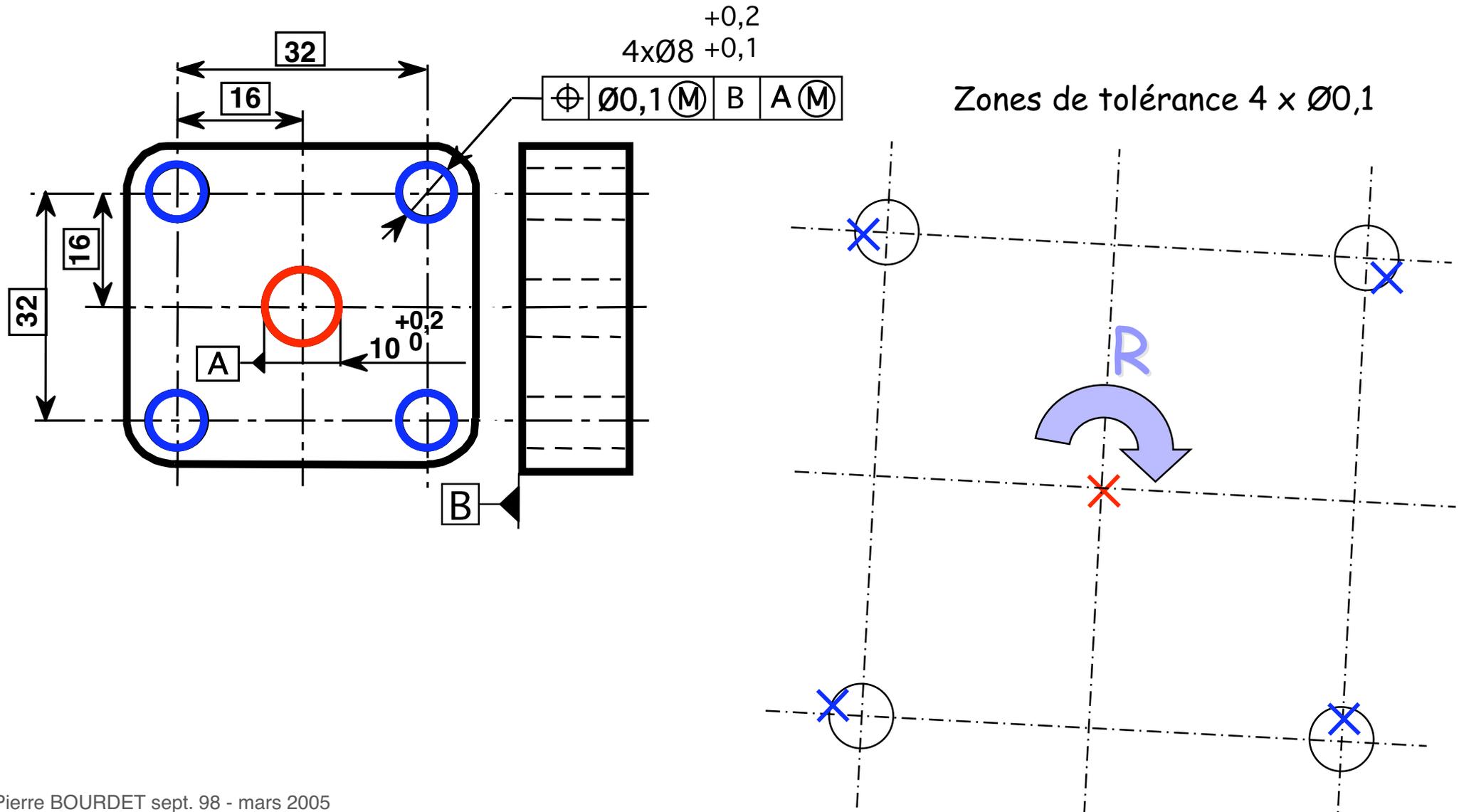
# Relation entre défaut de localisation et dimensions

- La surface de référence et les surfaces tolérancées sont tous les deux à leur état au maximum de matière ( $\emptyset 10$  et  $4 \times \emptyset 8,1$ ).



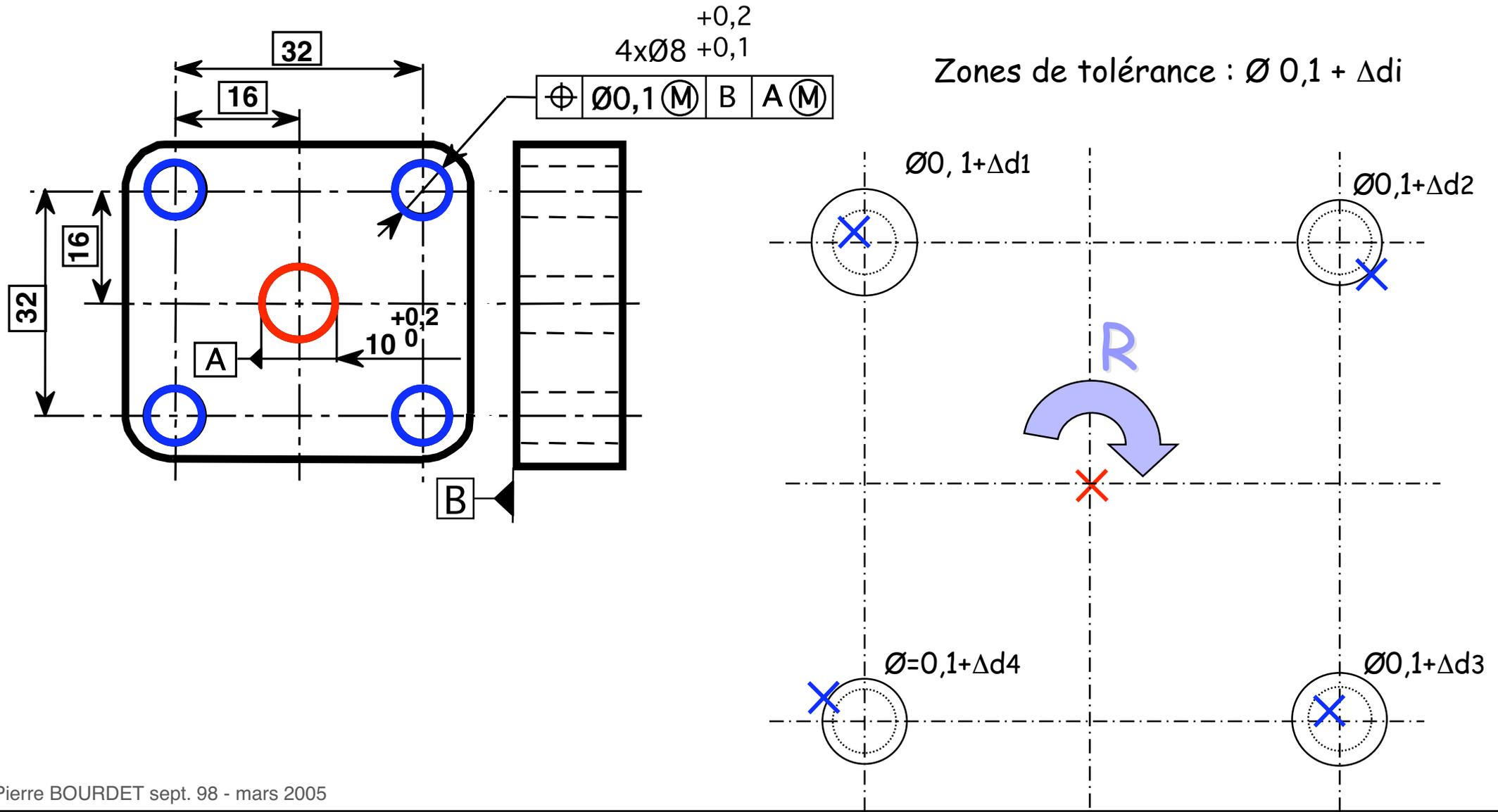
# Relation entre défaut de localisation et dimensions

- La surface de référence et les surfaces tolérancées sont tous les deux à leur état au maximum de matière ( $\emptyset 10$  et  $4 \times \emptyset 8,1$ ).



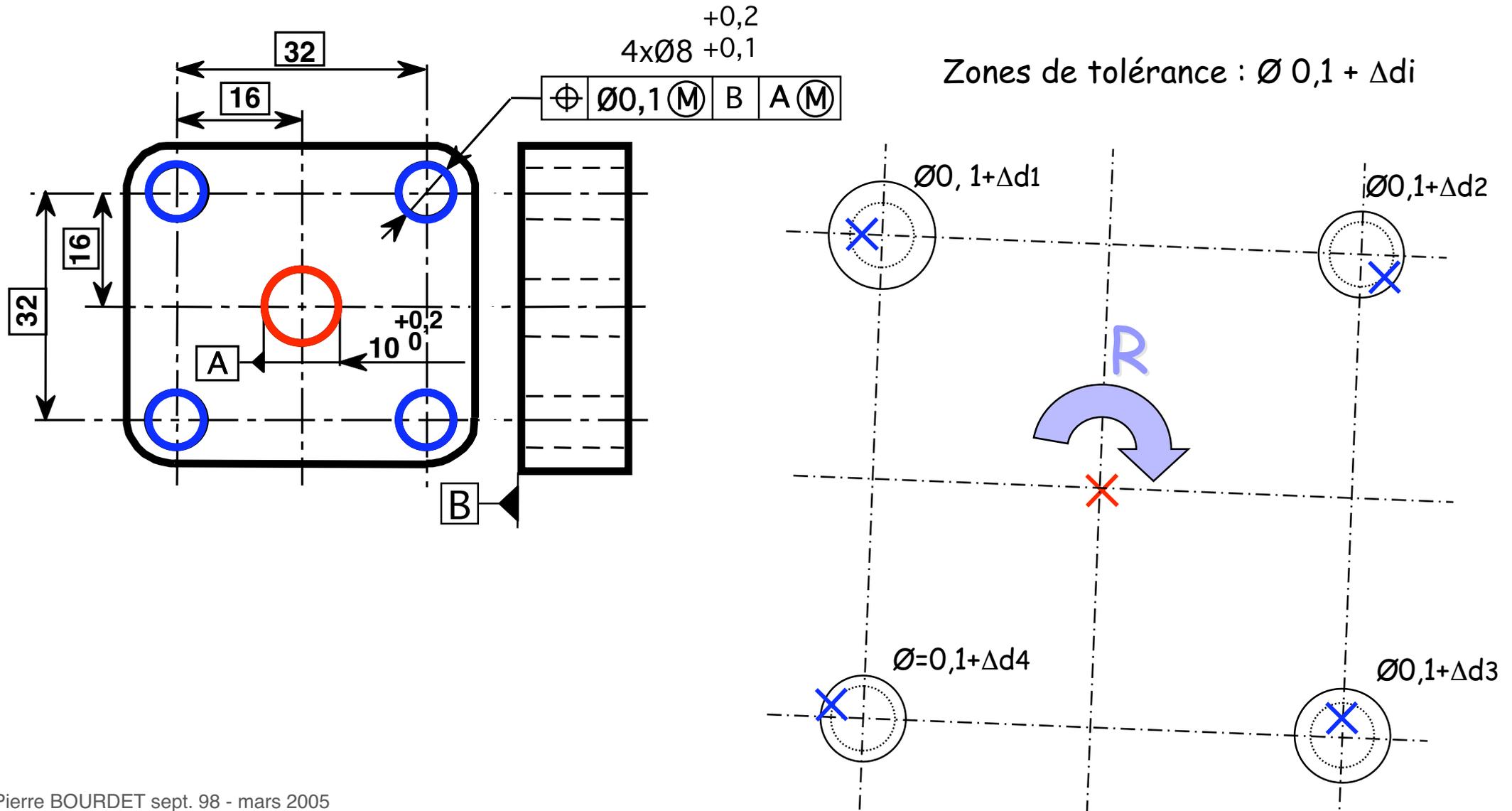
# Relation entre défaut de localisation et dimensions

- Seule la surface de référence est à son état au maximum de matière  $\varnothing 10$ .
- Les cylindres enveloppes des surfaces tolérancées ont leurs diamètres  $d_i < \varnothing 8,1$  avec  $\Delta d_i = d_i - 8,1$ .



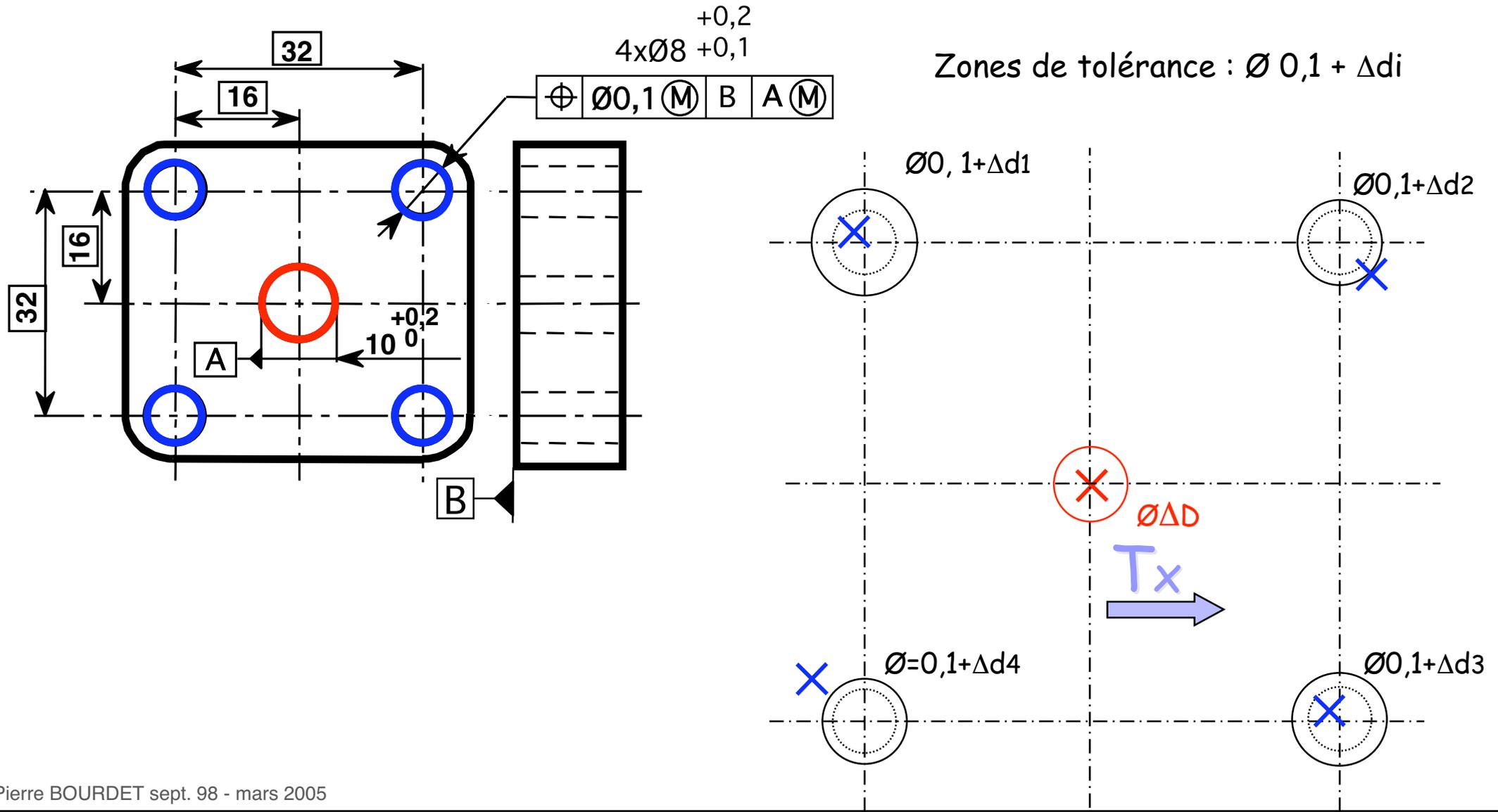
# Relation entre défaut de localisation et dimensions

- Seule la surface de référence est à son état au maximum de matière  $\emptyset 10$ .
- Les cylindres enveloppes des surfaces tolérancées ont leurs diamètres  $d_i < \emptyset 8,1$  avec  $\Delta d_i = d_i - 8,1$ .



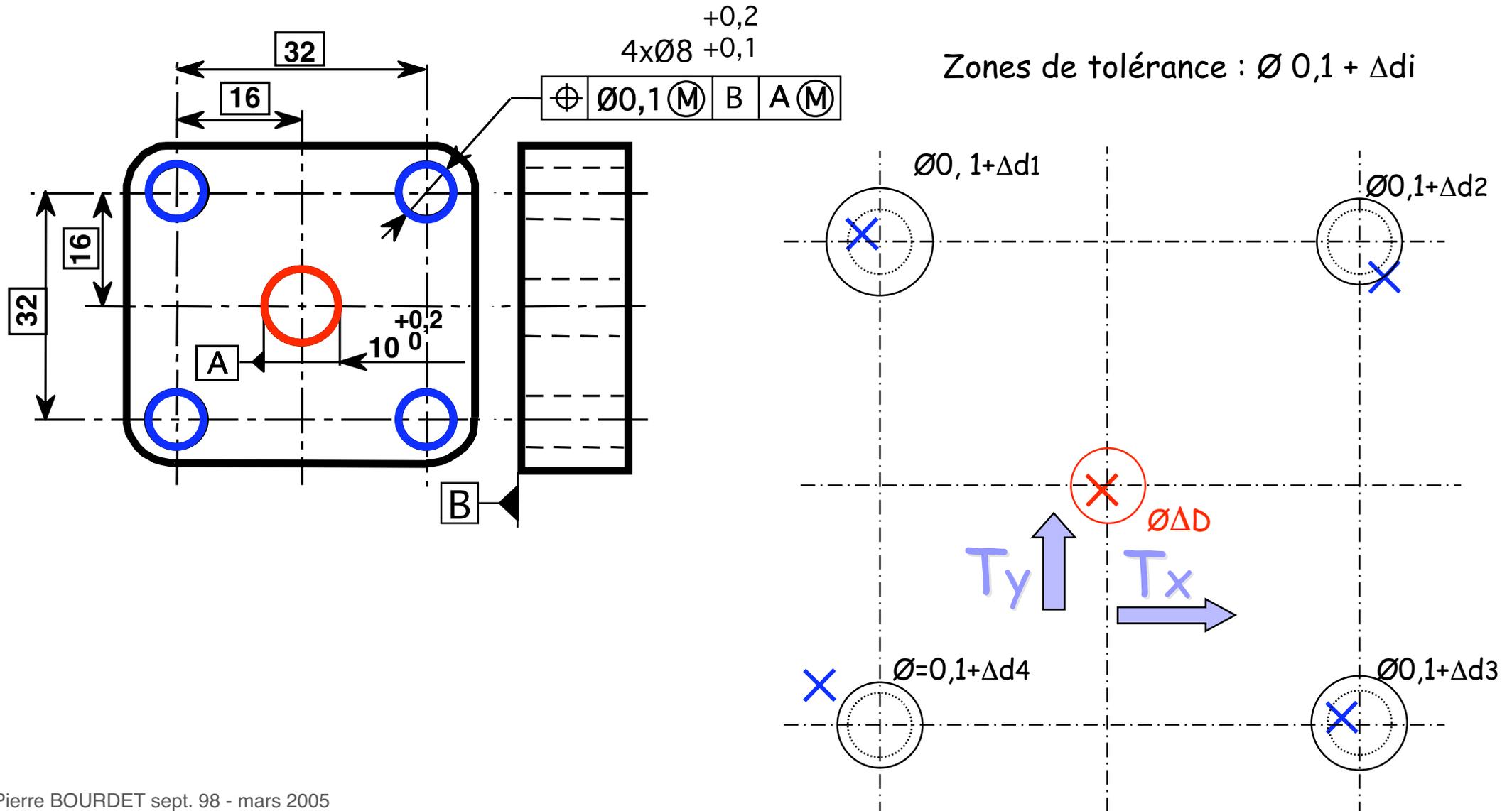
# Relation entre défaut de localisation et dimensions

- La surface de référence à son cylindre enveloppe  $D < \varnothing 10$  avec  $\Delta D = D - 10$ .
- Les cylindres enveloppes des surfaces tolérancées ont leurs diamètres  $d_i < \varnothing 8,1$  avec  $\Delta d_i = d_i - 8,1$ .



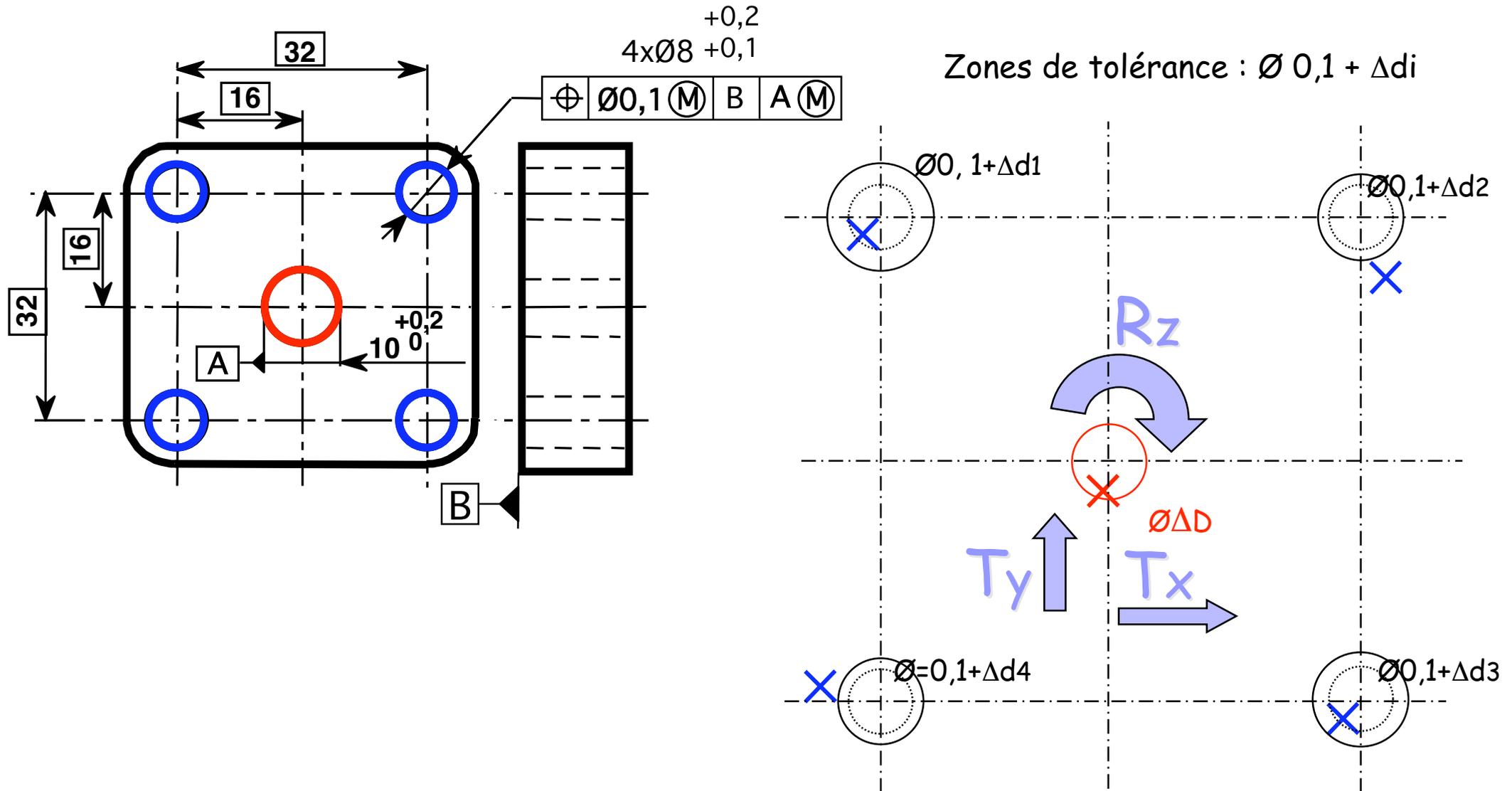
# Relation entre défaut de localisation et dimensions

- La surface de référence à son cylindre enveloppe  $D < \varnothing 10$  avec  $\Delta D = D - 10$ .
- Les cylindres enveloppes des surfaces tolérancées ont leurs diamètres  $d_i < \varnothing 8,1$  avec  $\Delta d_i = d_i - 8,1$ .



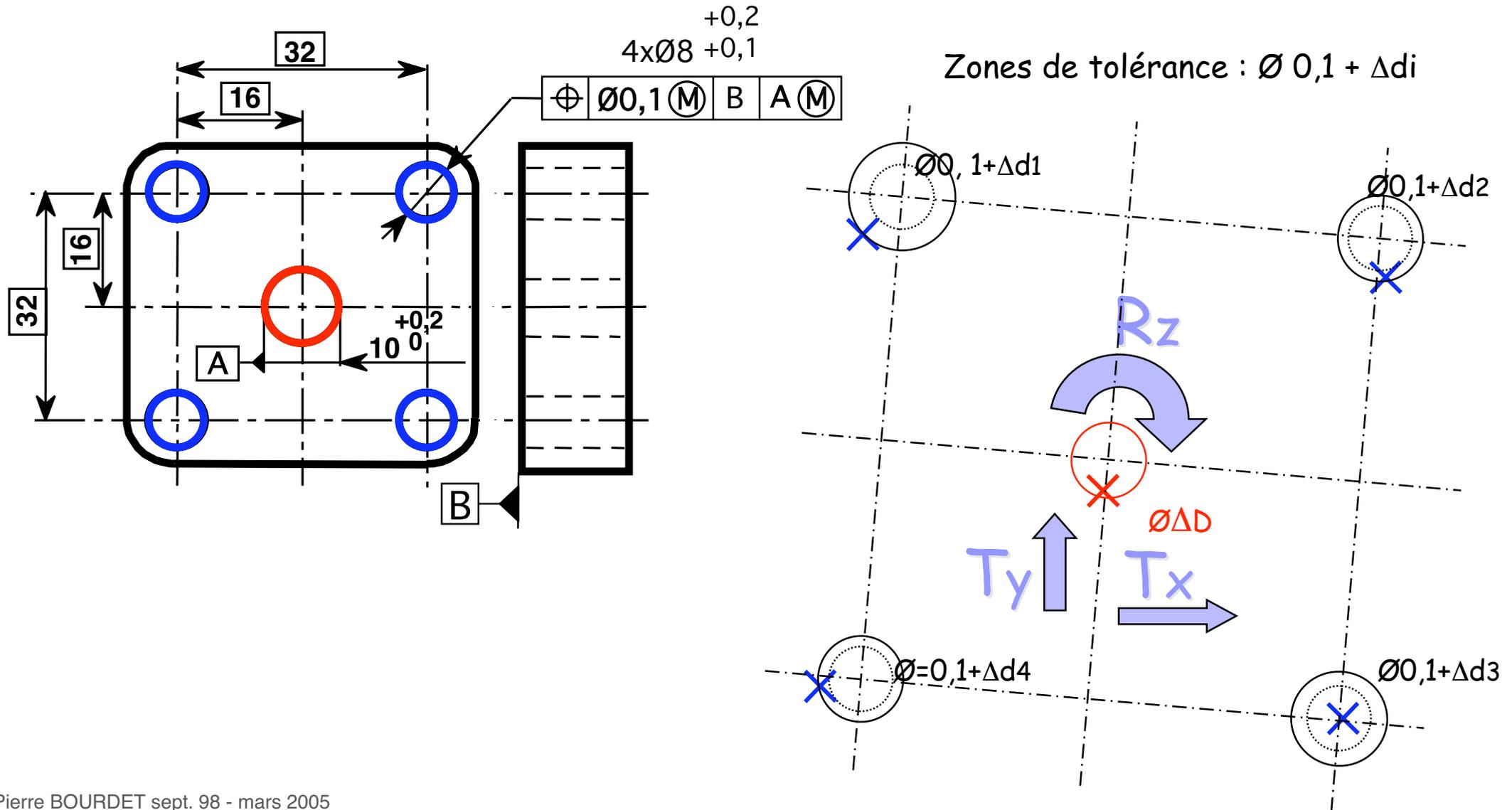
# Relation entre défaut de localisation et dimensions

- La surface de référence à son cylindre enveloppe  $D < \emptyset 10$  avec  $\Delta D = D - 10$ .
- Les cylindres enveloppes des surfaces tolérancées ont leurs diamètres  $d_i < \emptyset 8,1$  avec  $\Delta d_i = d_i - 8,1$ .

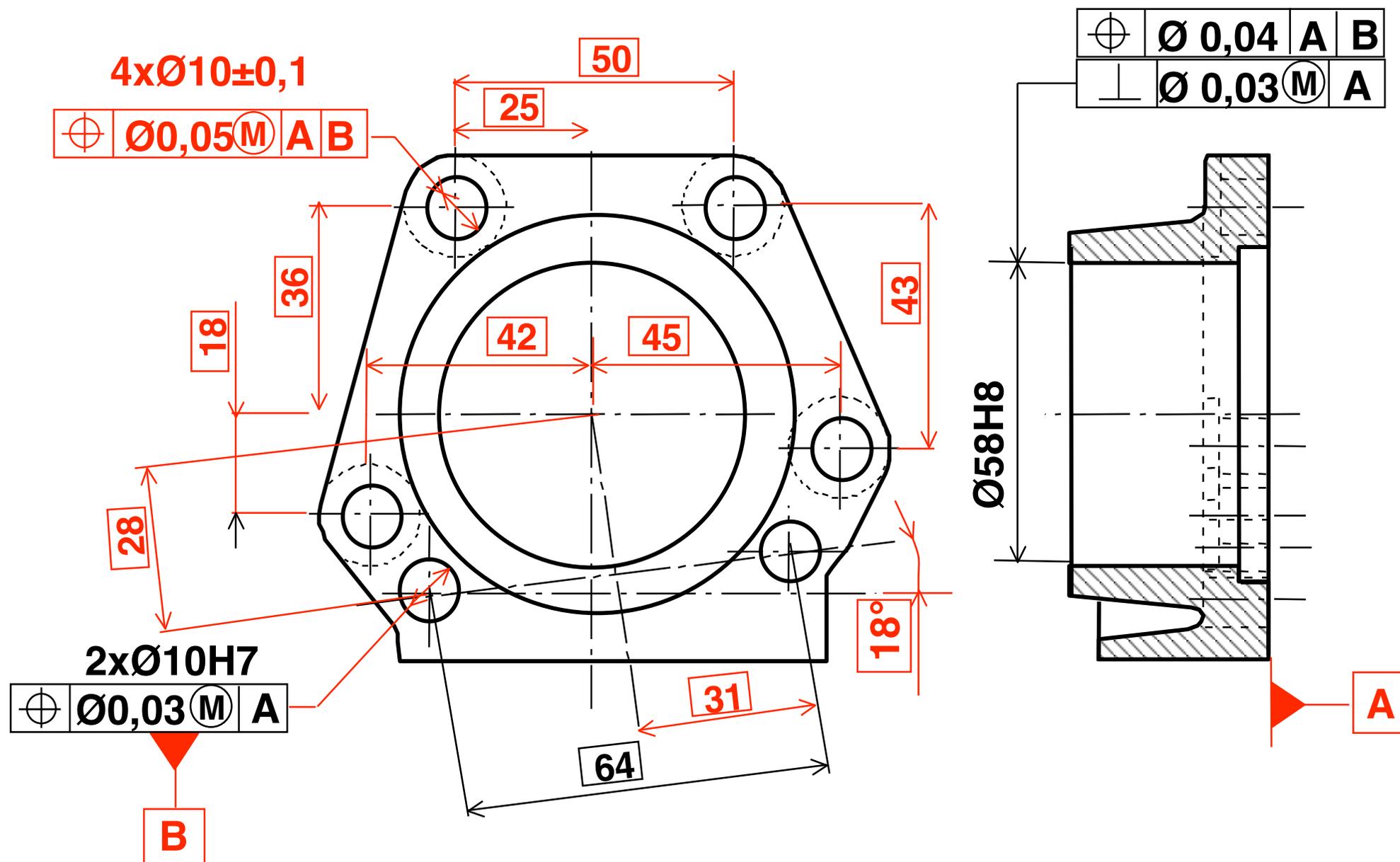


# Relation entre défaut de localisation et dimensions

- La surface de référence à son cylindre enveloppe  $D < \emptyset 10$  avec  $\Delta D = D - 10$ .
- Les cylindres enveloppes des surfaces tolérancées ont leurs diamètres  $d_i < \emptyset 8,1$  avec  $\Delta d_i = d_i - 8,1$ .



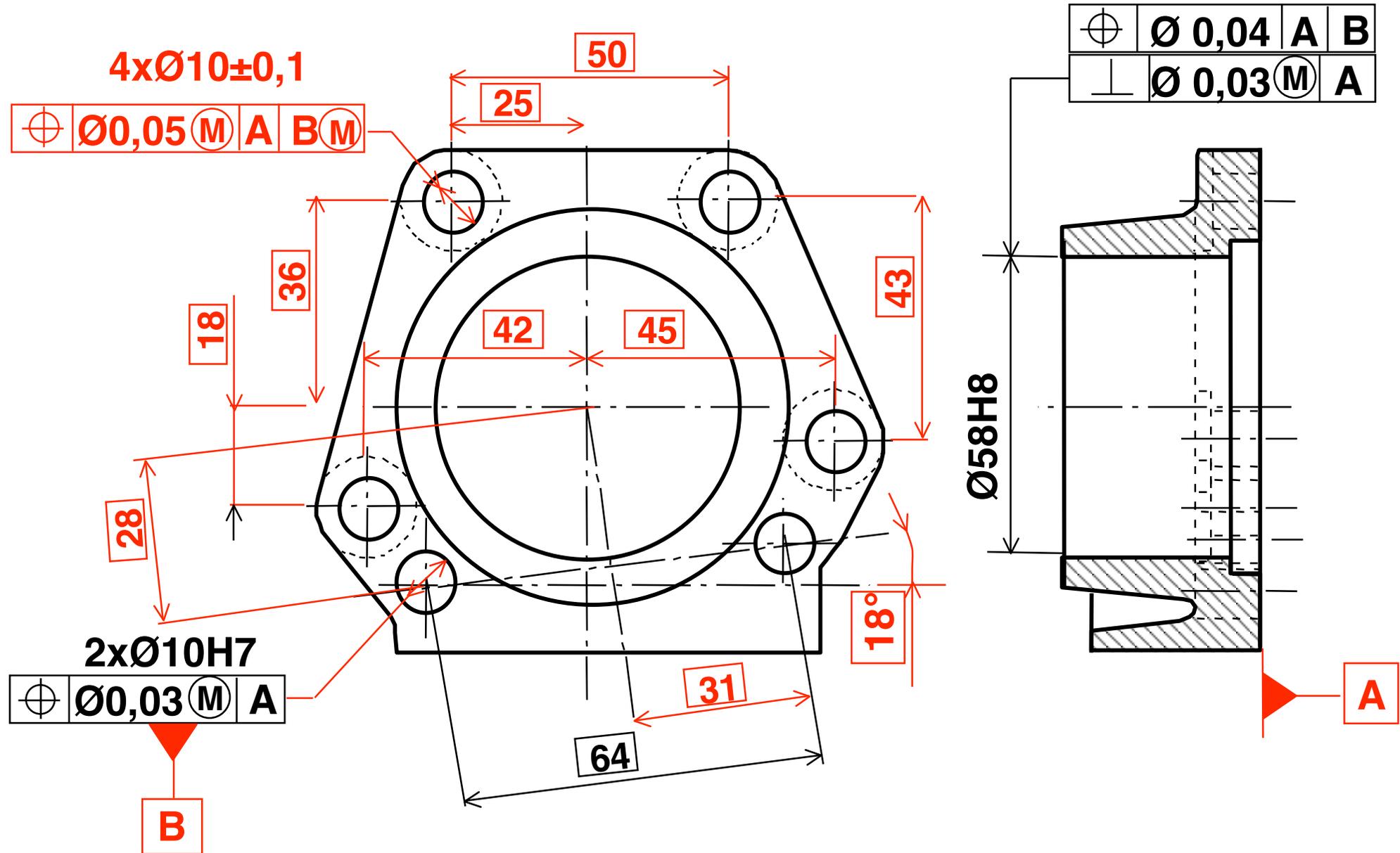
# Localisation 4x $\text{Ø}10\pm 0,1$ : avec Exigence de max. de mat.



# Définition ISO de la tolérance de localisation du groupe de 4 trous $\varnothing 10_{\pm 0,1}$ avec Exigence de Maxim. Mat.

- **Elément toléré** : 4 surfaces réputées cylindriques
- **Eléments de référence** : surface réputée plane A et 2 surfaces réputées cylindriques B
- **Système de références spécifiées** :
  - plan A tangent extérieur matière et minimisant l'écart de forme
  - Référence B : un plan et une droite. Le plan passe par 2 droites parallèles distantes de 64 mm . Les droites sont les axes de 2 cylindres, perpendiculaires au plan A, de "même plus grand diamètre" inscrit dans les 2 alésages. La droite de la référence spécifiée est l'un des deux axes.
- **Etat virtuel de l'élément toléré** : groupe de 4 cylindres  $\varnothing 9,85$  en position théoriques exacte par rapport à 2 plans perp. (dimensions 25-36-50-43-45-18-42)
- **Position de l'état virtuel / Système de Réf. Spécifiées** : le groupe des 4 cylindres est perpendiculaire au plan P et positionné par l'angle de  $18^\circ$  et par les deux dimensions 31 et 28.

# Localisation 4x $\text{Ø}10\pm 0,1$ : Dessin de définition

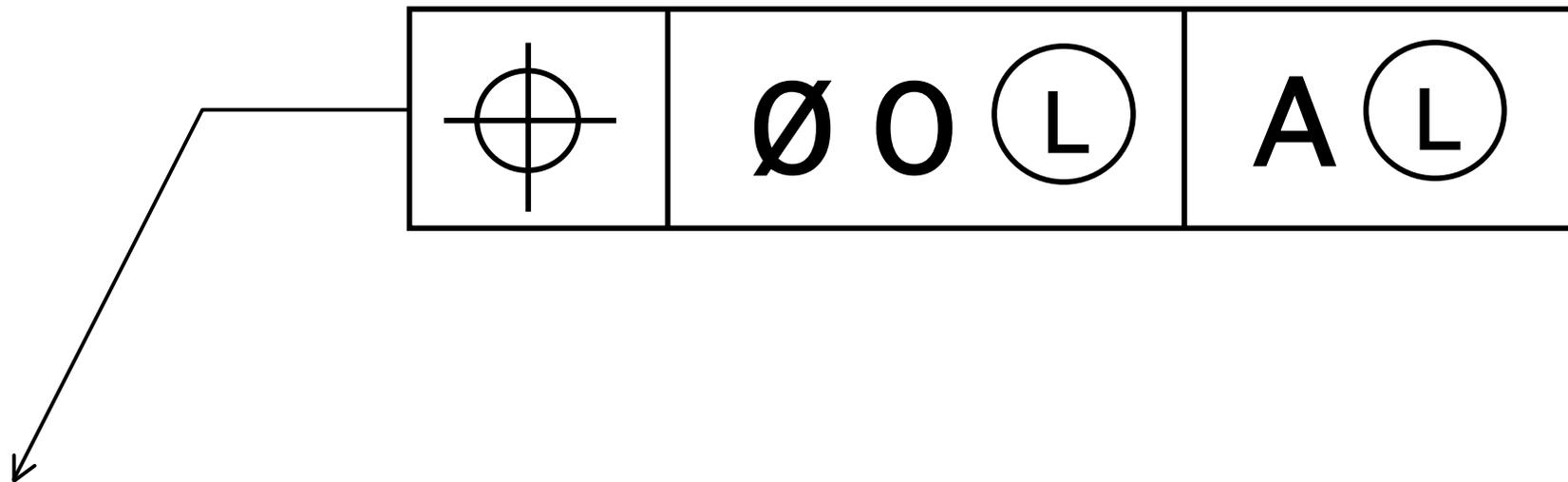


# Définition ISO de la tolérance de localisation du groupe de 4 trous $\text{Ø}10_{\pm 0,1}$ avec Exigence de Maxim. Mat.

- **Elément tolérancé** : 4 surfaces réputées cylindriques.
- **Eléments de référence** : une surface réputée plane et 2 surfaces réputées cylindriques
- **références spécifiées** : Un plan A tangent extérieur matière et minimisant l'écart de forme
- **Réf. Spécifiée a son état au maximum de matière** :  
2 cylindres distants de 64 mm, d'axes perpendiculaires au plan A et de diamètre au maximum de matière  $\text{Ø}10\text{mm}$
- **Etat virtuel de l'élément tolérancé** : groupe de 4 cylindres  $\text{Ø}9,85$  en position théoriques exacte par rapport à 2 plans perp. (dimensions 25-36-50-43-45-18-42)
- **Position de l'état virtuel / Système de Réf. Spécifiées** : angle de  $18^\circ$  et dimensions 31 et 28 mm
- **condition d'acceptation** : La matière ne doit pas interpénétrer les surfaces du « gabarit virtuel »

# Exigence du minimum de matière

$\overset{-0}{\text{Ø}12} \text{ } \overset{-0,12}{}$



# Exigence du minimum de matière

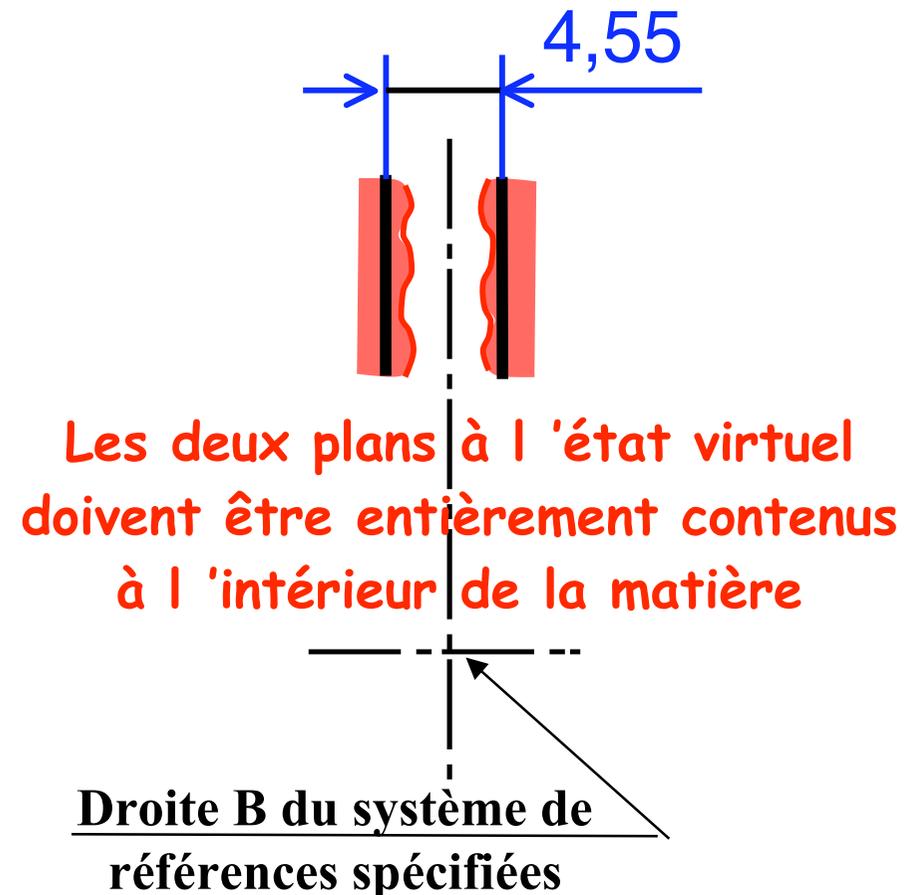
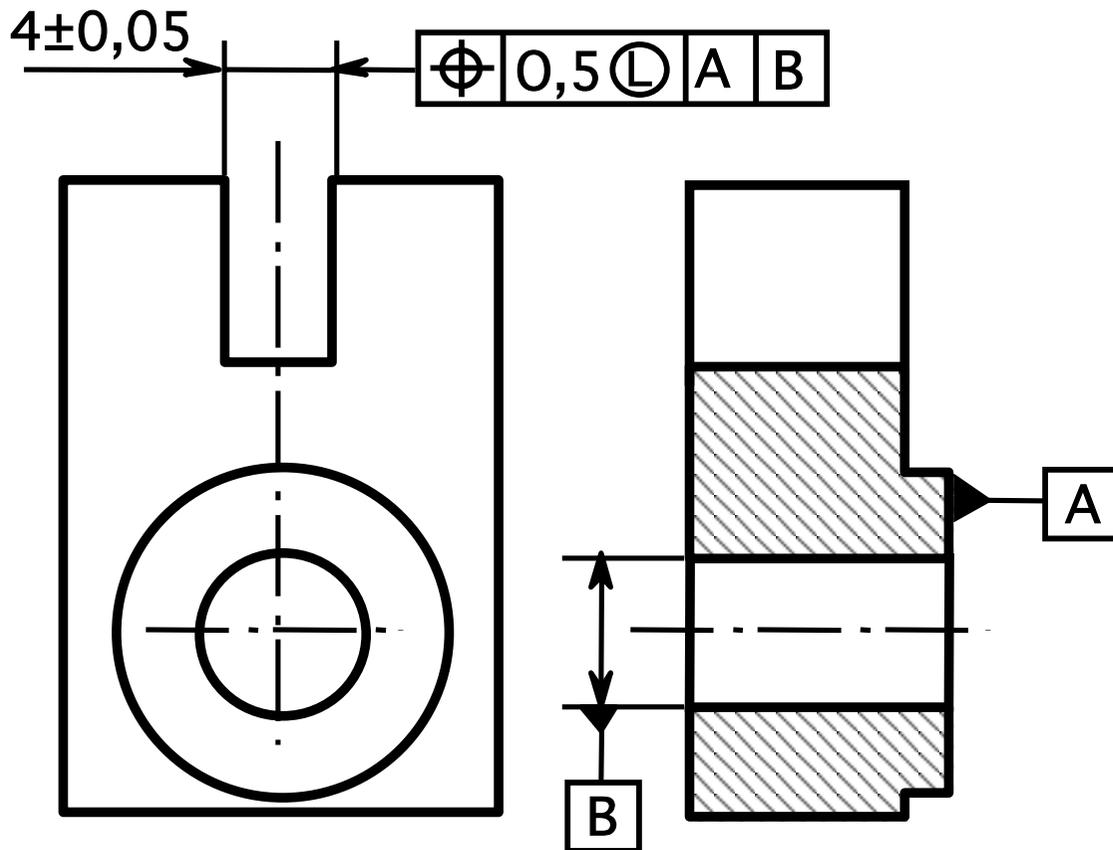
*L'exigence au minimum de matière autorise une augmentation de la tolérance géométrique indiquée lorsque l'élément concerné s'écarte de l'état au minimum de matière.*

Elle spécifie :

- *lorsqu'elle est appliquée à l'élément tolérancé, que **l'état virtuel au minimum de matière** doit être entièrement contenu à l'intérieur de la matière de l'élément tolérancé réel.*
- *lorsqu'elle est appliquée à la référence spécifiée, que **la limite de forme parfaite à la dimension au minimum de matière** peut varier à l'intérieur de la matière de l'élément de référence réel, (sans excéder la surface de l'élément de référence réel)*

# État virtuel pour un élément tolérancé

L'exigence du minimum de matière permet de garantir une distance maximale entre deux faces



# Exigence du minimum de matière appliquée à l'élément tolérancé et à l'élément de référence

L'exigence de minimum de matière permet de garantir une épaisseur minimale

