

COTATION & GPS initiation

GPS : Géométrical Product Spécification

Soit

Spécification Géométrique des Produits

Contenu

- Contexte de la cotation & intérêts de la GPS
- Rappels sur le tolérancement ISO et les ajustements
- Règles du tolérancement dimensionnel
- Règles d'écriture des spécifications
- Interprétation des spécifications / Utilisation d'une grille de décodage
- Modification de quelques plans de produits pour respecter les contraintes de la GPS.

Compétences visées:

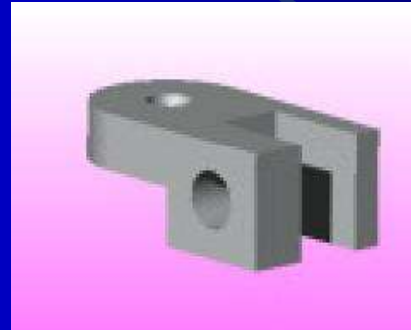
Etre capable :

- d'interpréter une spécification simple
- d'écrire des spécifications simples à partir de conditions fonctionnelles.
- de modifier les spécifications d'un dessin de définition pour respecter les exigences de la GPS.
- de poursuivre seul sa formation en fonction de ses propres besoins.

I- INTRODUCTION

1- Contexte général

Un mécanisme idéal nécessiterait des pièces s'ajustant parfaitement, et donc ayant des formes parfaites



Pièce parfaite **imaginée**
(définie par un dessin)

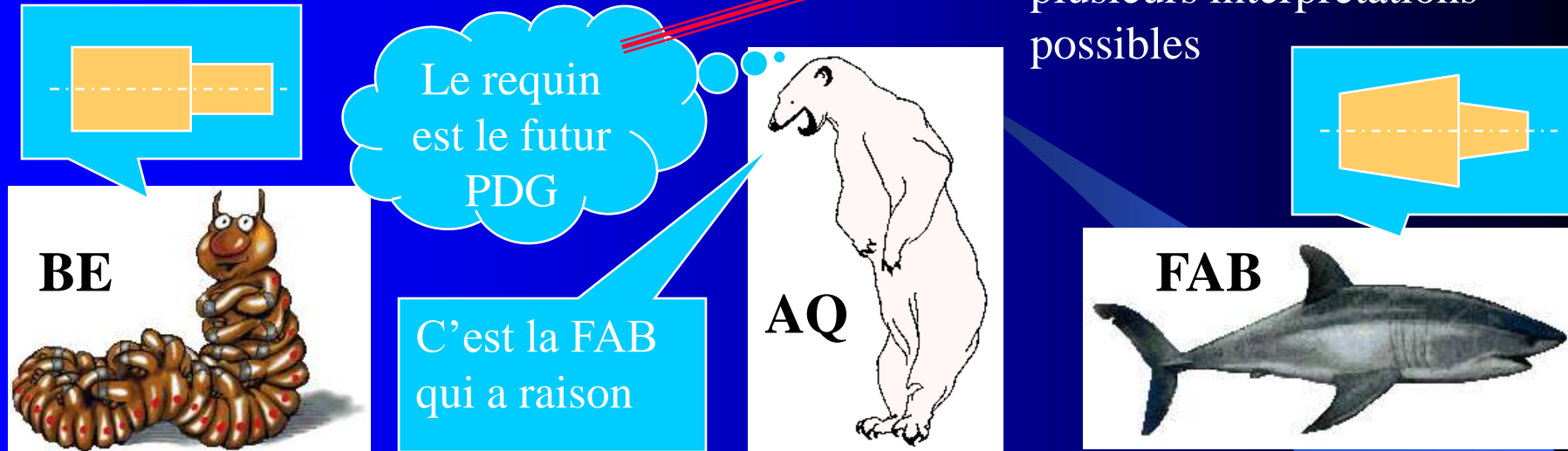
Or, les pièces fabriquées ne sont jamais parfaites



Pièce réelle fabriquée

Il est donc nécessaire de **définir l'ensemble des géométries réelles** acceptables du point de vue **fonctionnel** de façon **univoque** et **vérifiable**. C'est l'objectif de la Spécification Géométrique de Produit (GPS).

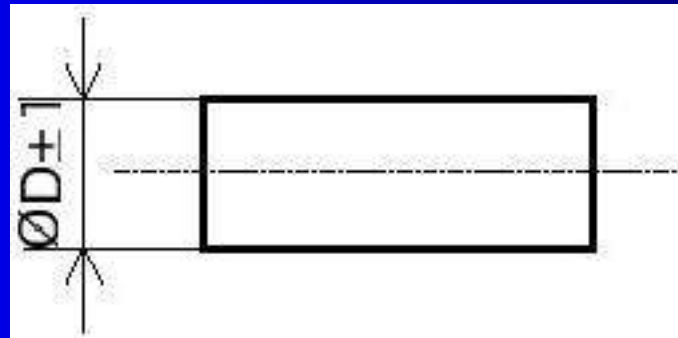
Ce que l'on veut éviter :



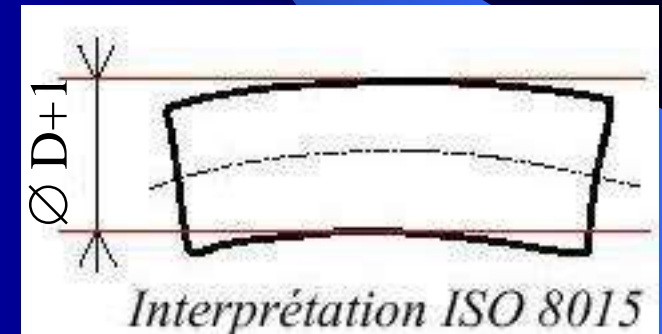
Et encore plus important :



Exemple 1 : Donner une interprétation de la spécification suivante

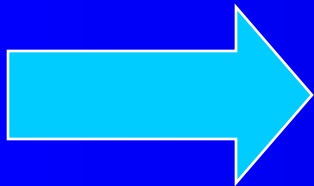
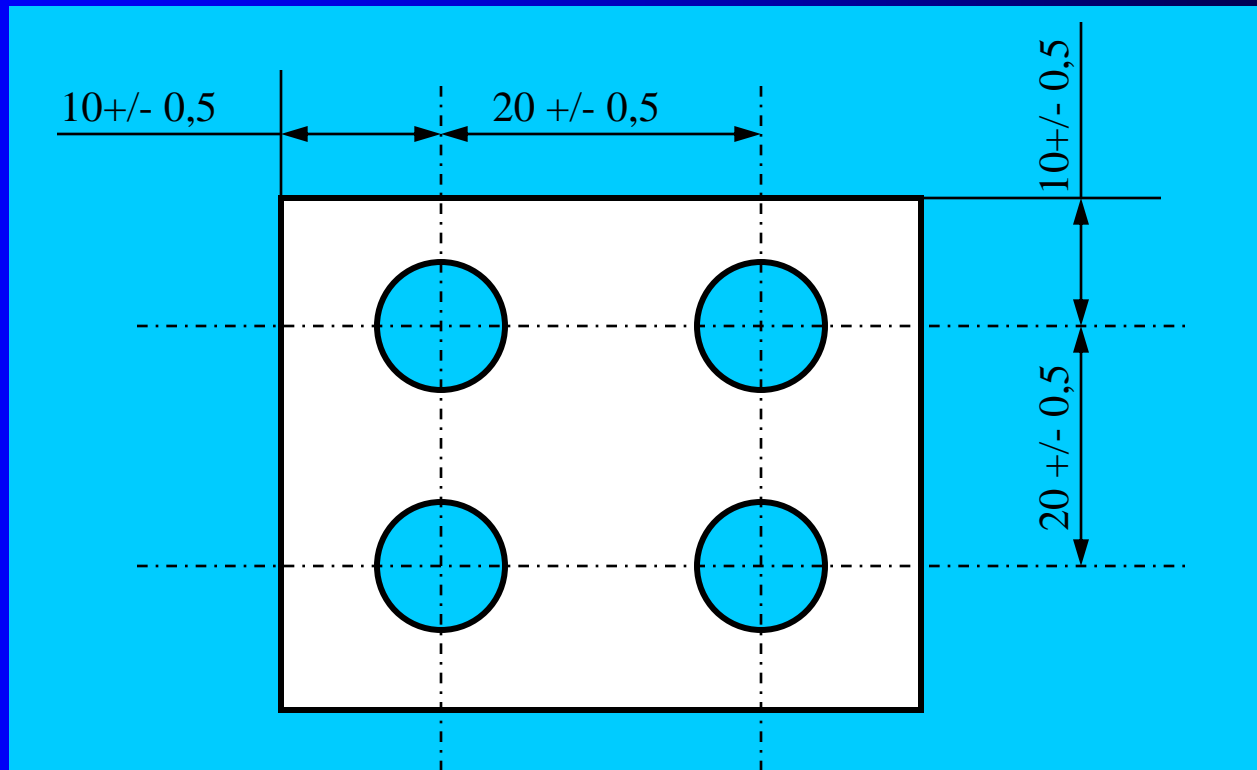


L'interprétation n'est pas unique. C'est une source d'erreur et de conflit



Interprétation équivoque générée par une contradiction de la norme

Exemple 2 : Donner une interprétation de la spécification suivante

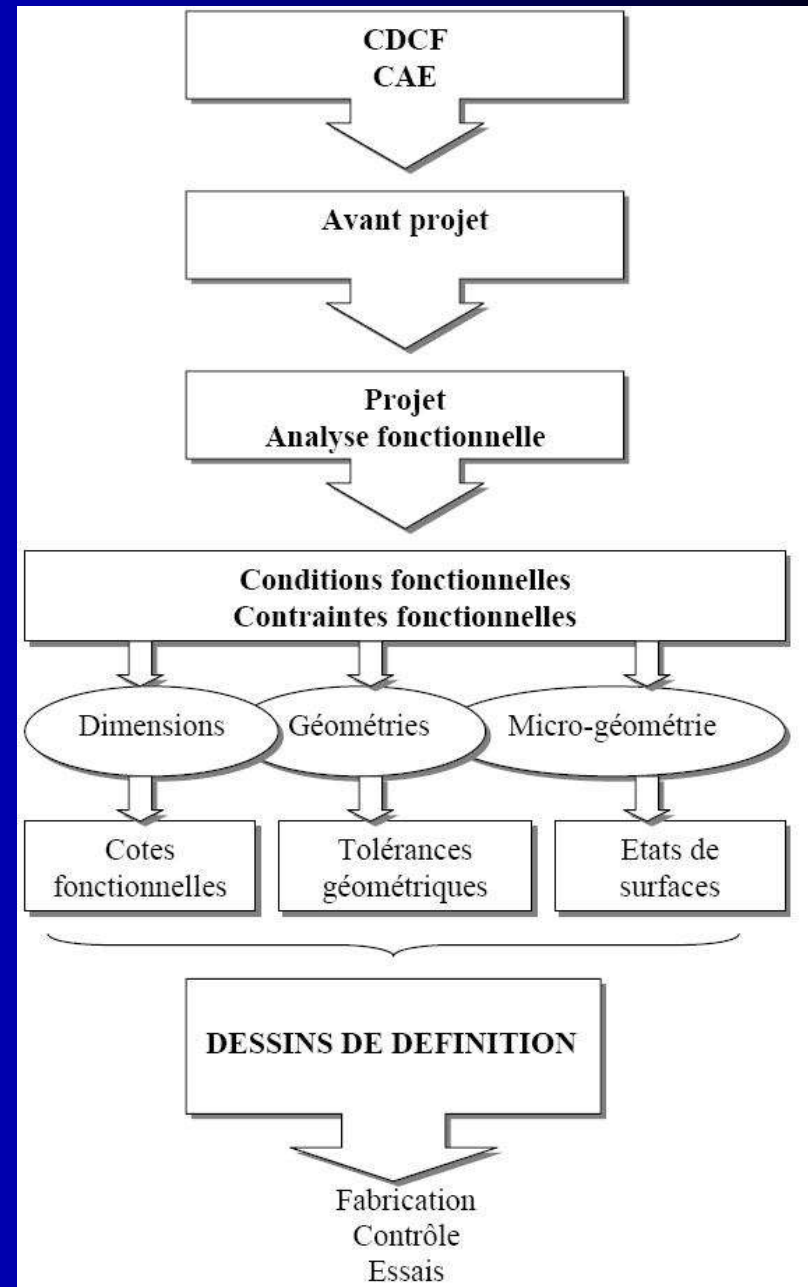


Que veut exactement le dessinateur ?

Les références flottantes sont-elles voulues ?

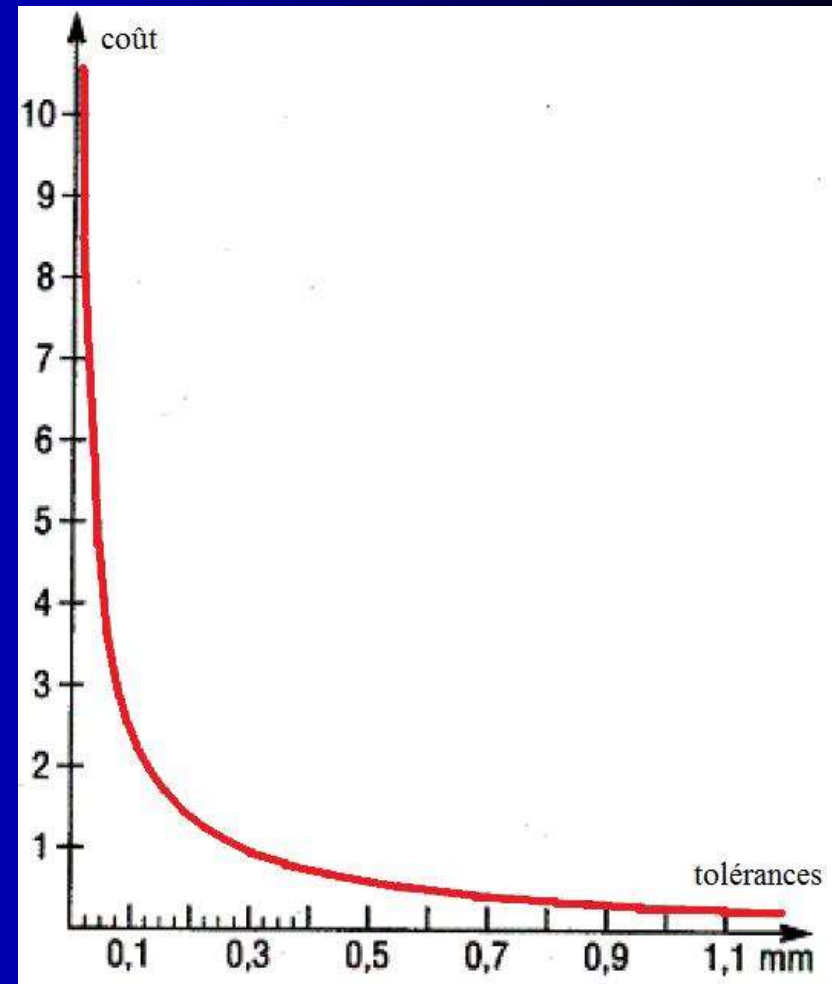
2- Démarche de cotation

- La cotation fonctionnelle est basée sur l'étude des conditions d'aptitude à l'emploi du produit (CAE).
- L'analyse fonctionnelle permet de définir les fonctions à satisfaire à partir desquelles on établit une liste de chaînes de cotes à vérifier.
- On établit alors une cotation et des prescriptions fonctionnelles juste suffisantes permettant de définir le produit en minimisant les coûts de production.



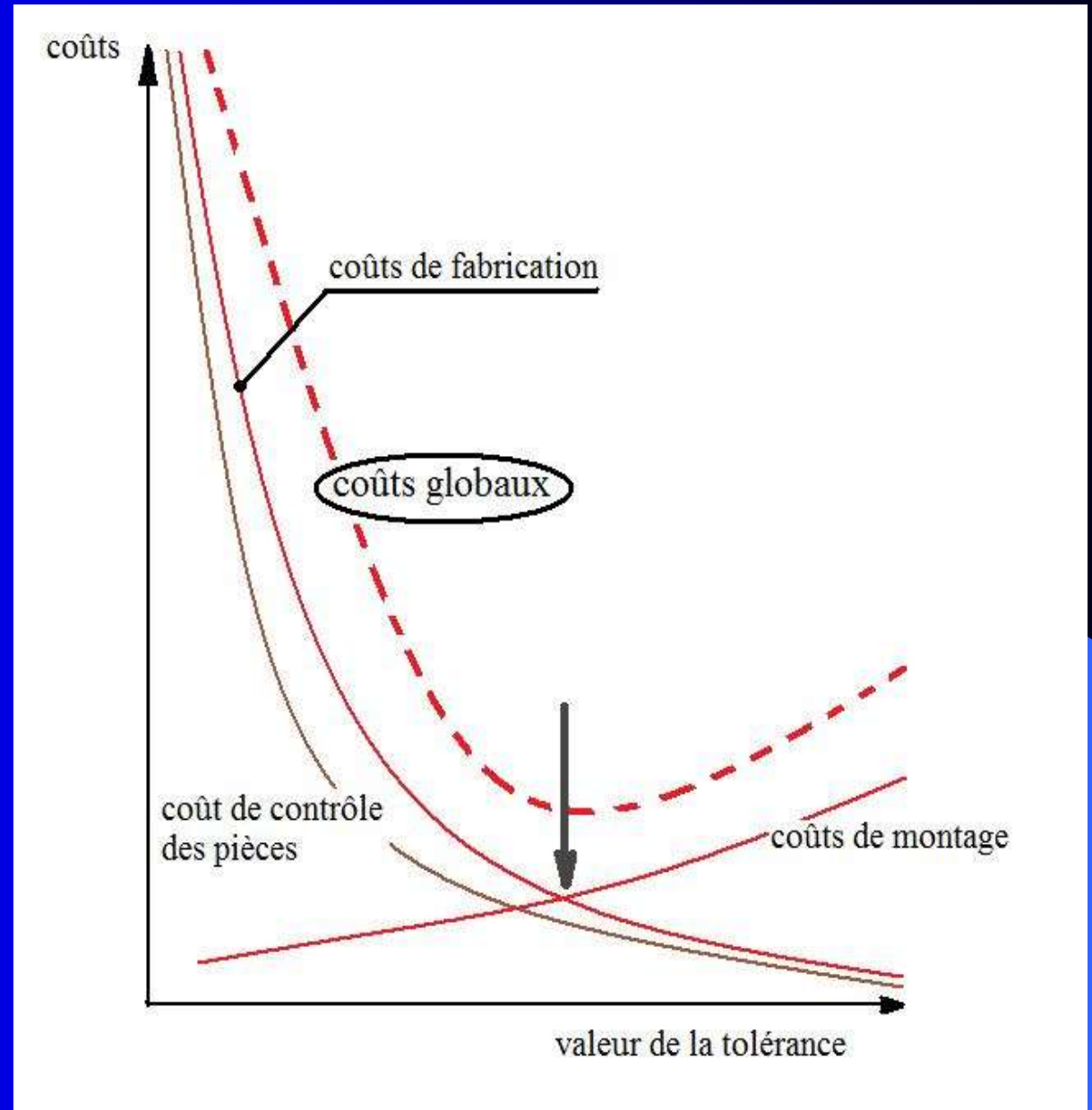
Remarques : Conséquences économiques de la cotation

- **Pièce conforme** : pièce satisfaisant le dessin et donc acceptée par le contrôle
- **Pièce non conforme** : pièce ne satisfaisant pas le dessin et donc refusée par le contrôle
- **Pièce bonne** : pièce remplissant les CAE néanmoins refusée par le contrôle si elle ne satisfait pas le dessin
- **Pièce mauvaise** : pièce ne remplissant pas les CAE néanmoins acceptée par le contrôle si elle satisfait le dessin

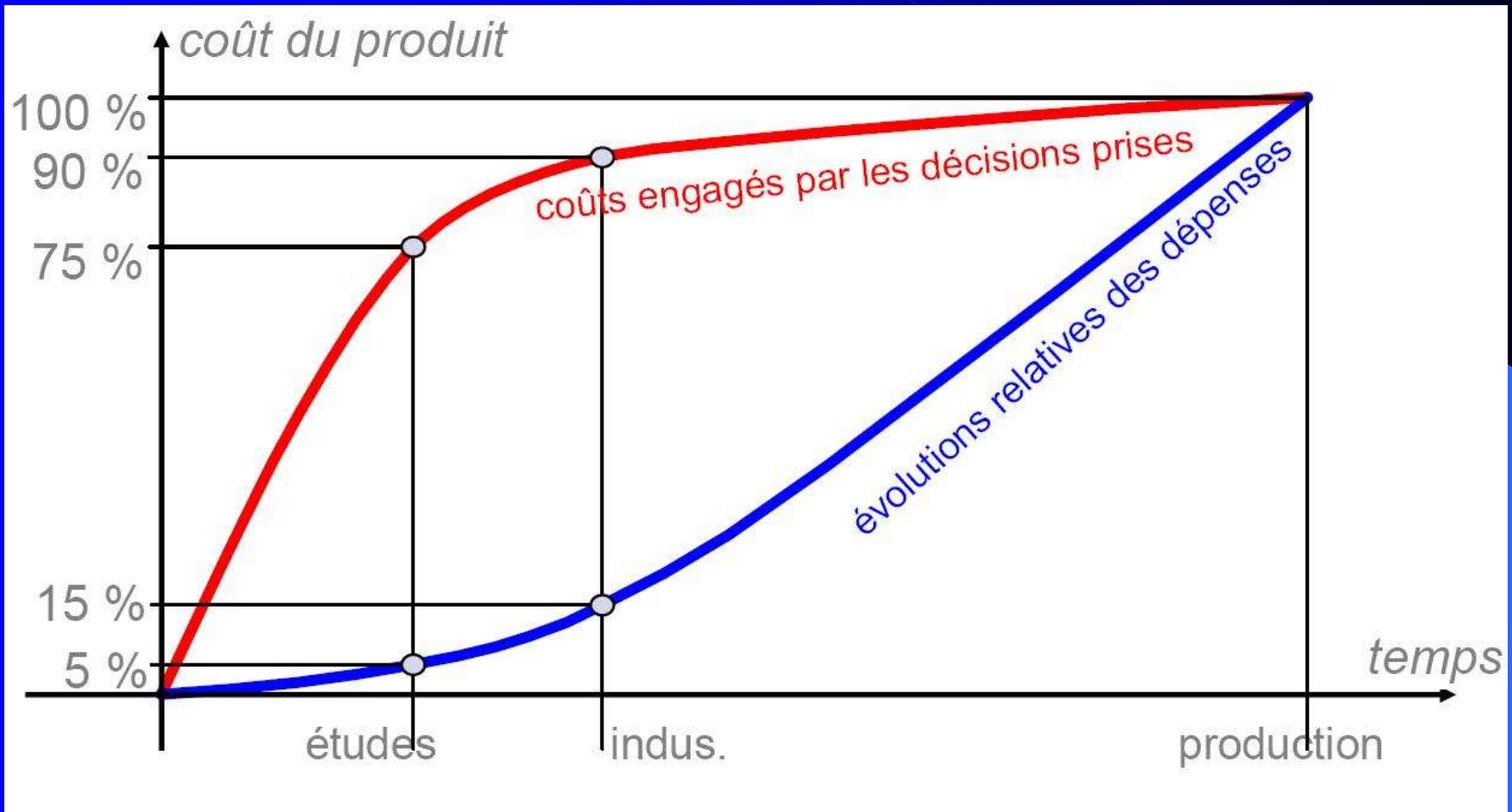


Les tolérances ont une influence sur les coûts directs et indirects d'un produit.

L'analyse des tolérances permet d'approcher un optimum



La détermination des tolérances optimales le plus tôt possible lors de la phase de conception permet de réduire ces coûts (75% des coûts globaux sont alors définis)

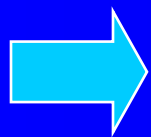


REMARQUES [5]:

- Le coût du traitement d'une non-conformité dans une entreprise industrielle de taille nationale est évalué entre 80 et 120 EUROS.
- Le coût d'une erreur se multiplie par un facteur de l'ordre de 10 à chaque étape de de la vie du produit.



- Une modification à la conception induit un coût
- Une modification demandée par le service des méthodes induira un coût en conception **multiplié par 10**.
- ...

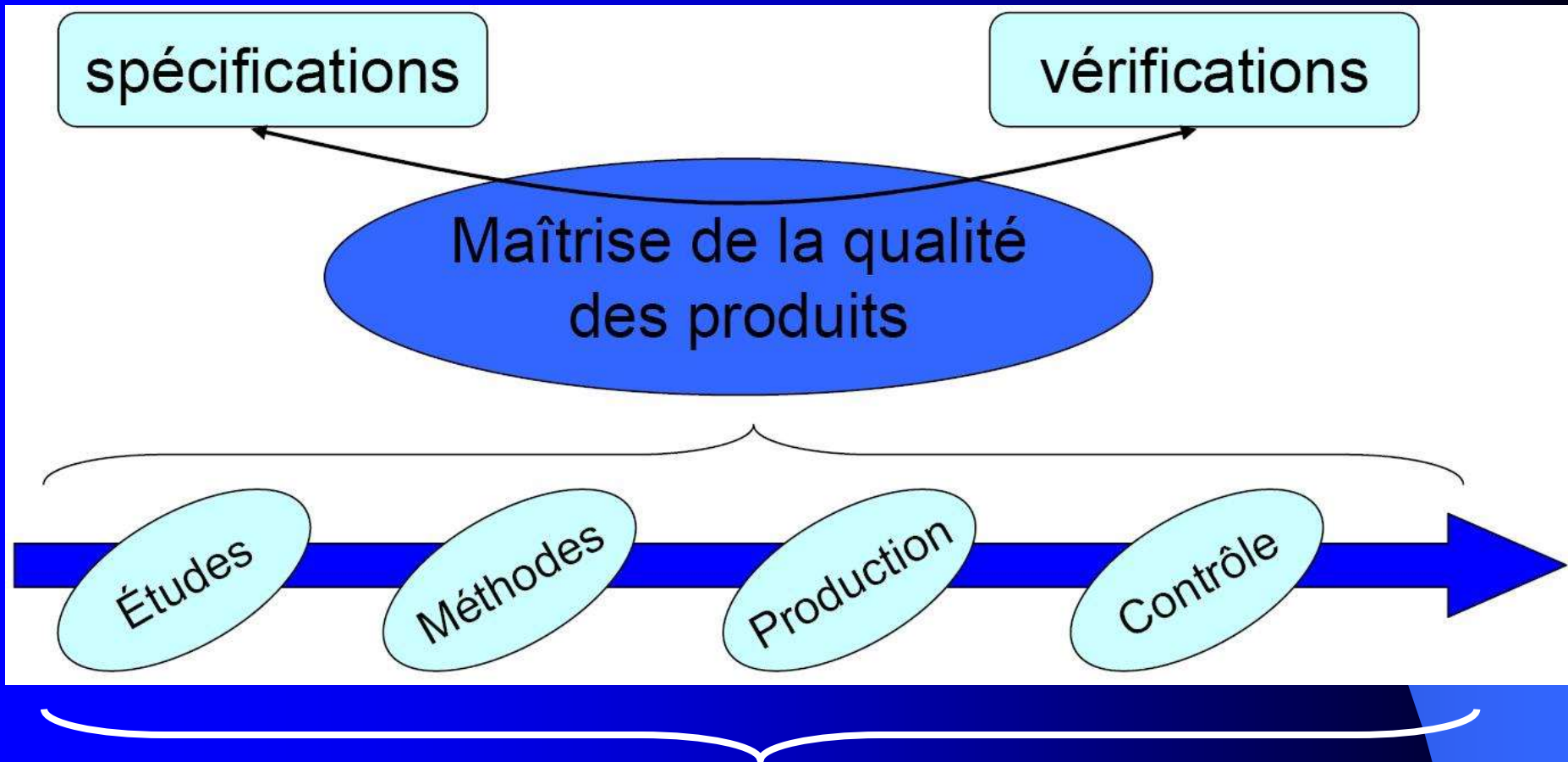


Un tolérancement réfléchi durant la phase de conception permet de diminuer les couts sur la durée de vie du produit.

Remarque : documents ayant un caractère contractuel

- Dessin ou plan d'ensemble
(dimensions nominales et exigences)
- Plan fonctionnel
- Gamme d'assemblage et de réglage
- Dessin de définition (BE)

2- Le concept GPS



GPS → un langage commun de spécification des produits

Au delà de la simple mise au point d'une nouvelle façon de « coter » ou spécifier un produit, la démarche GPS [2] a pour objectif :

- d'unifier les normes actuelles et futures
- De garantir la cohérence du système en cours de construction (pas d'oublis, pas de redondance, **pas d'interprétations multiples**)

Les éléments inclus dans cette démarche sont très nombreux :

Spécification dimensionnelle

Spécification géométrique

Spécifications particulières (épaisseur de revêtements,...)

Instruments de mesure & contrôle (étalonnage, vérification, incertitudes de mesure,...)

Stratégies & procédures de mesurage, règles de décision d'acceptation

Pour atteindre ces objectifs, les comités de normalisation ISO ont mis au point un outil de programmation et d'analyse de la démarche GPS :

LA MATRICE GPS [1], [2]

Elle permet de **visualiser** pour chaque caractéristique dimensionnelle ou géométrique les **normes existantes**.

On y distingue 4 groupe de normes :

- les normes **GPS de base** qui concernent toutes les autres normes (seul le principe de l'indépendance-ISO 8015- est normalisé pour l'instant)
- Les normes **GPS globales** qui influencent tout ou partie des chaînes (*) de normes générales ou complémentaires
- Les normes **GPS générales** qui constituent le noyau des normes GPS qui établit les règles pour l'indication sur les dessins, les principes de vérification,...
- Les normes **GPS complémentaires** qui établissent des règles complémentaires en fonction des procédés de fabrication et / ou des produits.

(*)**Chaîne de normes** : ensemble des normes relatives à la même caractéristique géométrique

<http://www.bipm.org/fr/publications/>

Bureau International des Poids et Mesure

Normes GPS globales

1, 370, 10209-3, 10579, VIM, GUM

14253-1 & 2

NORMES GPS GENERALES

NORMES GPS DE BASE

pour l'instant
une seule
norme :
8015

	Maillon N°	1	2	3	4	5	6
Caractéristique géométrique de l'élément	sous-caract. de l'élément ou paramètre	Indication dans la documentation du produit	Def. des tolérances Déf. théor. et valeurs	Def. des caractérist. de l'élément extrait	Evaluation des écarts de la pièce	Exigences pour l'équipement de mesure	Exigences d'étalonnage
Taille		129, 286-1, 406					
Distance							
Rayon							
Forme d'une ligne (indépendante d'une référence)	Elément réel						
	Elément dérivé						
.....							
Position							
.....							
Arrêtes		13715	13715				

La matrice se poursuit vers le bas avec les normes GPS complémentaires

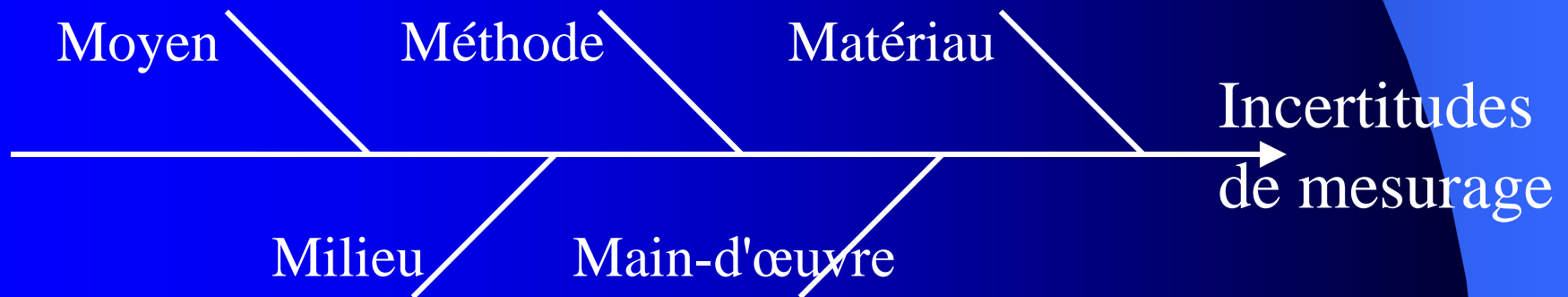
La cohérence et la complémentarité des normes sera obtenue lorsque plus aucune case ne sera vide.

3- Remarque importante : les règles de décision

The diagram illustrates measurement uncertainty through three examples:

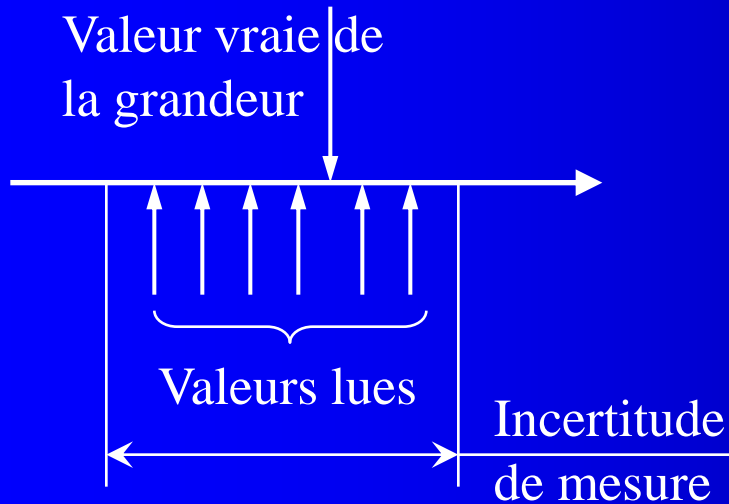
- BE**: A caterpillar. A blue speech bubble above it contains a yellow rectangle with a dashed line, representing a measurement of length.
- FAB**: A shark. A blue speech bubble above it says "J'ai compris maintenant que tu causes le GPS", indicating a measurement error.
- AQ**: A bear. A blue speech bubble next to it says "La pièce ne peut pas être parfaite, mes moyens de contrôle et les contrôleurs non plus.", indicating that the measurement process itself is imperfect.

Il existe donc des incertitudes de mesurage provenant de plusieurs origines:



Conséquence :

on ne peut pas utiliser **n'importe quel instrument** pour vérifier la conformité d'une pièce / à une spécification avec la **même confiance**.



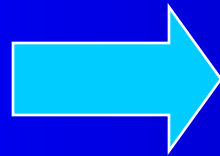
Moyen de mesure	Pied à coulisse avec vernier 2/100	Micromètre d'extérieur
Incertitude de mesure	0,1 à 0,2 mm	0,005 à 0,020 mm



La confiance dans le résultat d'une mesure au pied à coulisse est donc beaucoup plus faible qu'avec un micromètre

REGLES DE DECISION : norme GPS ISO 14253-1 (1998) [1]

1998 : Parution de la norme GPS ISO 14253-1

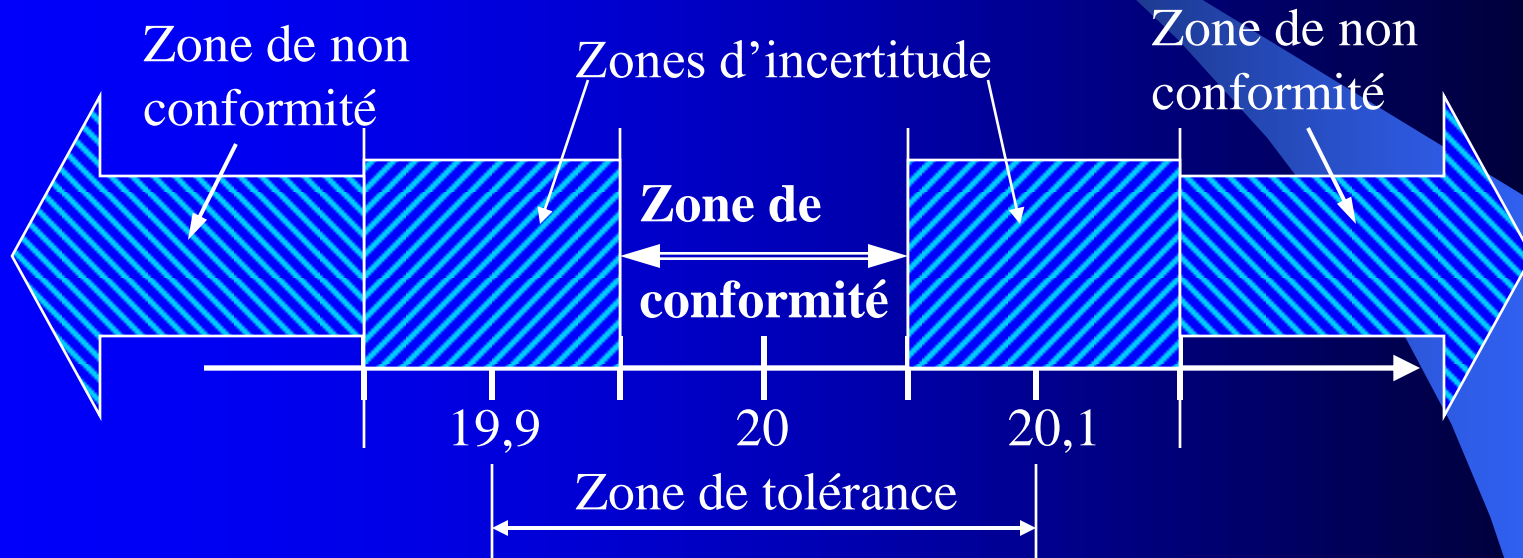


L'incertitude générée par le processus de mesure doit être prise en compte pour garantir la conformité à la spécification (sauf accord particulier client / fournisseur)

Exemple :

Spécification à contrôler → $20 \pm 0,1$

Moyen utilisé → pied à coulisse / incertitude $U = 0,1$ mm



La zone de conformité est ici définie par l'intervalle $[19,95 ; 20,05]$



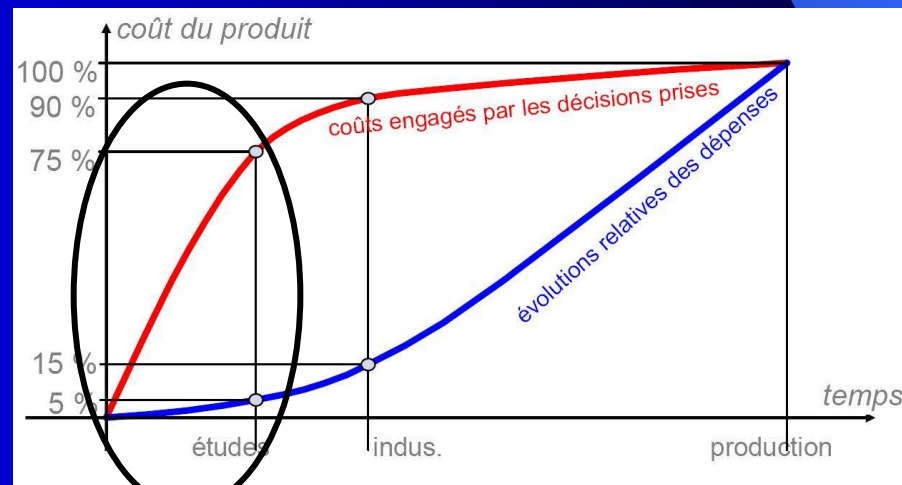
Seules les pièces pour lesquelles les mesures se trouvent dans cet intervalle peuvent être déclarées bonnes.

De la bonne utilisation de la norme ISO 14253-1

L'**esprit** de cette norme est d'attirer l'attention sur la nécessité de réaliser les mesures avec un **moyen induisant des incertitudes en rapport avec la tolérance** à vérifier.

L'**objectif** est d'avoir la **tolérance la plus large possible** et les **incertitudes les plus faibles** pour que la décision de conformité puisse être prise sans le moindre doute. Et il faut y penser **dès la conception** :

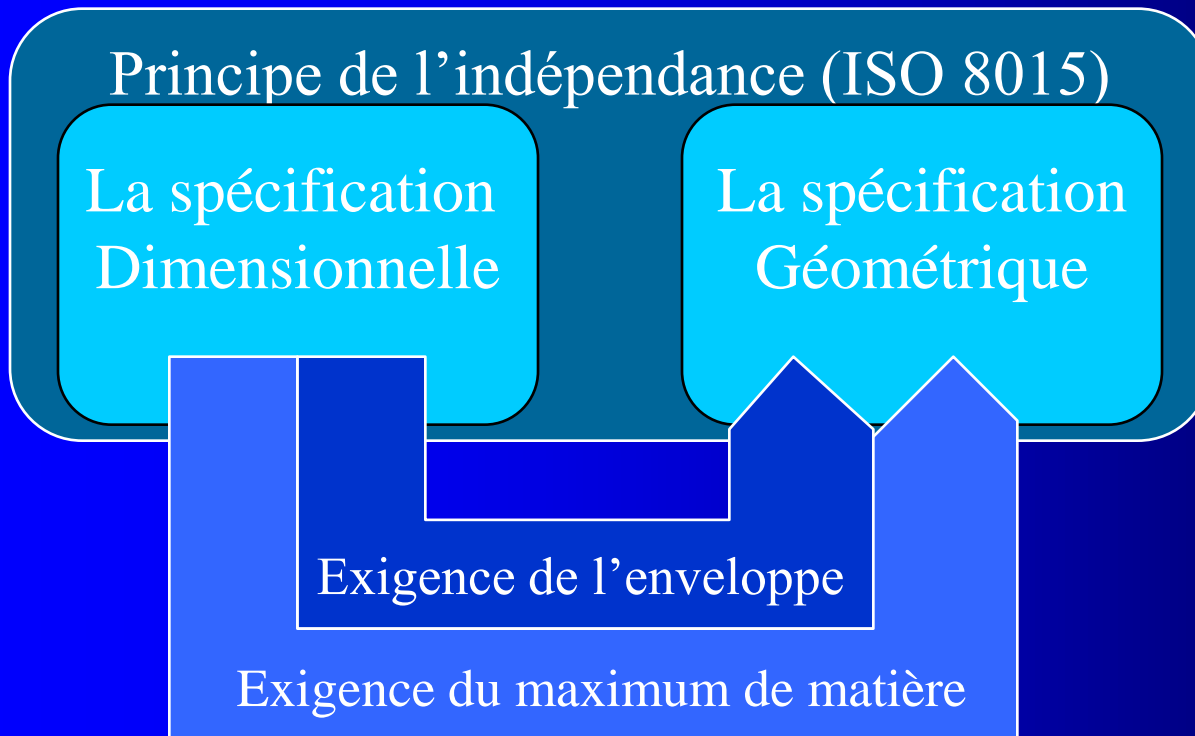
- La fonction à remplir nécessite t-elle vraiment une tolérance aussi faible ?
- Quel moyen faudra t-il utiliser pour vérifier cette spécification ?
Combien ça coûte ?



II – Principe du tolérancement normalisé

1 – Principe de l'indépendance

Le tolérancement normalisé repose sur 2 concepts encadrés par le principe d'indépendance sauf indication particulière spécifiée :

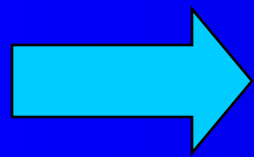


De façon générale, toutes les spécifications doivent être considérées indépendantes les unes des autres.

2- Démarche de conception avec le concept GPS [2]

La spécification géométrique des produits, symbolisée GPS, consiste à définir au travers d'un dessin de définition :

- La forme, les dimensions et les caractéristiques d'une pièce qui en assure le fonctionnement optimal.



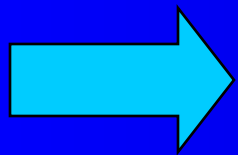
Définition du nominal

=

Dimensionnement
+ caractéristiques
de surface

1ère
étape

- les dispersions autour de cet optimal pour les quelles la fonction est toujours satisfaite.(définition des écarts géométriques autorisées autour du nominal)



Définition
des tolérances

=

Tolérancement

2ième
étape

III- Rappels sur le tolérancement ISO

- **Cotes : définitions**

C ^{ES}_{EI}

C : cote nominale

ES : écart supérieur (tolérance maximale)

EI : écart inférieur (tolérance minimale)

C_M : **Dimension MAXIMALE** = $C + ES$

ou abusivement « cote maximale »

C_m : **Dimension MINIMALE** = $C + EI$

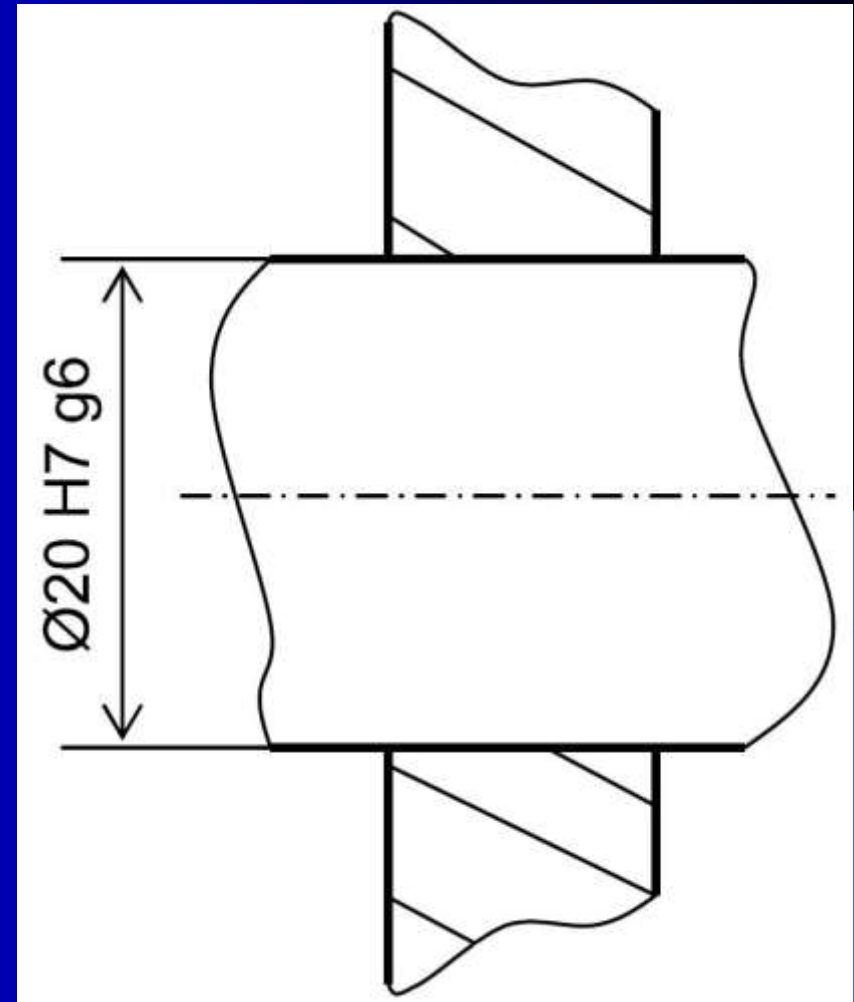
ou abusivement « cote minimale »

IT : Intervalle de tolérance = $ES - EI$

- **Systeme des tolerances ISO et ajustements (ISO 286-1:1988)**

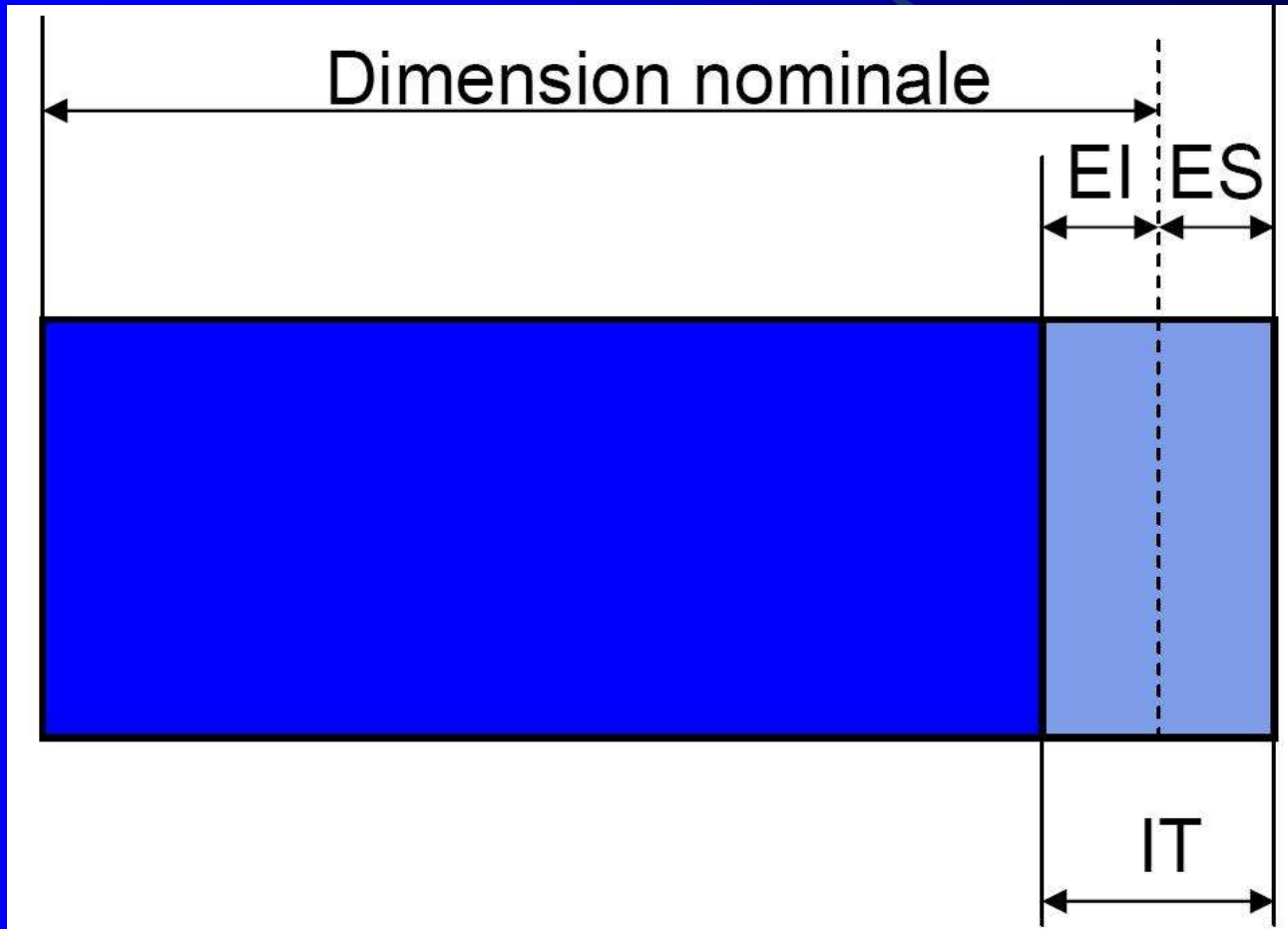
On parle d'ajustement lorsque l'on assemble une surface « mâle » et une surface « femelle » avec la même cote nominale.

Exemple d'un arbre dans un alésage, ou d'un tiroir dans son logement.



- **Ecart**

Différence algébrique entre une dimension (maxi, effective, ...) et la dimension nominale correspondante

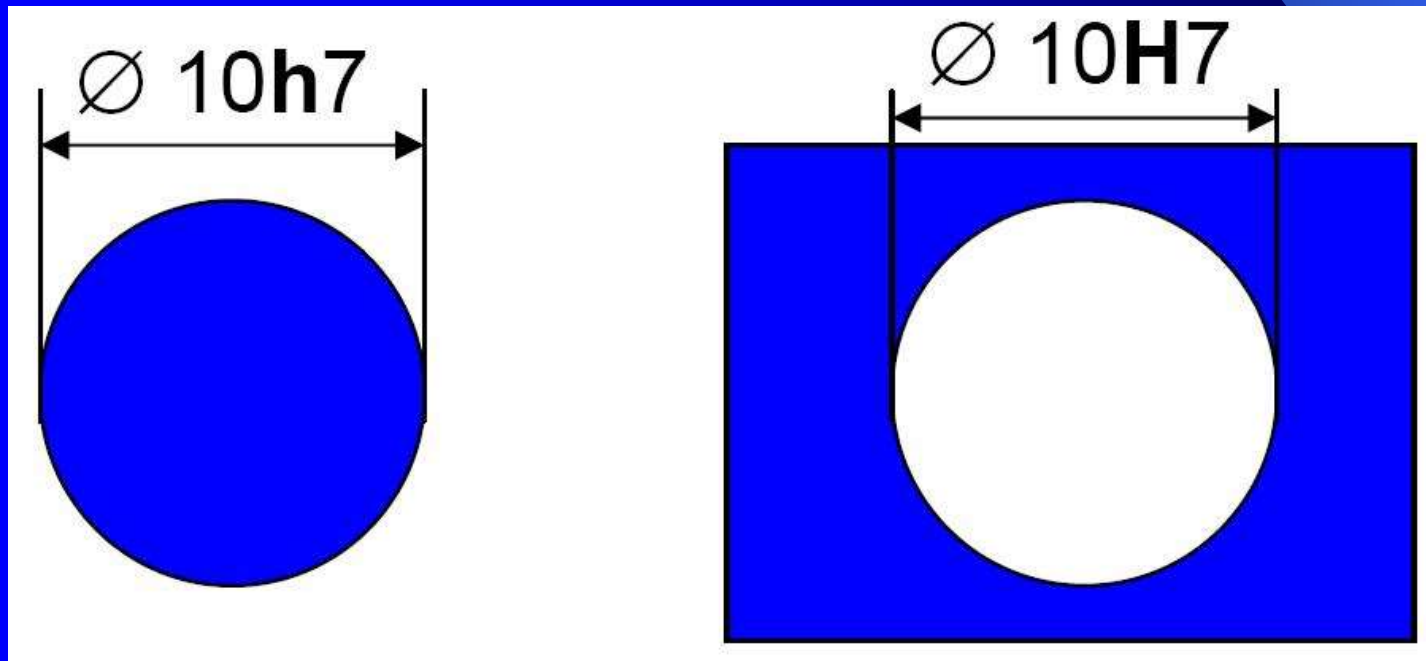


● Normalisation

(La norme ISO (NF EN 20286-1) permet un codage standardisé des assemblages de pièces)

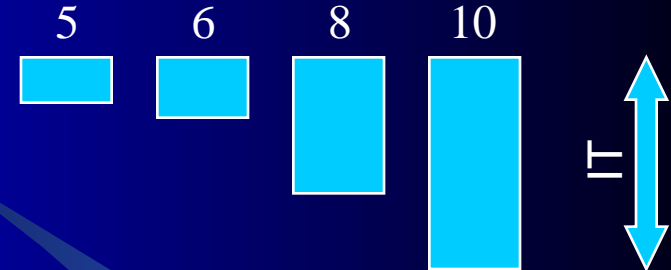
Repérage des arbres et des alésages

- Les pièces pleines (arbres) : lettres minuscules
- Les pièces creuses (alésages) : lettres majuscules



- **Degré de tolérance**

→ Le degré de tolérance, représenté par un chiffre (01, 0, 1, ... 16), détermine la qualité de la cote réalisée : appelée aussi **classe de qualité**. Plus le chiffre est petit, plus la cote est précise.



- **Intervalle de tolérance**

→ L'IT est la valeur de la tolérance fondamentale pour une qualité donnée. Cette valeur dépend aussi de la dimension nominale.

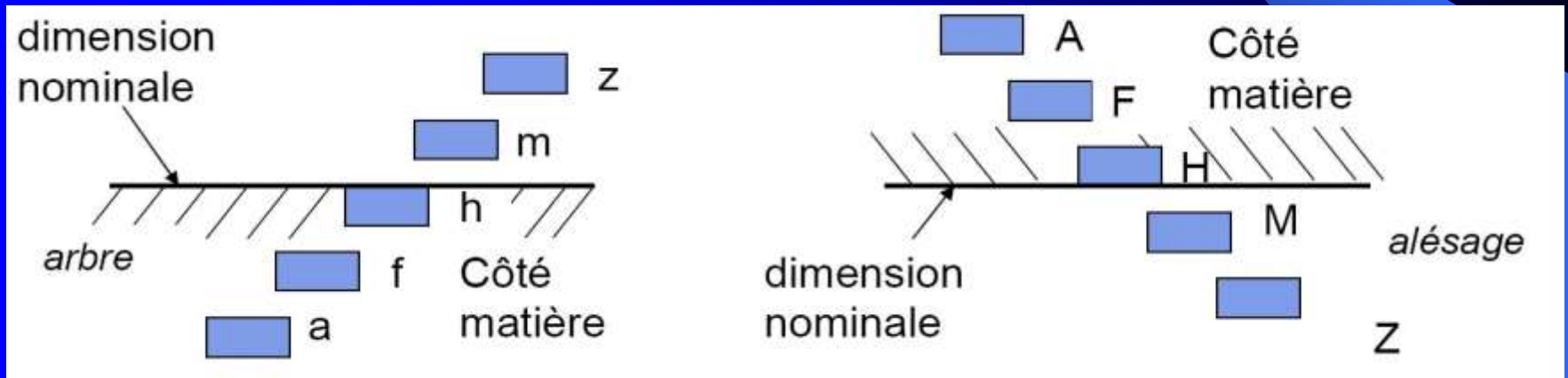
TOLERANCES FONDAMENTALES IT (en micromètre)										
qualité	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250
5	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20
6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29
7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46
8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72
9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115
10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185
11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290
12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460
13	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720
14	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150
15	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850
16	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900

● Ecart fondamental

→ C'est l'écart choisi pour définir la position de la zone de tolérance par rapport à la ligne 0.

On choisit par convention celui qui est le plus proche de la ligne 0.
Ils sont désignés par une ou deux lettres

→ La position des écarts par rapport à la cote nominale se repère par des lettres de l'alphabet

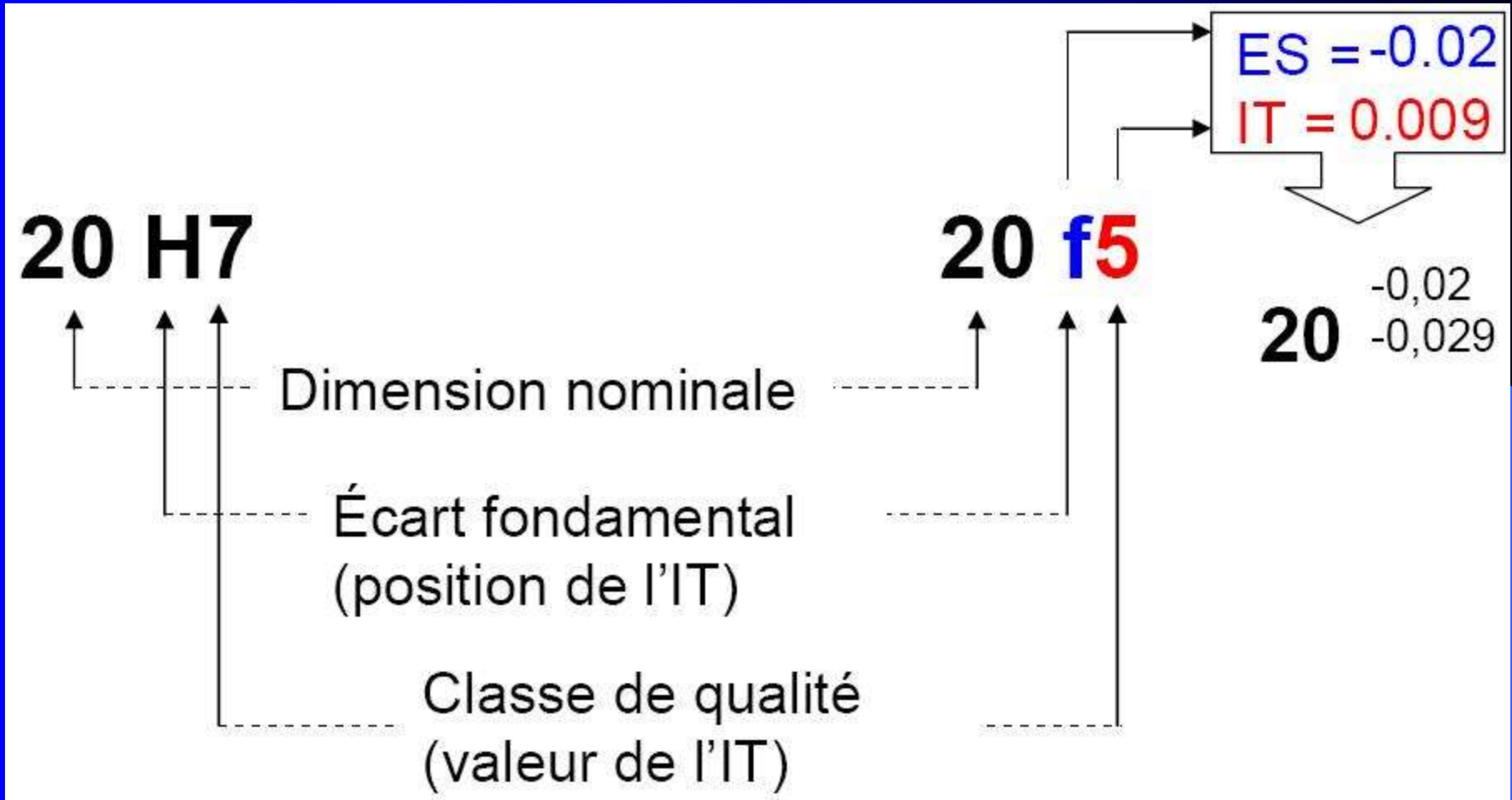


● Principaux écarts en micromètres :

Voir norme ISO 286-1:1988, guide du dessinateur (attention → incomplet),...

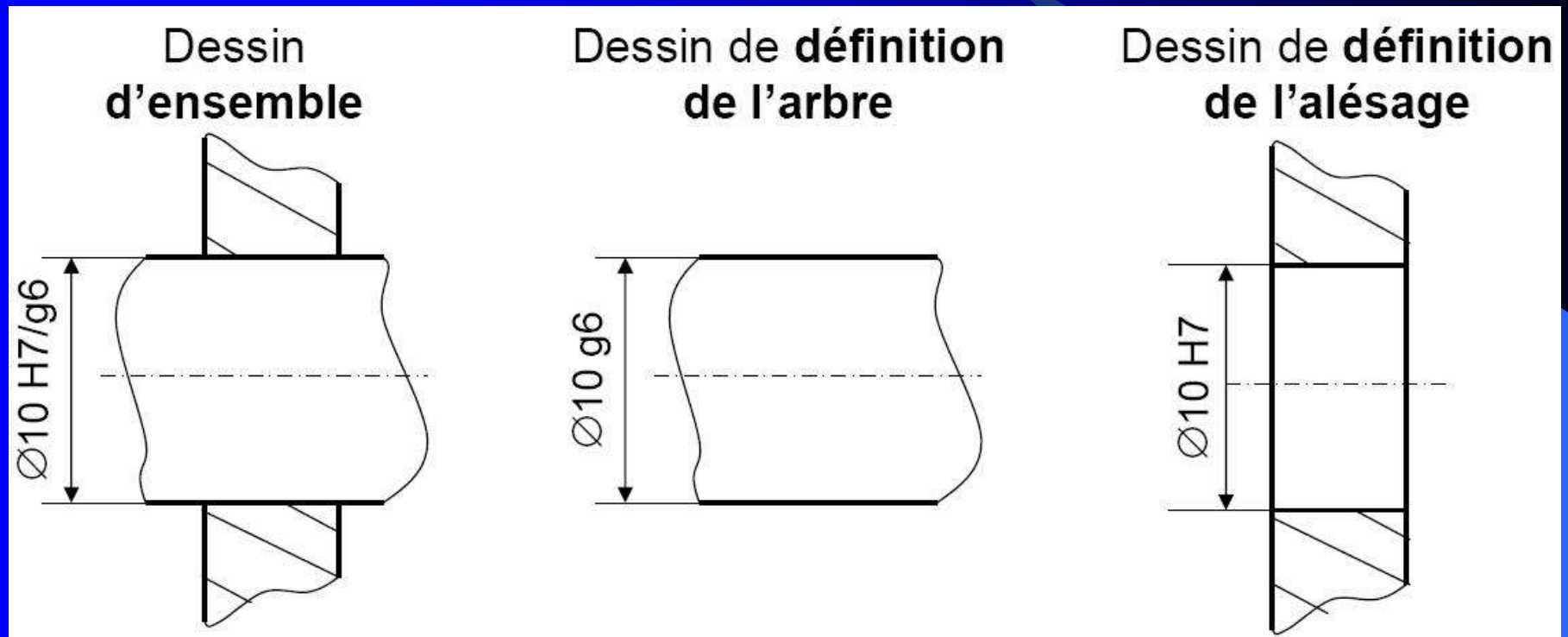
● Conclusion et interprétation

→ Une cote normalisée s'écrit sous la forme :

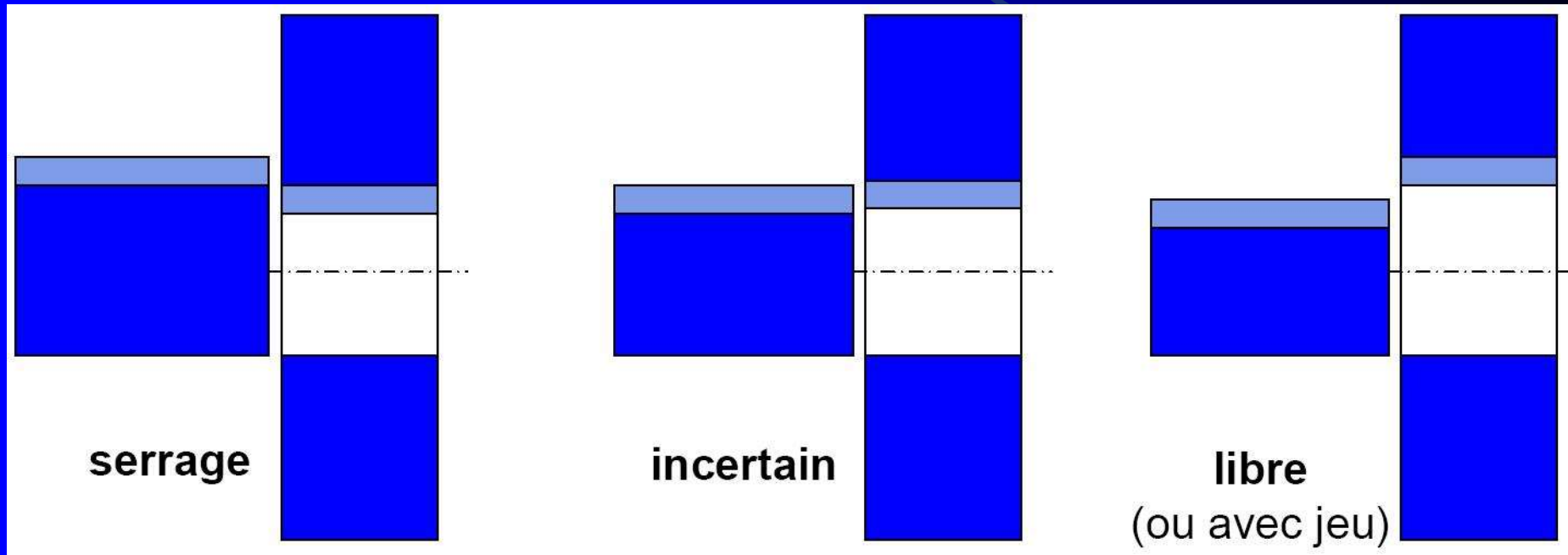


● Les ajustements

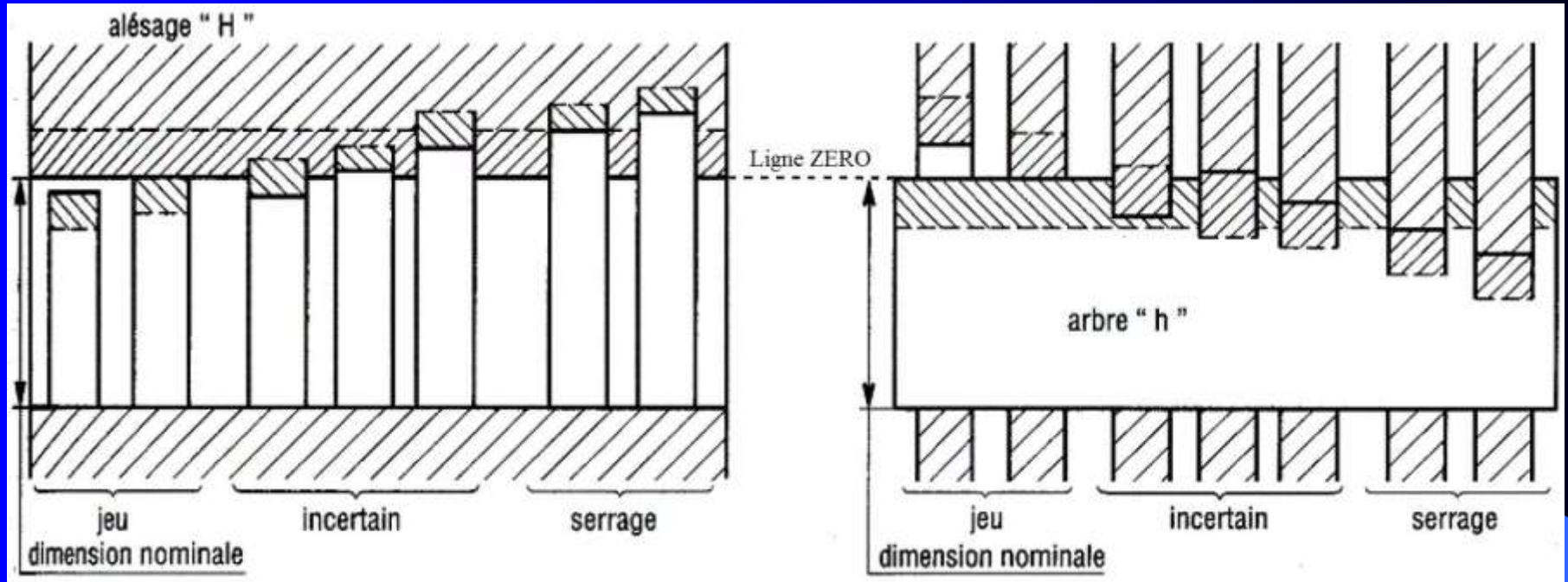
➔ Indications sur les dessins



- 3 types d'assemblage



- Système d'alésage normal
- Système d'arbre normal



La pièce la plus délicate à réaliser doit être affectée du degré de tolérance le plus élevé.
L'alésage qui est souvent l'élément le plus délicat à fabriquer aura donc la plupart du temps un degré de tolérance plus élevé .

● Exemples

Pour chacun des cas suivants, déterminer les jeux et serrages, puis commenter l'influence des classes de qualité et des écarts fondamentaux sur les assemblages.

Ø 80H8/f7

Ø 80H7/k6

Ø 80H6/p5

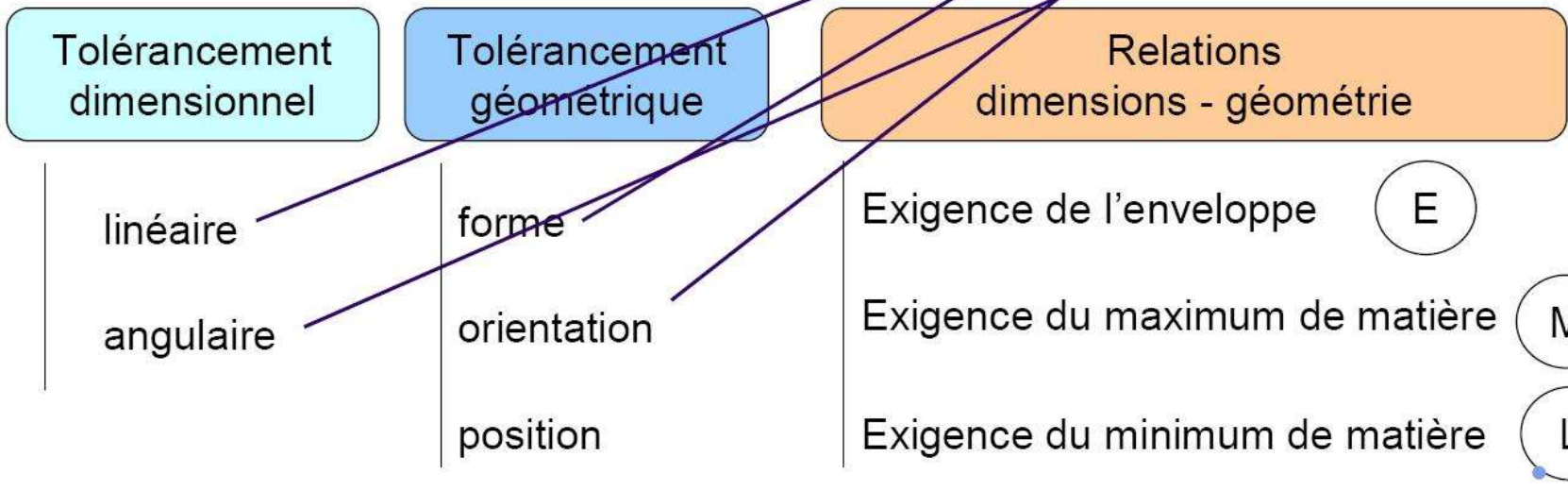
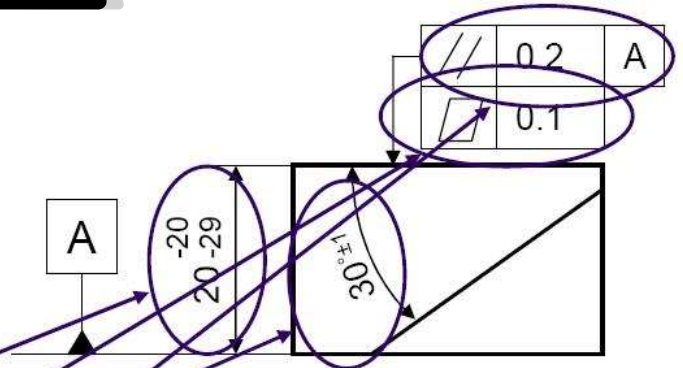
IV- Les tolérances dimensionnelles

- Principe de tolérancement de base (ISO 8015 : 1985)



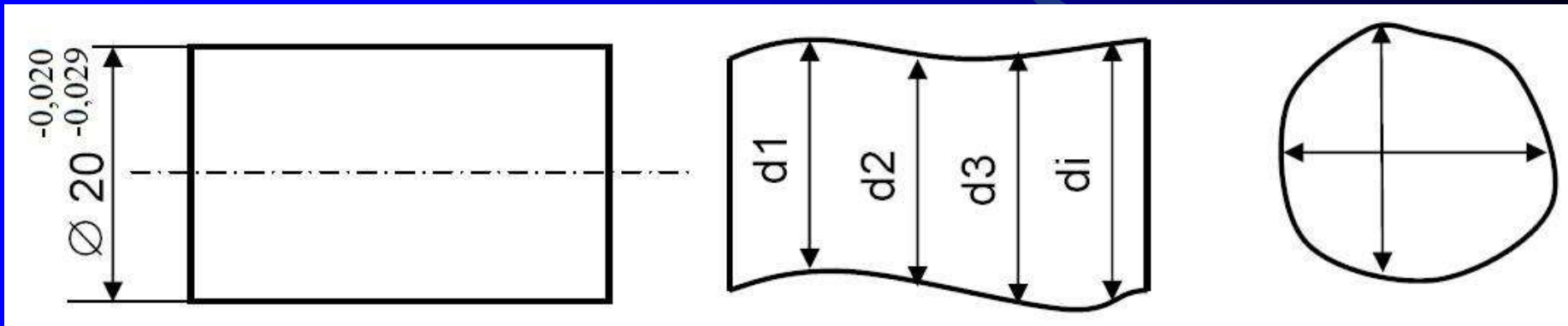
- Principe d'indépendance

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



• Tolérance de dimension linéaire

Une tolérance linéaire limite uniquement les dimensions locales réelles mesurées entre 2 points mais pas les écarts de forme des surfaces associées.



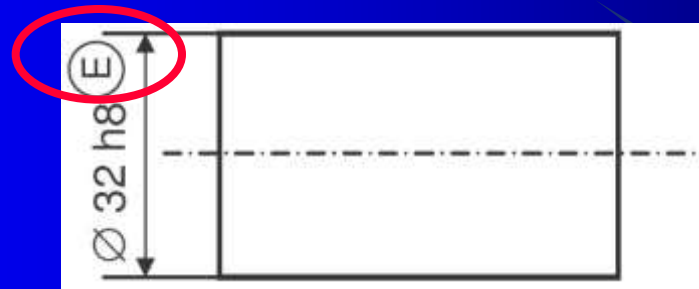
• Conséquence : tolérancement des dimensions locales réelles

→ Les tolérances linéaires ne peuvent caractériser que des dimensions locales réelles (« taille » d'un élément).

- Diamètre d'un cylindre ou d'une sphère
- Largeur d'un élément : 2 surfaces parallèles en vis à vis

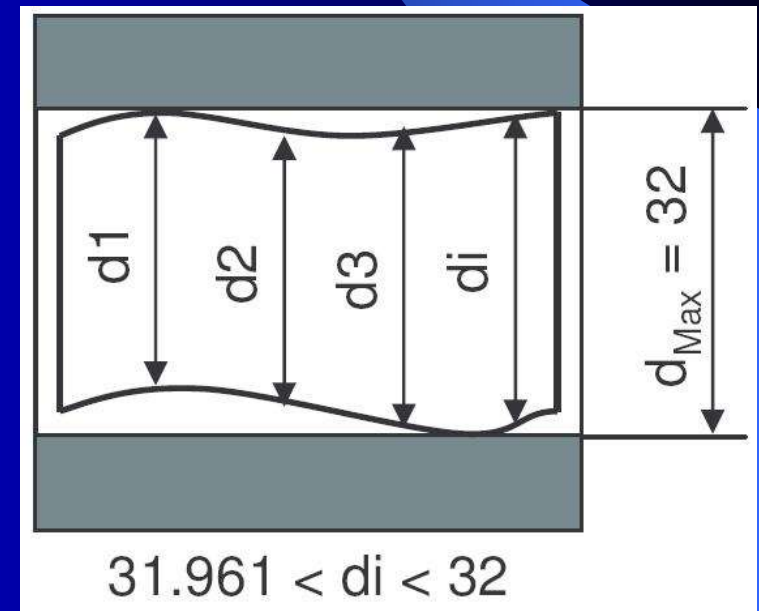
● Exigence de l'enveloppe (ISO 8015)

→ L'exigence de l'enveloppe se traduit par la mise en place d'une relation entre la dimension de l'élément et sa forme.



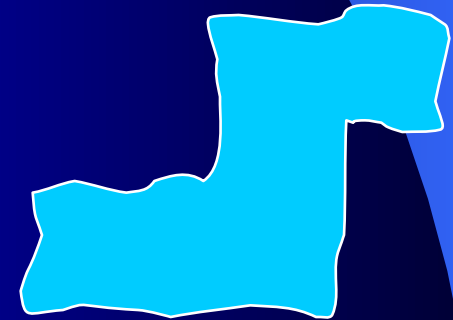
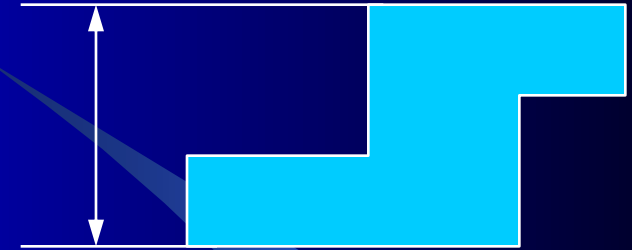
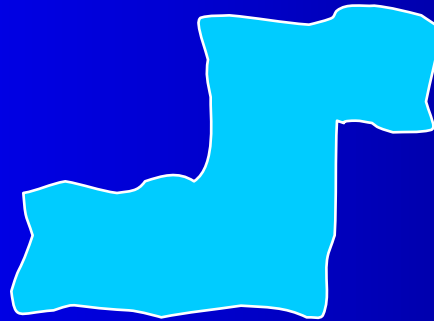
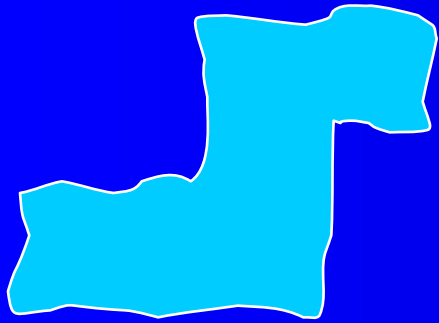
→ Elle dit que l'enveloppe de forme parfaite au maximum de matière ne doit pas être dépassée

→ Cette exigence est le moyen de limiter les écarts de forme d'un élément par une tolérance dimensionnelle



● **Exemple :**

interpréter cette spécification
comment vérifier la conformité ?

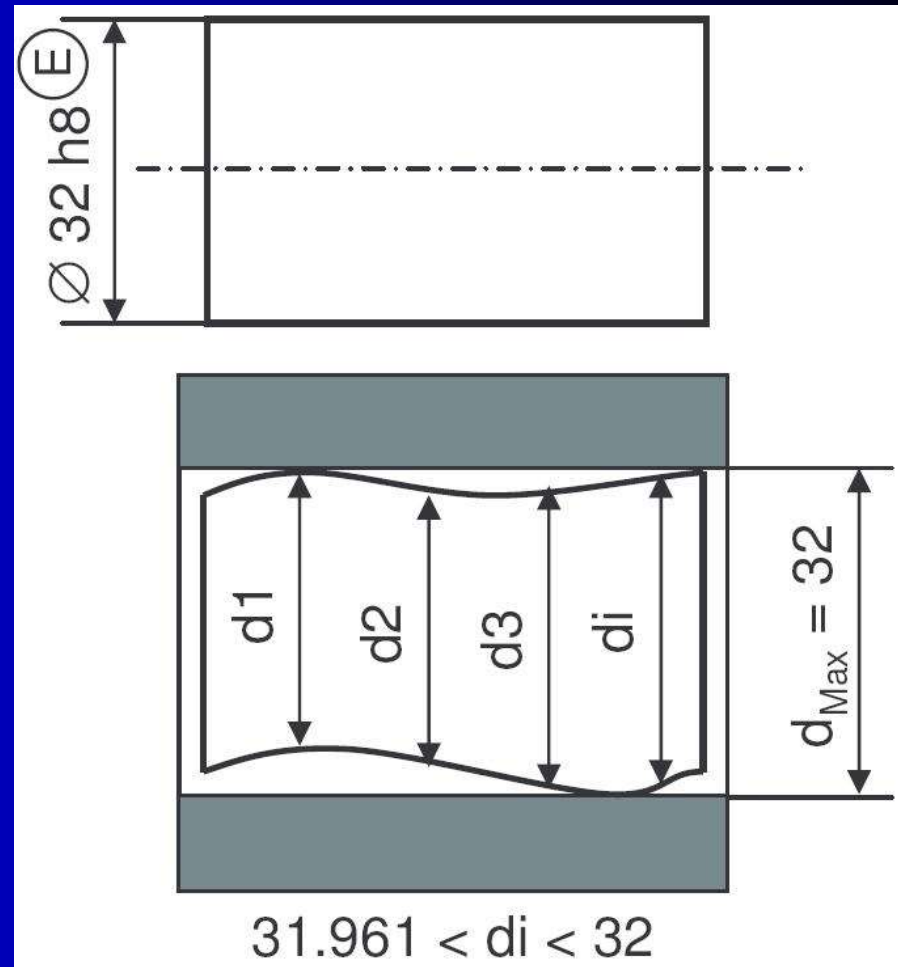


● Exigence de l'enveloppe (ISO 8015)

→ L'exigence de l'enveloppe se traduit par la mise en place d'une relation entre la dimension de l'élément et sa forme.

→ Elle dit que l'enveloppe de forme parfaite au maximum de matière ne doit pas être dépassée.

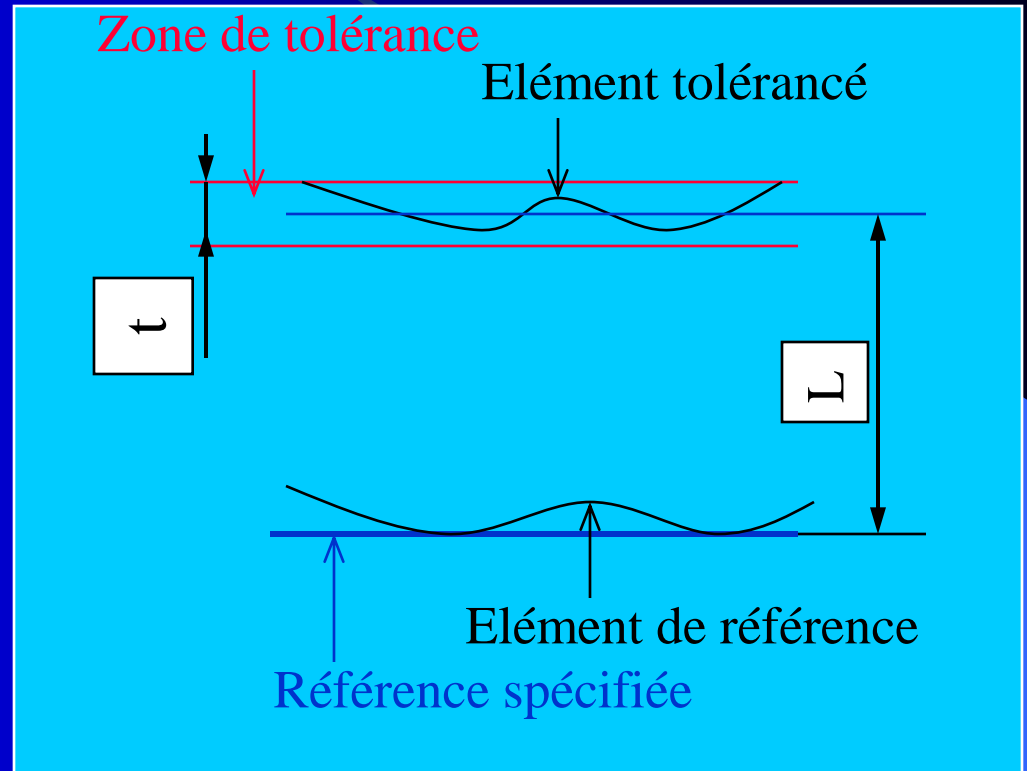
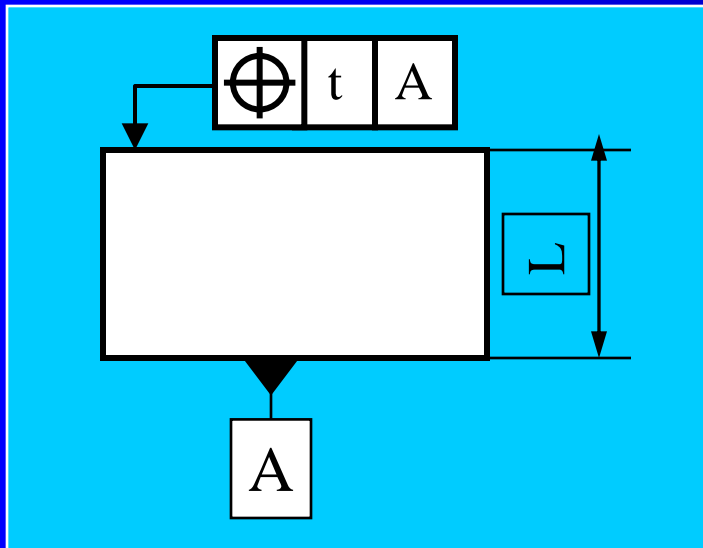
→ Cette exigence est le moyen de limiter les écarts de forme d'un élément par une tolérance dimensionnelle



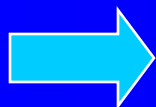
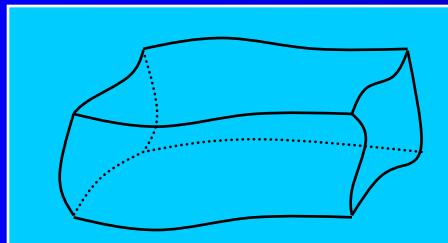
III – Les outils de base de la GPS

1 – Position du problème [3],[4]

Modèle nominal + tolérancement Représentation du réel et constructions



Skin model

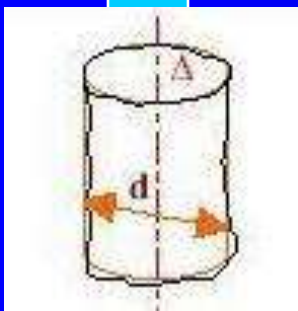


A partir du modèle nominal et du « skin model » il faut extraire et construire différents éléments permettant de définir ou de lire le tolérancement (exemple ci-dessus → lecture)

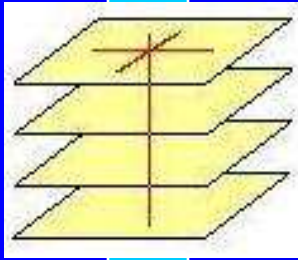
2- Les opérations de création d'éléments géométriques[3] : Exemple pour un axe .



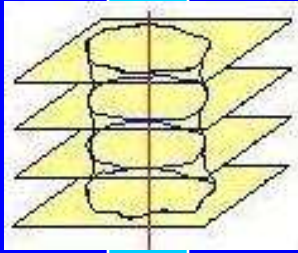
1 – **Découpage** de la peau du « skin model » d'un élément cylindrique non-idéal (« réel »)



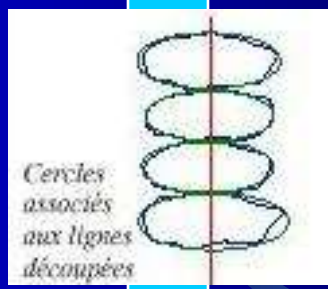
2- **Association** selon un critère d'un élément idéal de type **CYLINDRE** d'axe δ



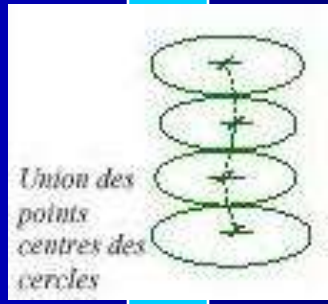
3 – **Construction** d'un ensemble d'éléments idéaux de type **PLANS**, contraints à être \perp à δ



4- **Découpage** de la surface cylindrique non-idéale par les plans, créant des lignes non-idéales sur chaque plan.



5- **Association** à chaque ligne selon un critère normalisé d'un élément idéal de type **CERCLE** → **Centres des cercles = points**



6- **Union** des éléments points formants un élément non-idéal



7- La ligne, lieu des centres des cercles, devient **l'image de l'axe** du cylindre réel. On dit aussi que l'axe est un **élément dérivé** du cylindre.

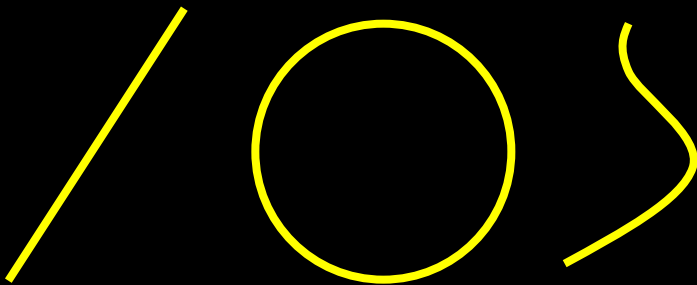
IV- Langage ISO de codification GPS [3],[4]

1- Définition des tolérances géométriques

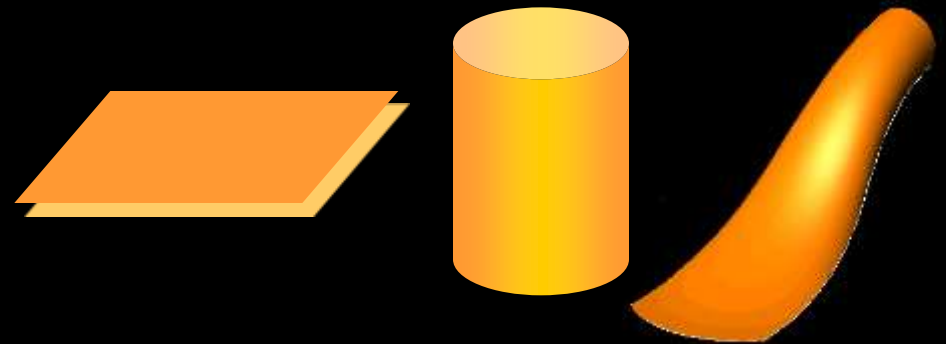
LE TOLÉRANCEMENT DES FORMES

Il permet de spécifier des exigences quant à la forme ...

des lignes

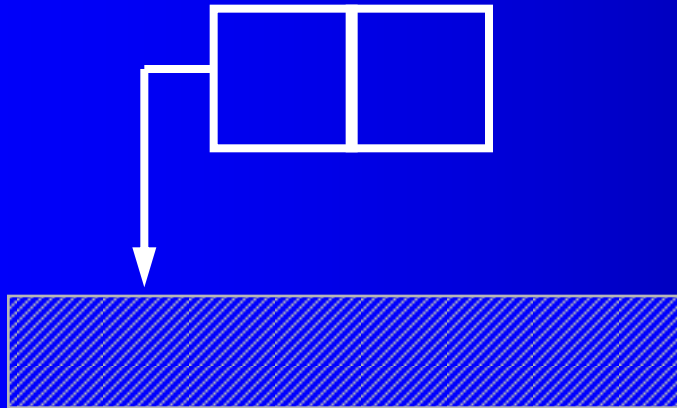


des surfaces



Eléments spécifiés

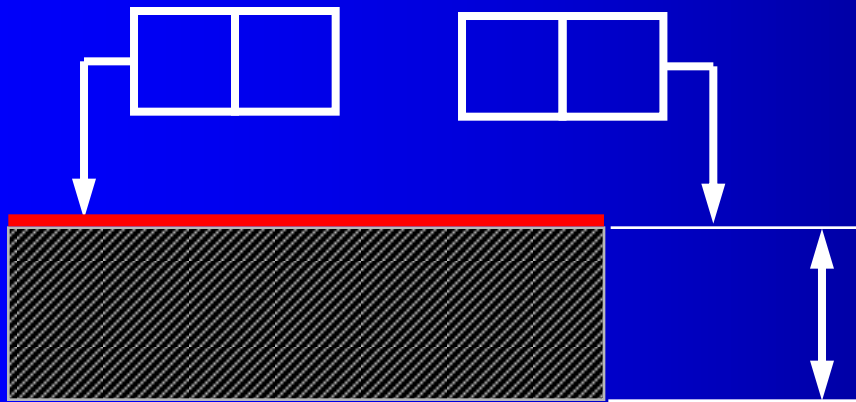
Comment spécifier la ligne ou la surface que l'on veut tolérer ?



Puis une flèche indiquant la direction de mesurage

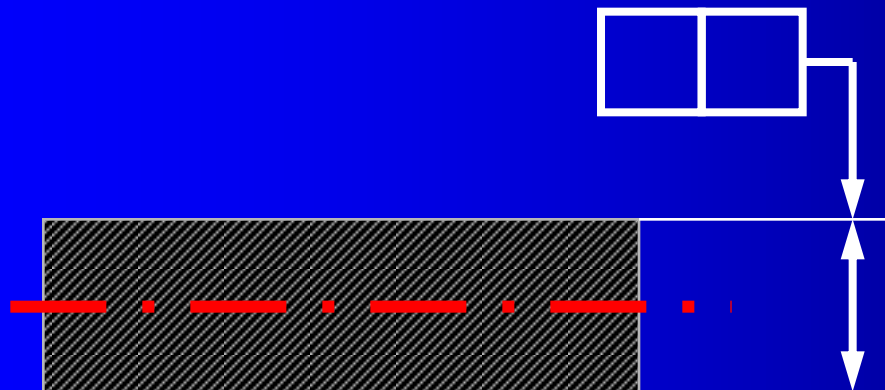
Eléments spécifiés

Attention, si la flèche pointe ainsi:



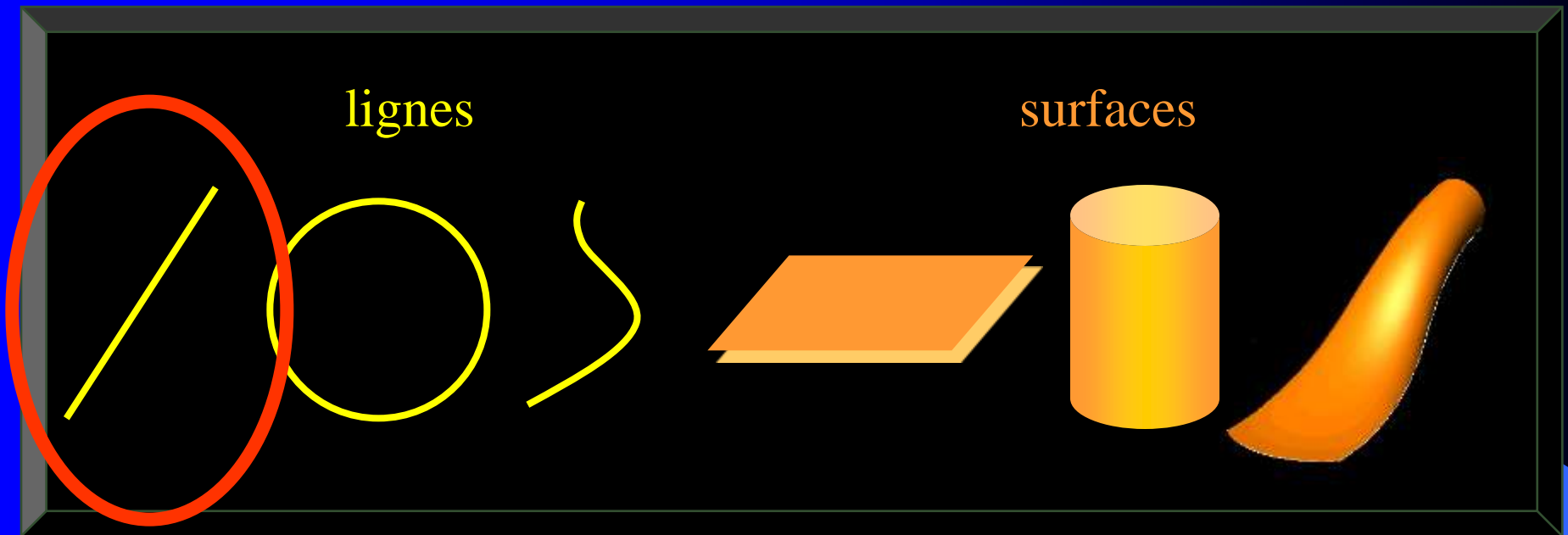
Voici l'élément spécifié

Mais si elle pointe dans le prolongement de la ligne de cote...



L'élément spécifié est alors l'axe ou le plan médian de la pièce.

Quelle exigence spécifier

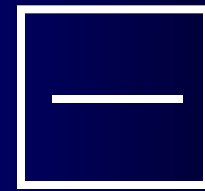


Pour une droite l'exigence portera sur sa

RECTITUDE

RECTITUDE

Symbole:



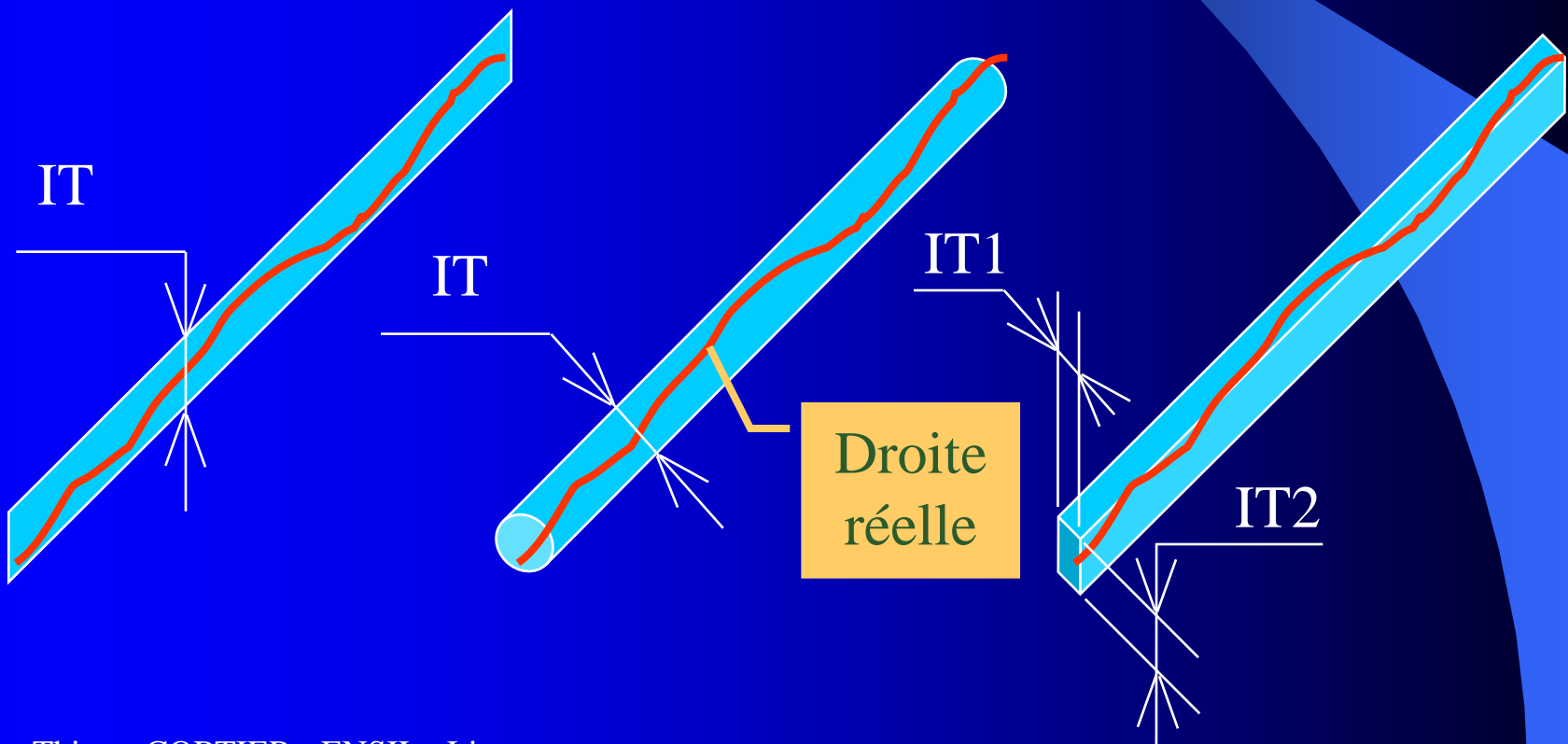
Zone de tolérance:

Suivant les cas, elle peut prendre l'une des 3 formes suivantes:

Une surface

Un cylindre

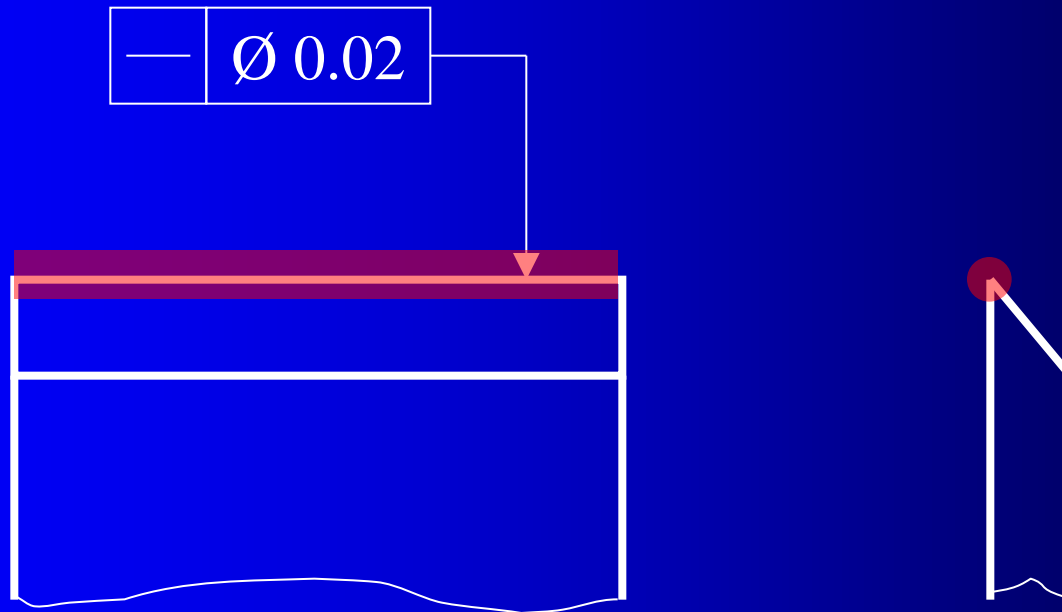
Un prisme



EXEMPLE 1 :

Élément tolérancé: ? L'arête supérieure réelle de la pièce.

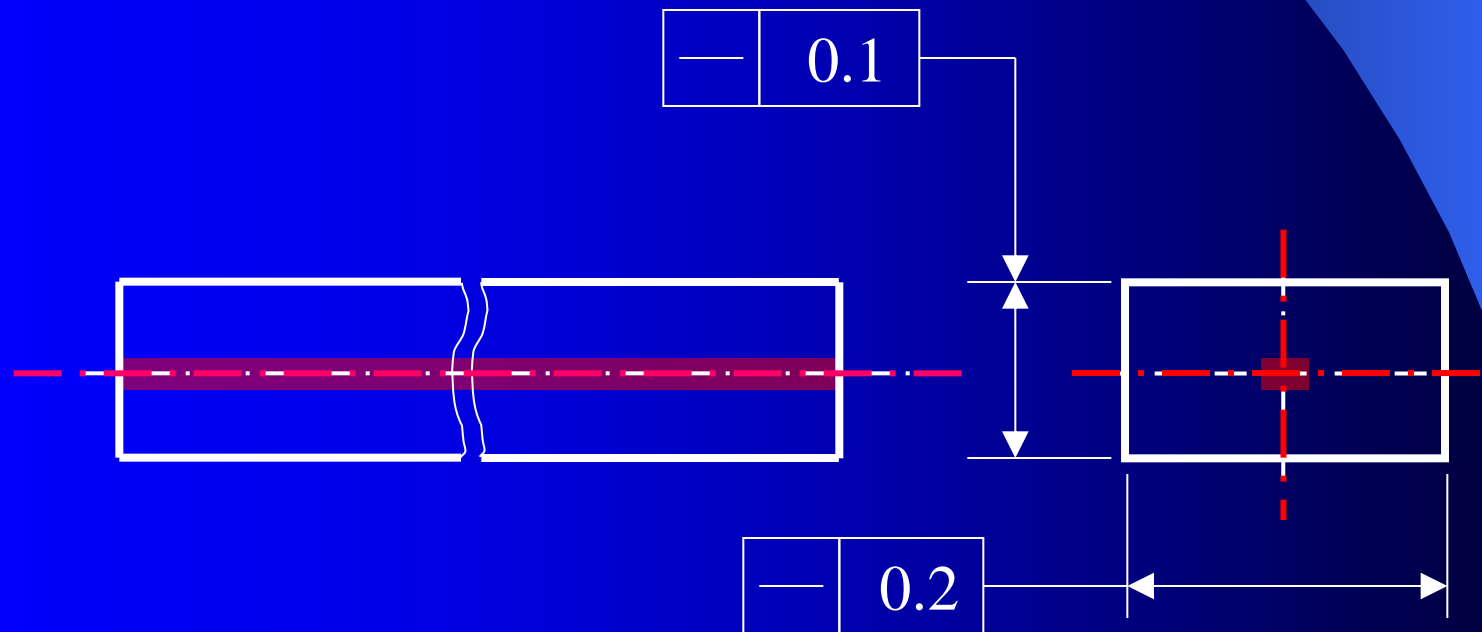
Zone de tolérance: ? Un cylindre.



EXEMPLE 2 :

Élément tolérancé: ? l'axe réel de la pièce.

Zone de tolérance: ? un prisme.



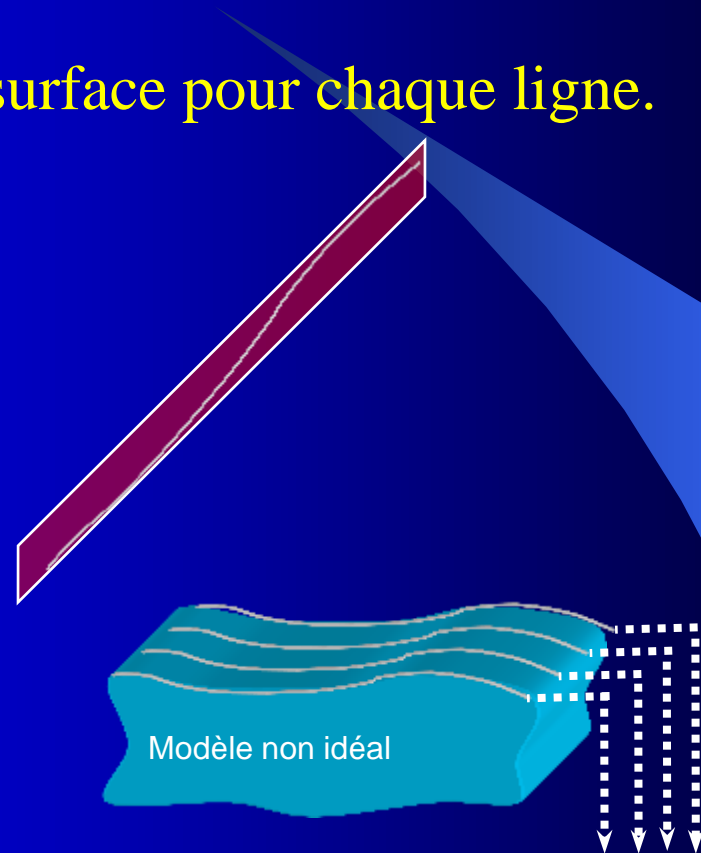
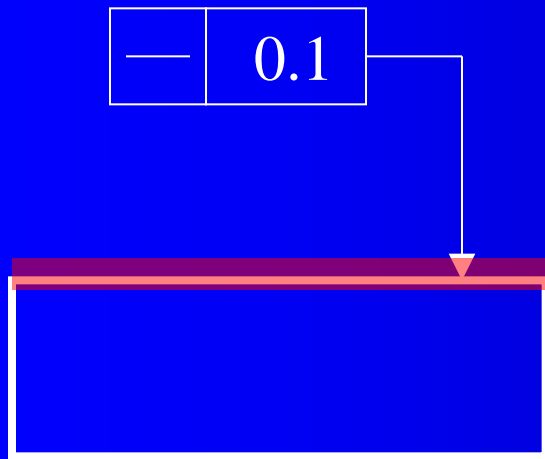
EXEMPLE 3 :

Élément tolérancé: ?

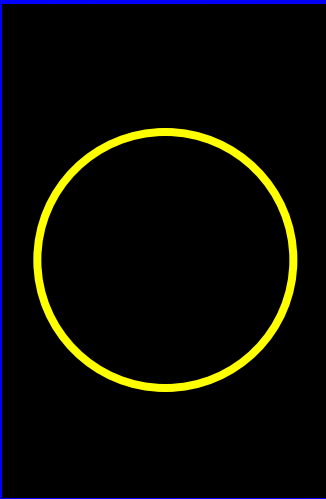
Les lignes de la surface réelle de la pièce.

Zone de tolérance: ?

une surface pour chaque ligne.



Lignes
nominalement rectilignes

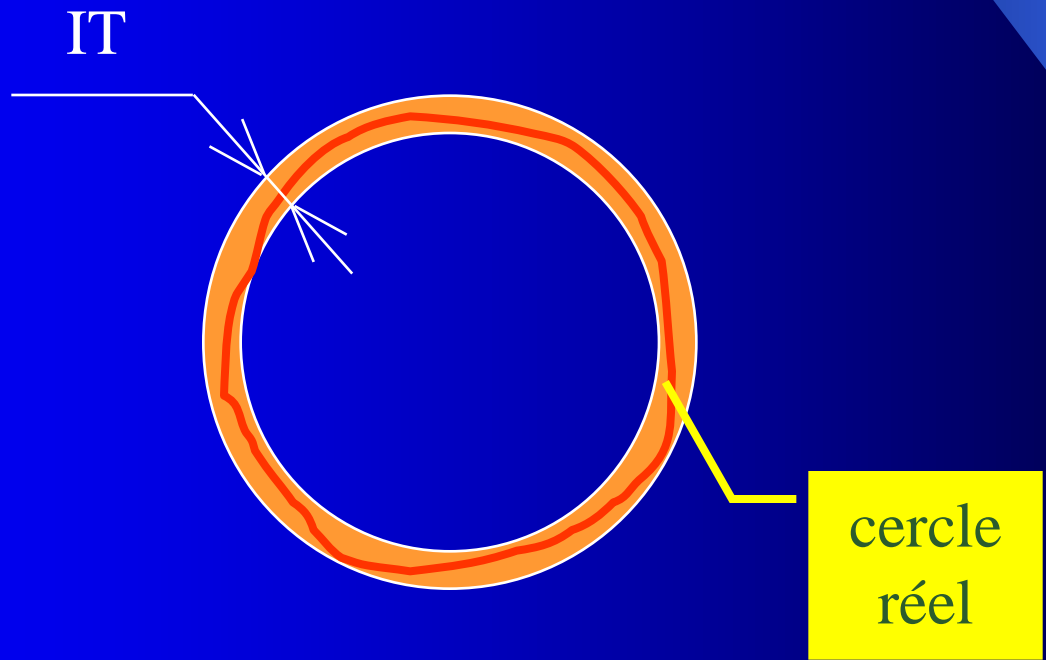


CIRCULARITÉ

Symbole: 

Zone de tolérance:

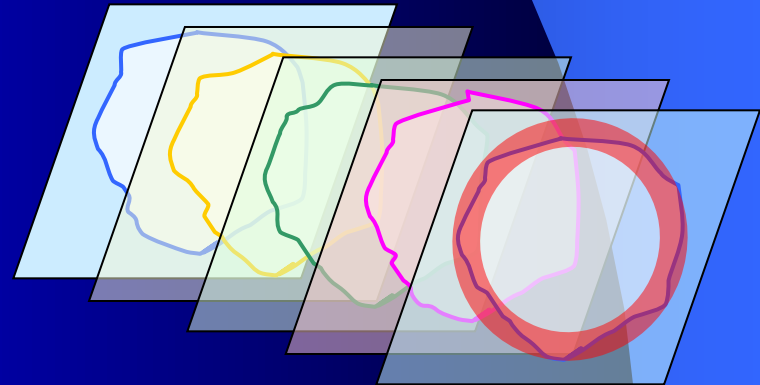
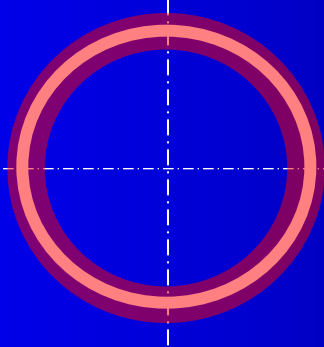
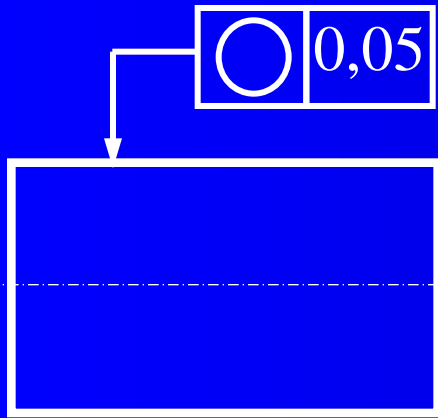
Une surface en couronne



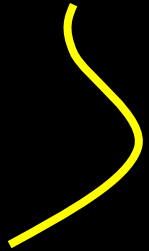
EXEMPLE :

Élément tolérancé: ? Les cercles réels limitants
les sections droites de la pièce.

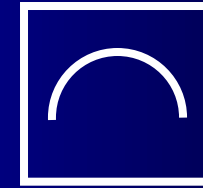
Zone de tolérance: ? Une surface en couronne pour chaque cercle.



FORME D'UNE LIGNE



Symbole:



Zone de tolérance:

Une surface

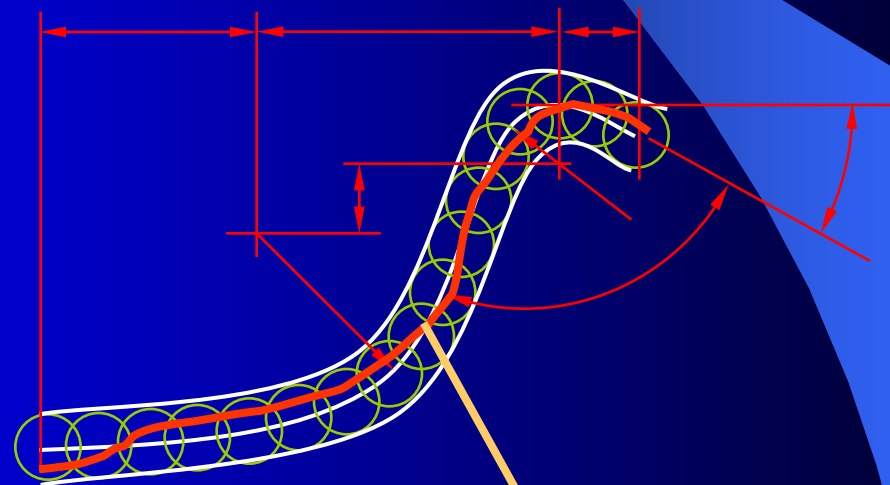
Elle se construit à partir du profil idéal

...

sur lequel on place des cercles

...

qui servent à définir 2 lignes enveloppes, limites de la zone.

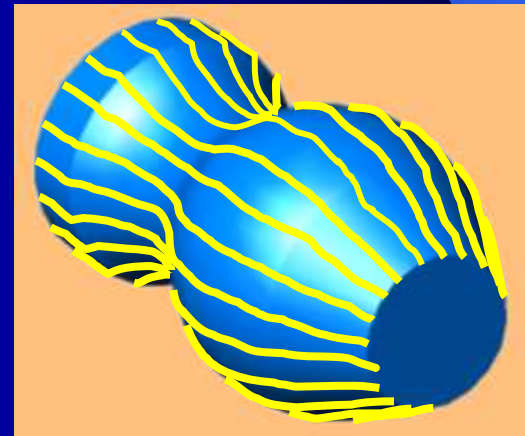
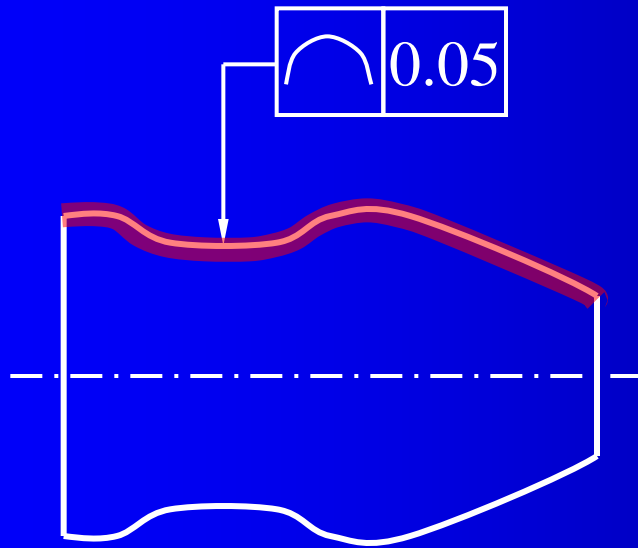


Ligne
réelle

EXEMPLE :

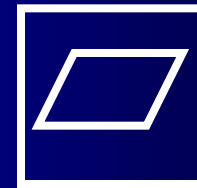
Élément tolérancé: ? Les lignes génératrices réelles de la pièce.

Zone de tolérance: ? Une surface pour chaque génératrice.



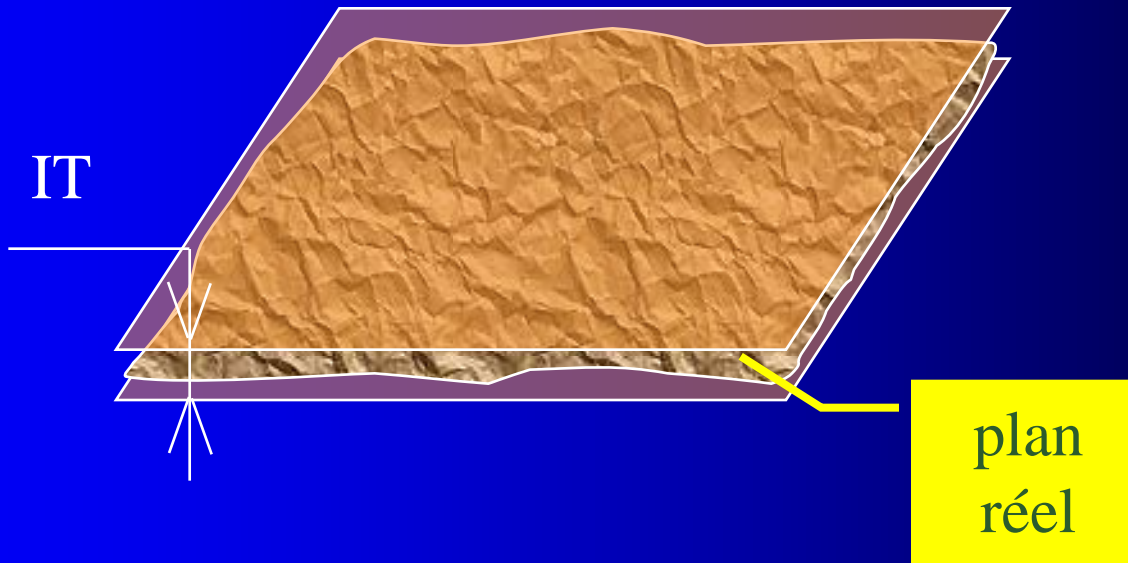
PLANÉITÉ

Symbole:

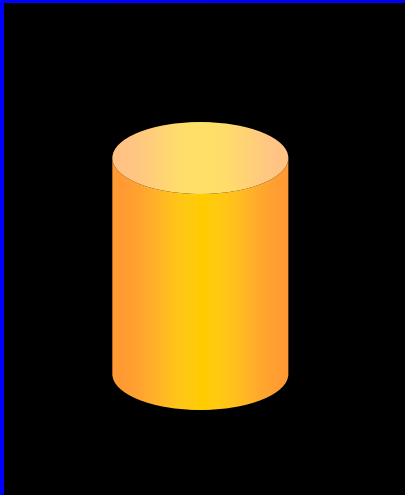


Zone de tolérance:

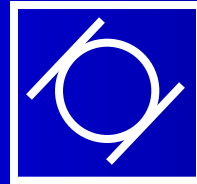
Un volume



CYLINDRICITÉ

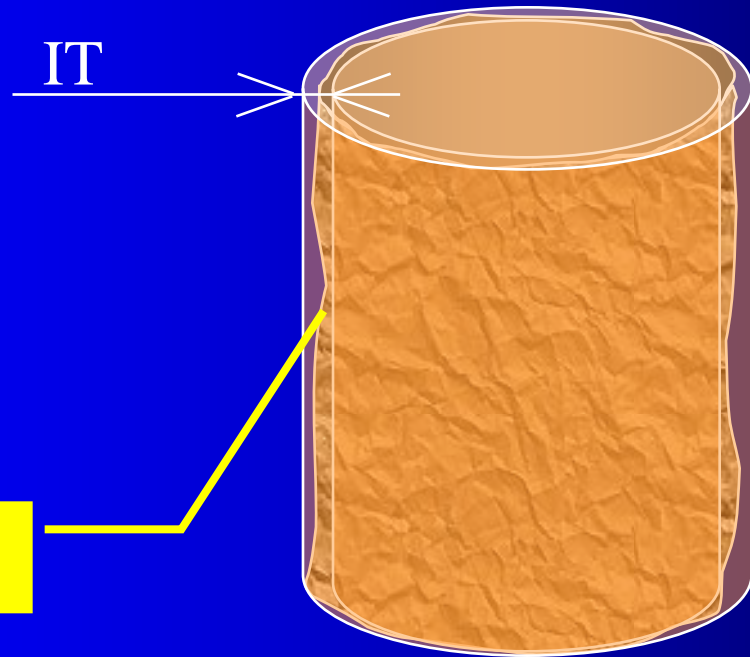


Symbole:

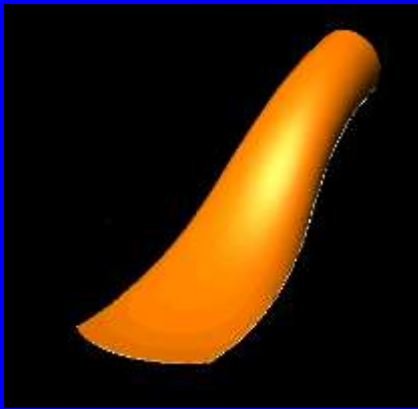


Zone de tolérance:

Un volume tubulaire

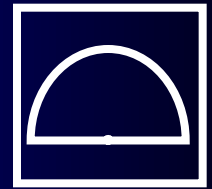


cylindre réel



FORME D'UNE SURFACE

Symbole:



Zone de tolérance:

Un volume

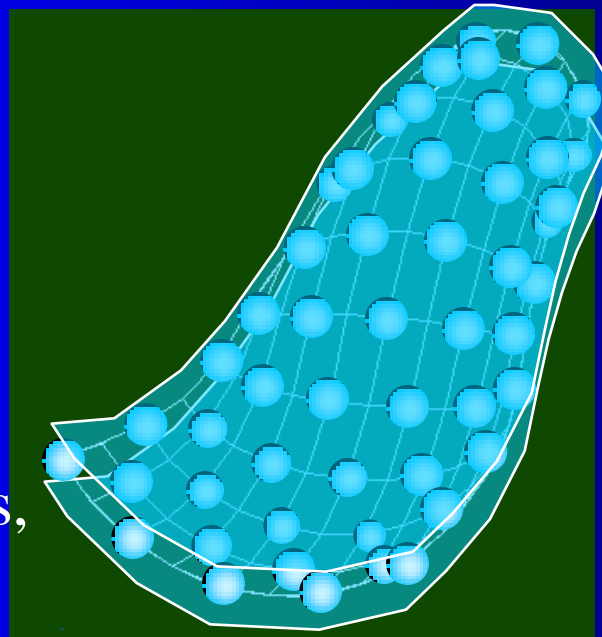
Il se construit à partir du profil idéal

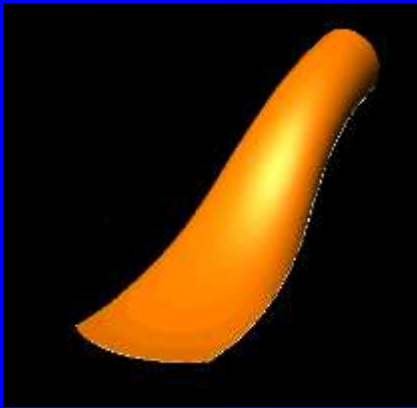
...

sur lequel on place des sphères

...

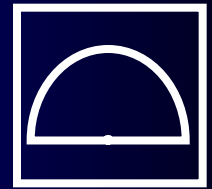
qui servent à définir 2 surfaces enveloppes, limites de la zone.





FORME D'UNE SURFACE

Symbole:



Zone de tolérance:

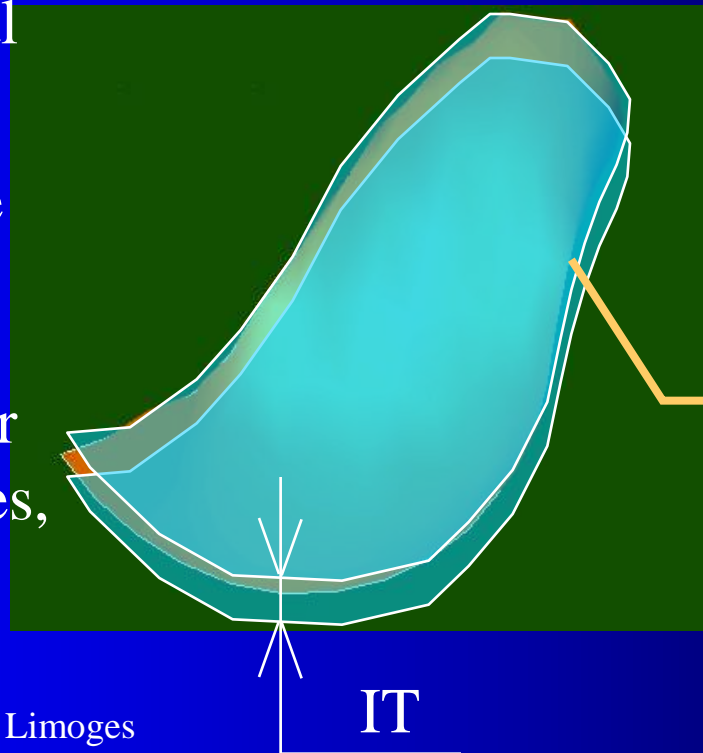
Il se construit à partir du profil idéal

...

sur lequel on place des sphères

...

qui servent à définir 2 surfaces enveloppes, limites de la zone.



surface réelle

LE TOLÉRANCEMENT DE POSITION



COMMENT POSITIONNER LES ÉLÉMENTS GÉOMÉTRIQUES LES UNS PAR RAPPORT AUX AUTRES ?

Lorsqu'on parle de position, d'orientation ou encore de battement, cela met en présence :

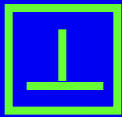
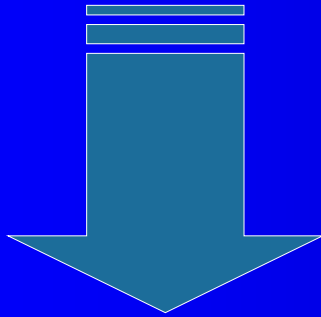
l'élément tolérancé

et un ou plusieurs autres éléments servant de :

références.

LES TYPES DE TOLÉRANCE.

Orientation



Perpendicularité

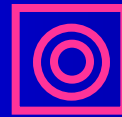
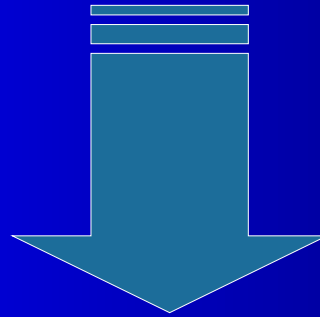


Parallélisme

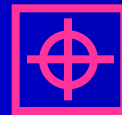


Inclinaison

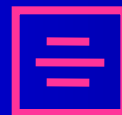
Position



Coaxialité

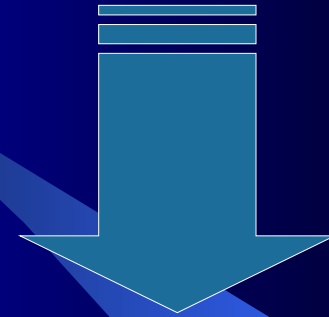


Localisation



Symétrie

Battement



Battement simple



Battement double

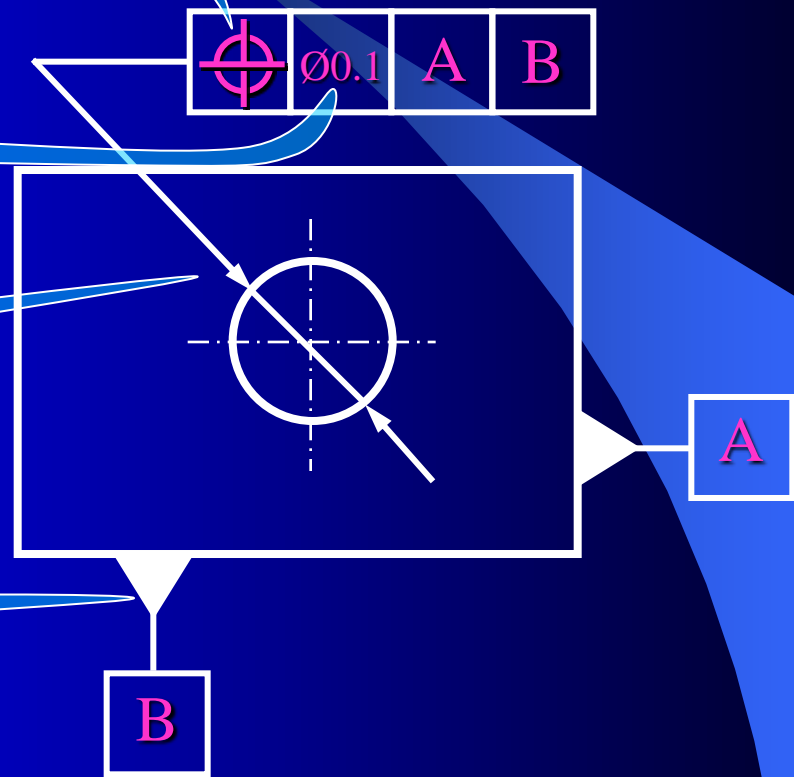
LE TOLÉRANCEMENT DE POSITION

Des cadres permettront de préciser le **type de tolérance...**

la **dimension** de la zone de tolérance...

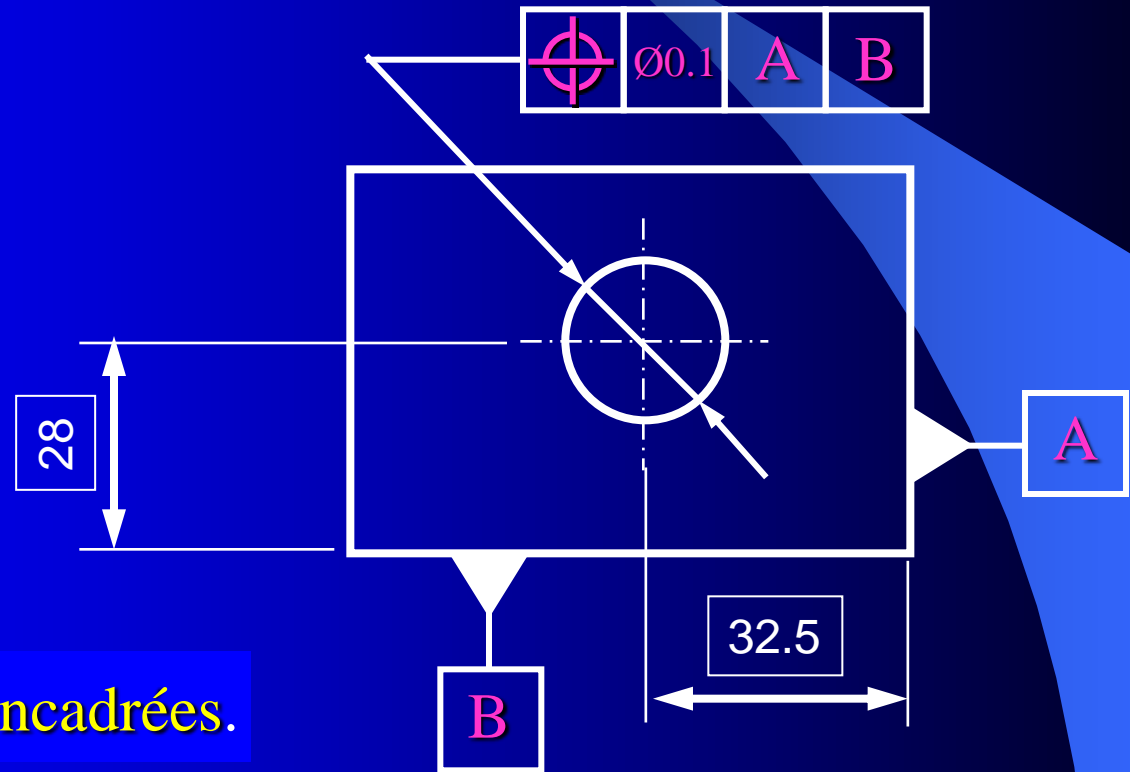
le nom et l'ordre des références.

Une **flèche** permettra de repérer **l'élément tolérancé** et des **patins** seront utilisés pour repérer les **références**.



LE TOLÉRANCEMENT DE POSITION

Des cotes sont parfois nécessaires pour définir la position idéale de l'élément tolérancé.

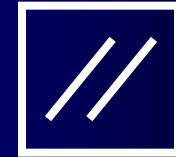


Ces cotes seront encadrées.

Exemple 1 : une tolérance d'orientation:

Le parallélisme

Symbole :

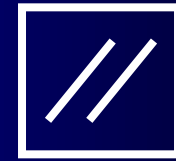


Écriture sur
le dessin

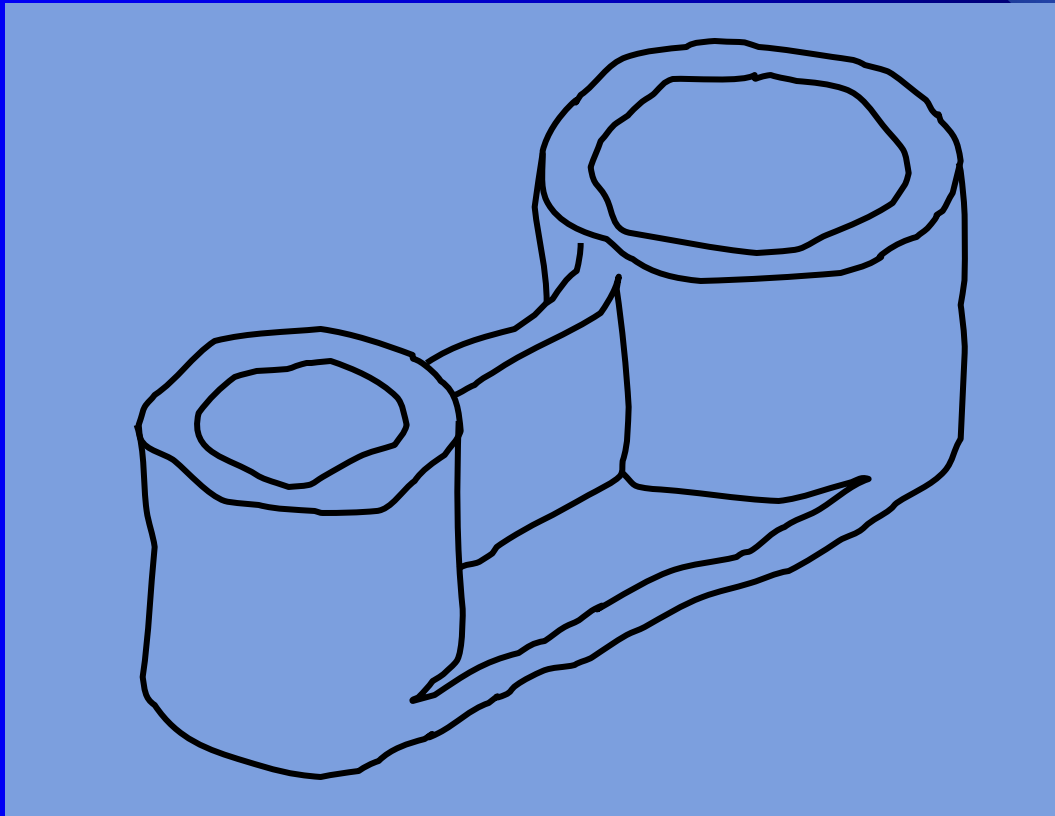
Exemple: une tolérance d'orientation:

Le parallélisme

Symbole :



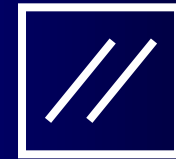
Raisonnement à partir du réel.



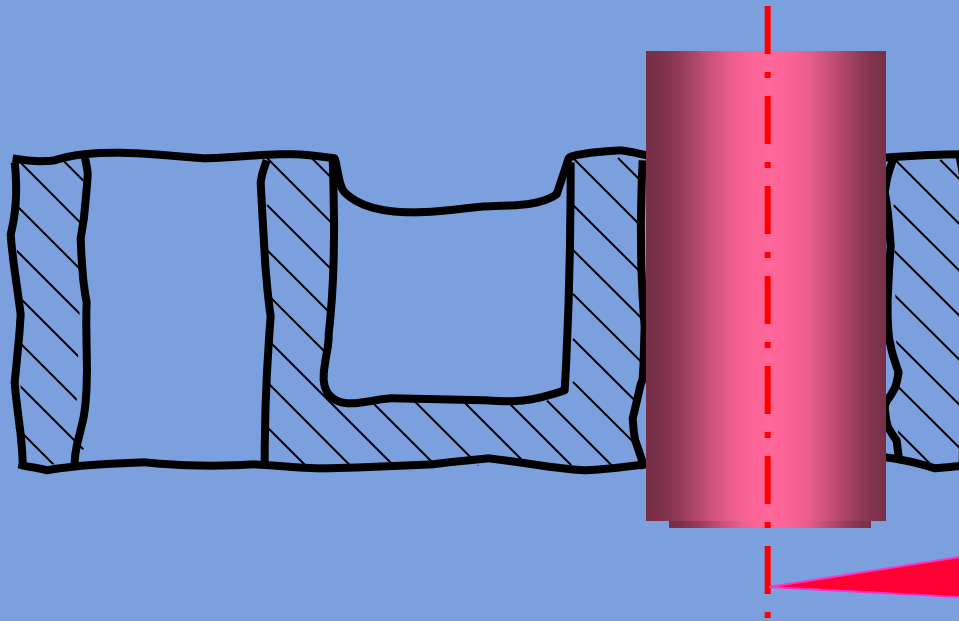
Exemple: une tolérance d'orientation:

Le parallélisme

Symbole :



L'axe de référence sera l'axe d'un cylindre idéal associé à l'alésage de référence.

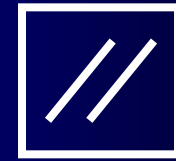


Voici la référence
spécifiée

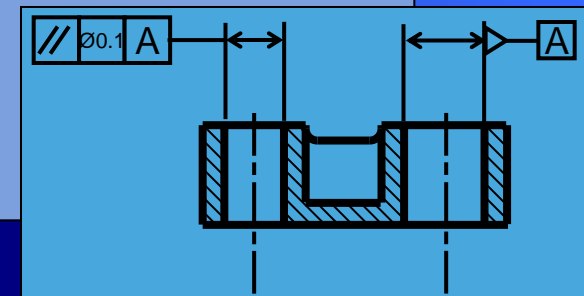
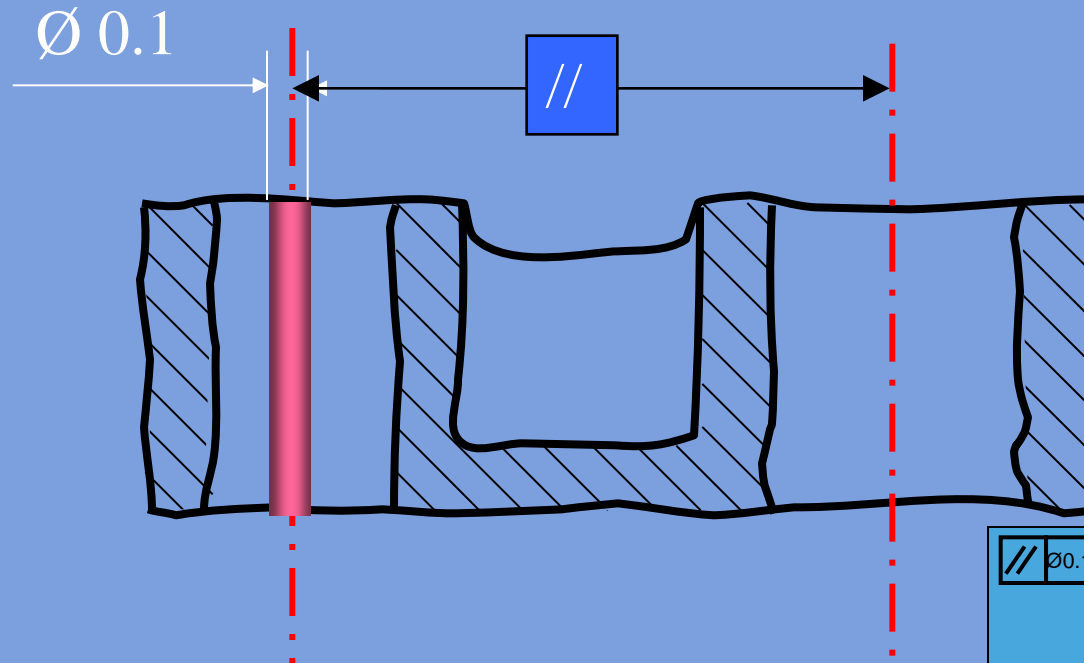
Exemple: une tolérance d'orientation:

Le parallélisme

Symbole :



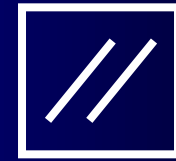
Construisons la zone de tolérance pour l'axe de l'alésage tolérancé.



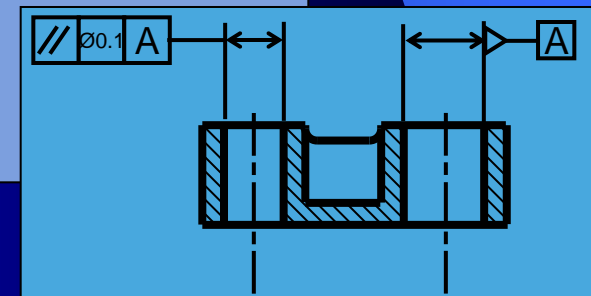
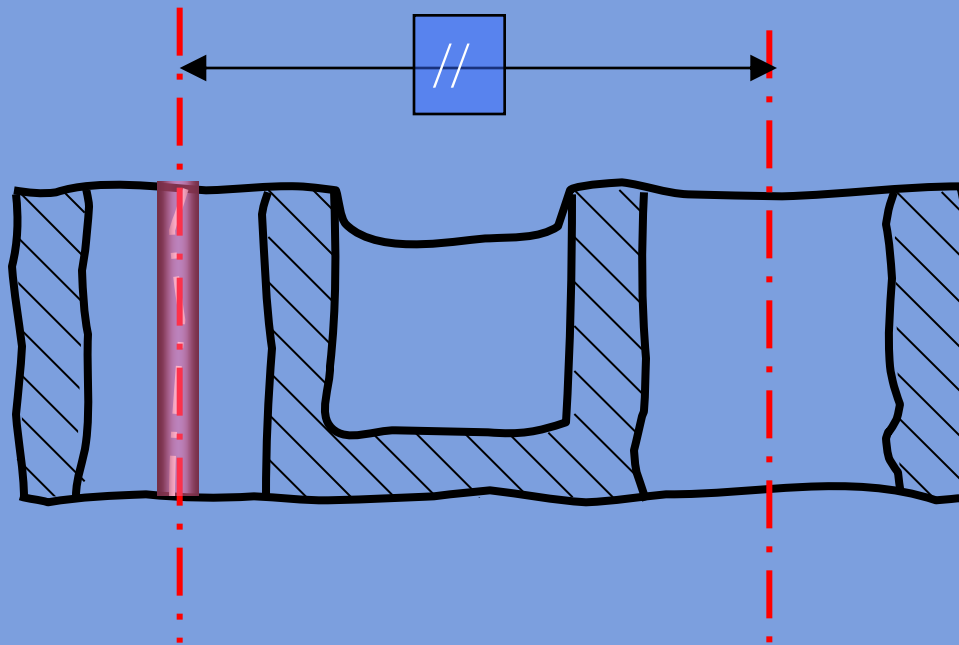
Exemple: une tolérance d'orientation:

Le parallélisme

Symbole :



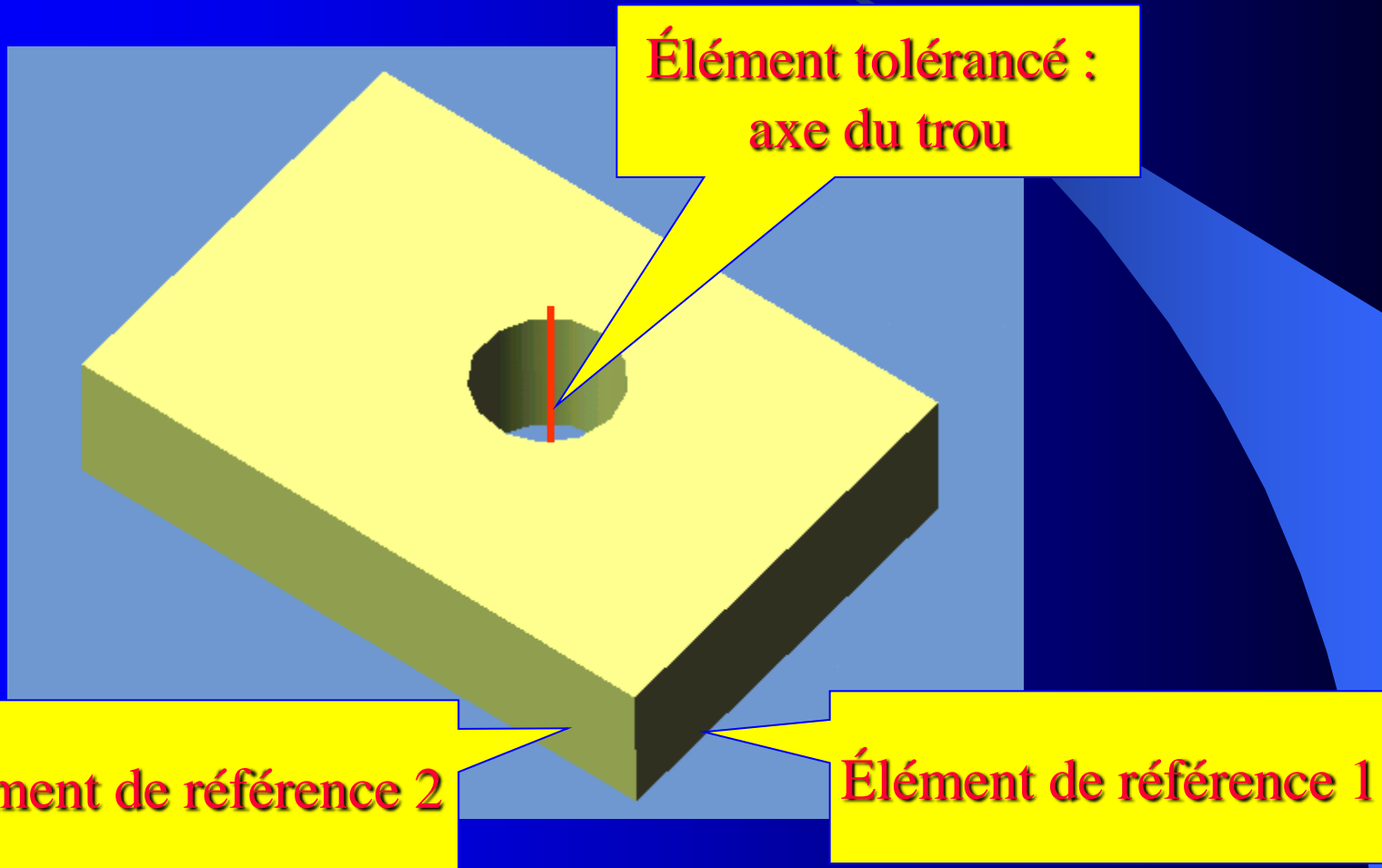
L'axe réel de l'alésage ne doit pas sortir de la zone de tolérance.



Exemple 2: une tolérance de position:

La localisation

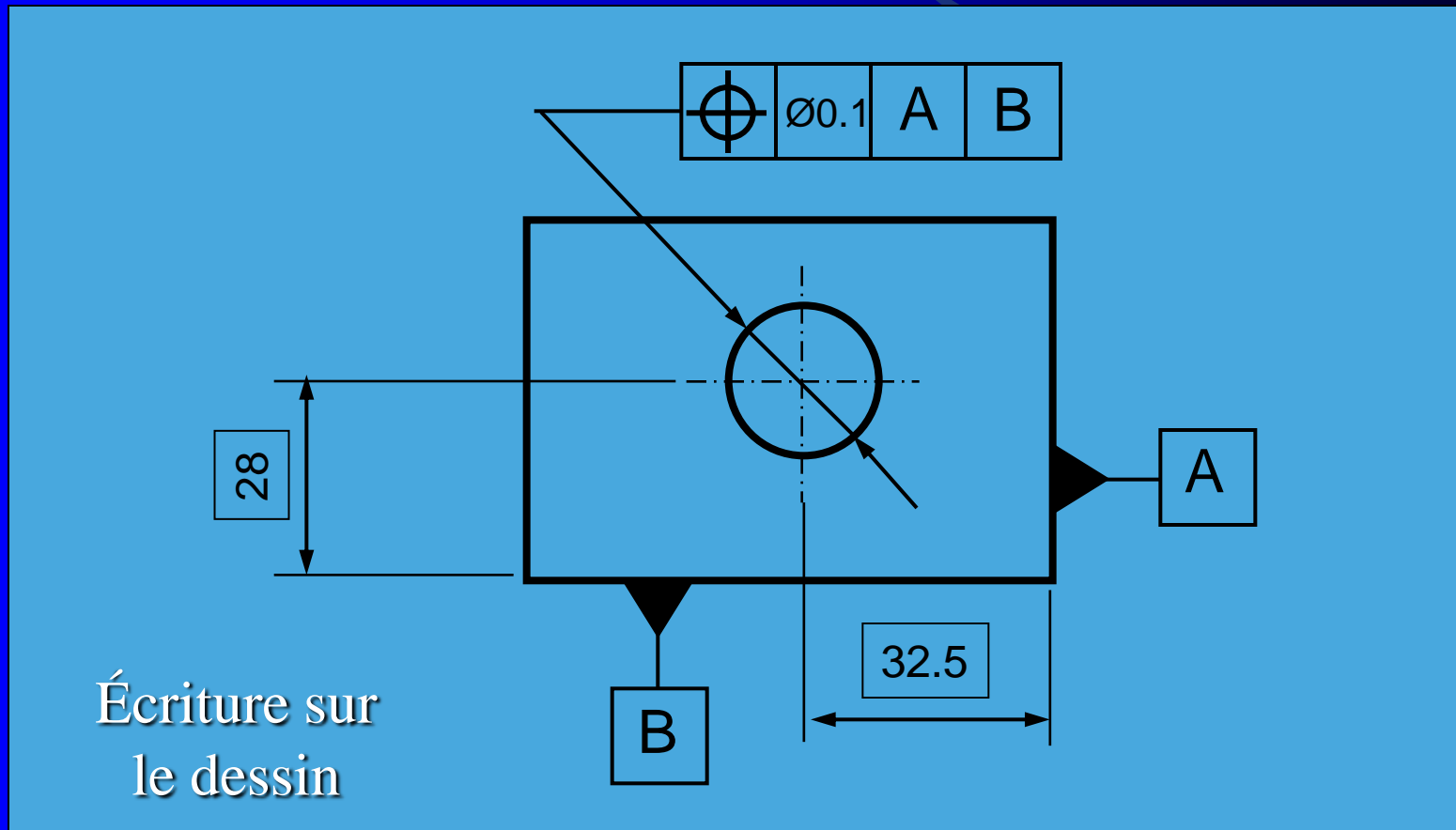
Symbole :



Exemple 2: une tolérance de position:

La localisation

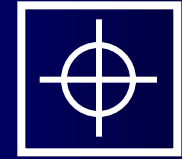
Symbole :



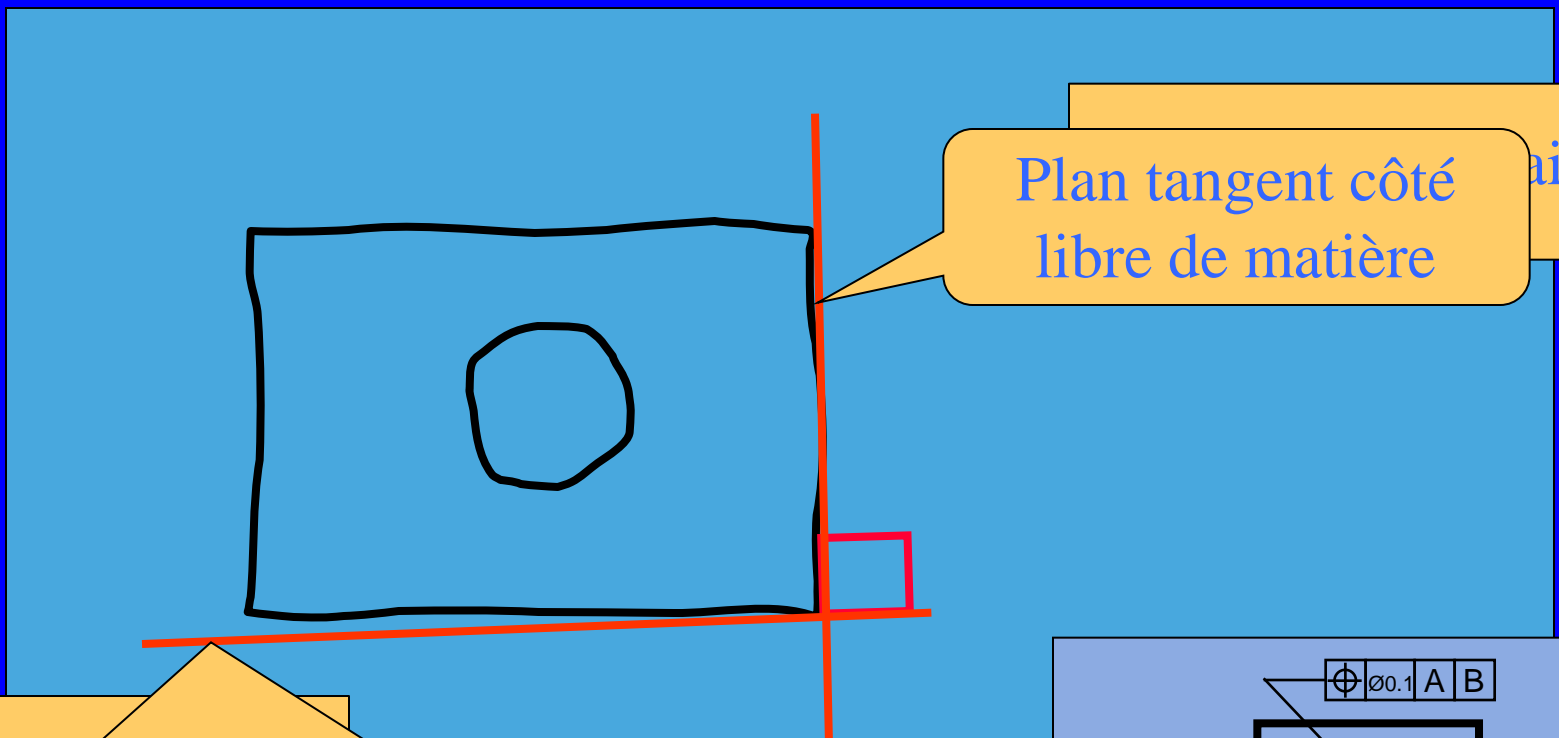
Exemple 2: une tolérance de position:

La localisation

Symbole :



Raisonnement à partir du réel :

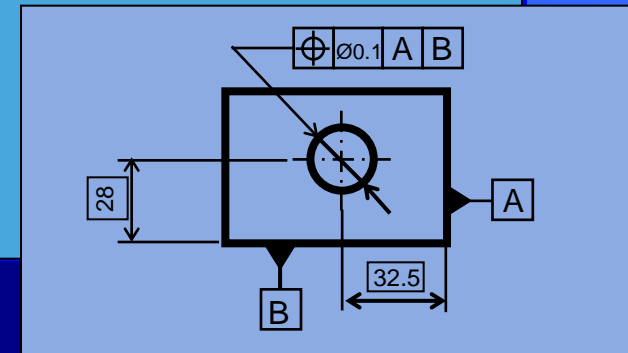


Plan tangent côté libre de matière

aire

Plan tangent côté libre de matière et perpendiculaire à la référence primaire

Référ



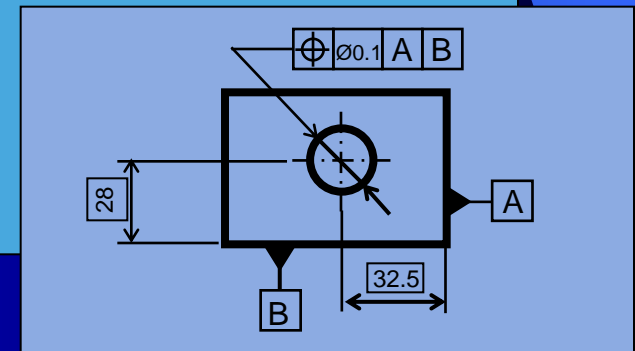
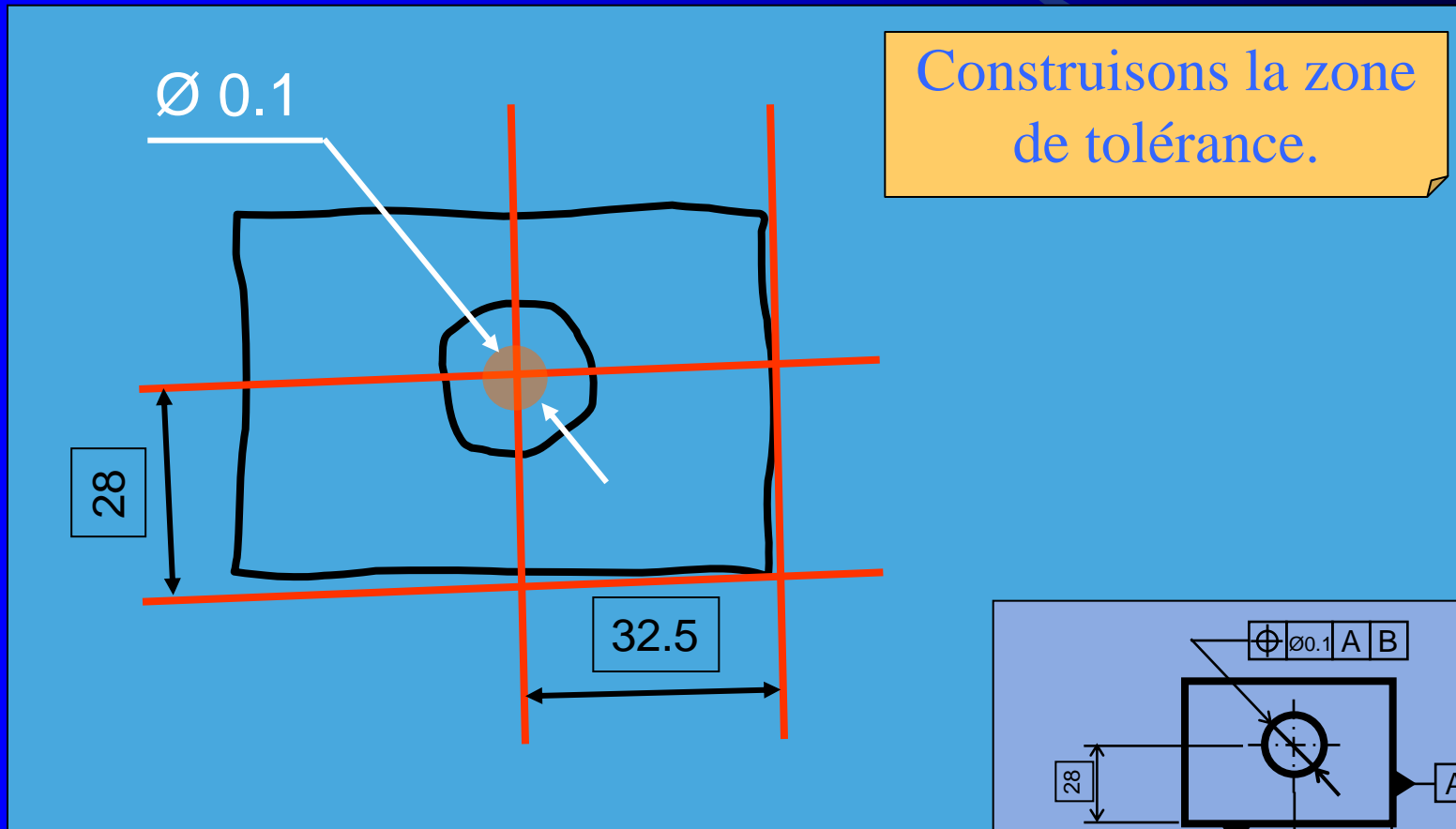
Exemple 2: une tolérance de position:

La localisation

Symbole :



Raisonnement à partir du réel :



2- Exemples d'analyse de spécifications simple :

→ TD1

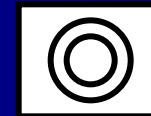
On se limite ici aux spécifications :

→ dimensionnelles,

→ de formes

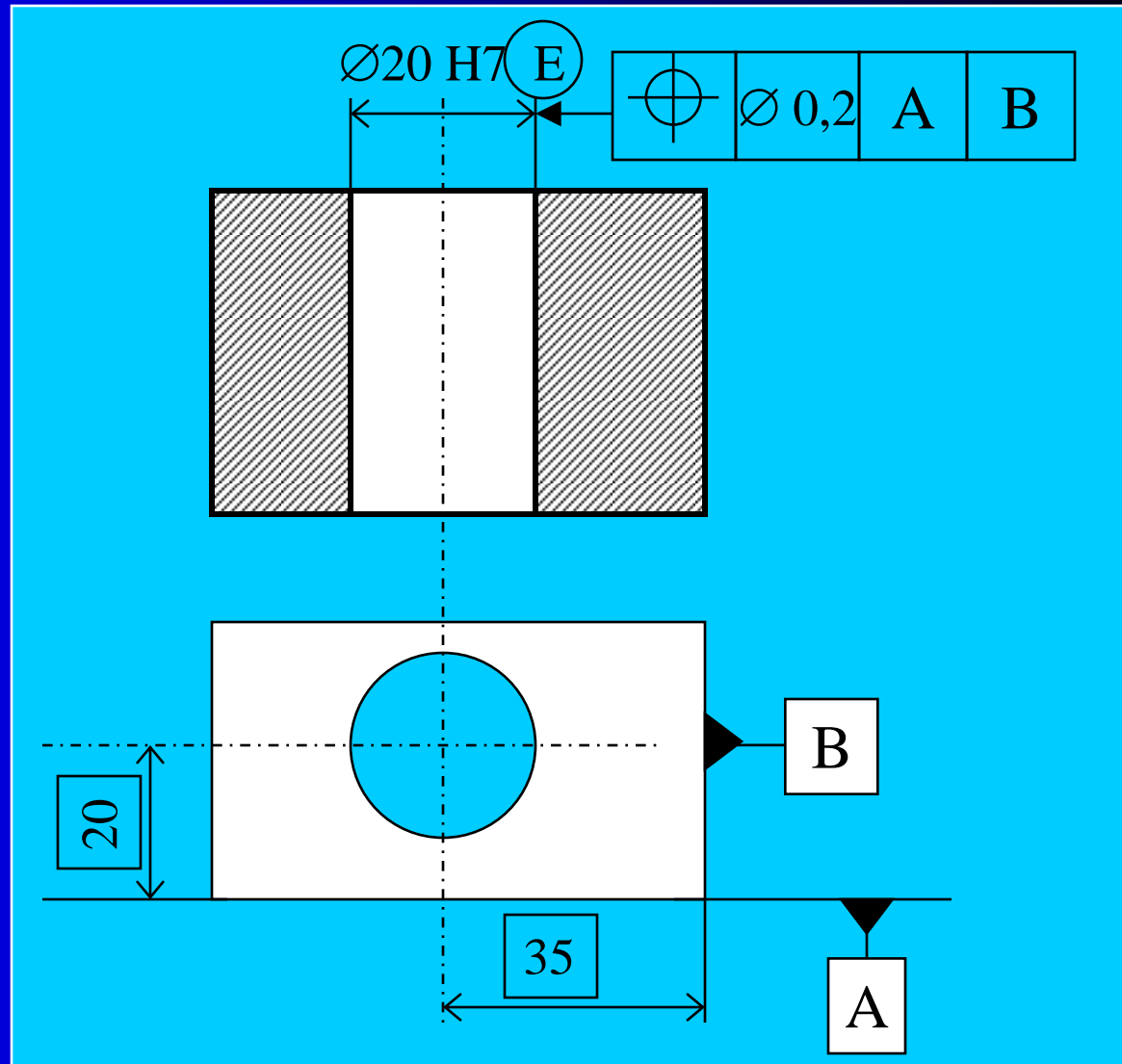
→ d'orientations suivantes : // , \perp , \sphericalangle

→ de positions, exemple co-axialité :



3- Exemples de spécifications de localisation

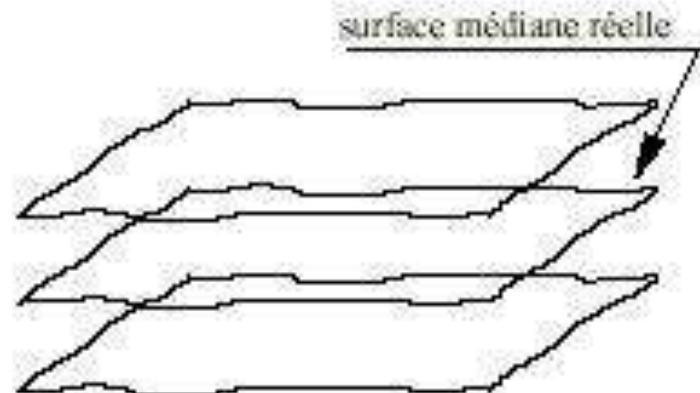
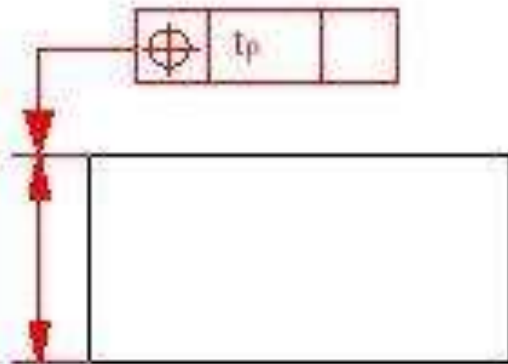
→ Interpréter la spécification de localisation à l'aide de la grille



4- Autres exemples avec spécification de localisation

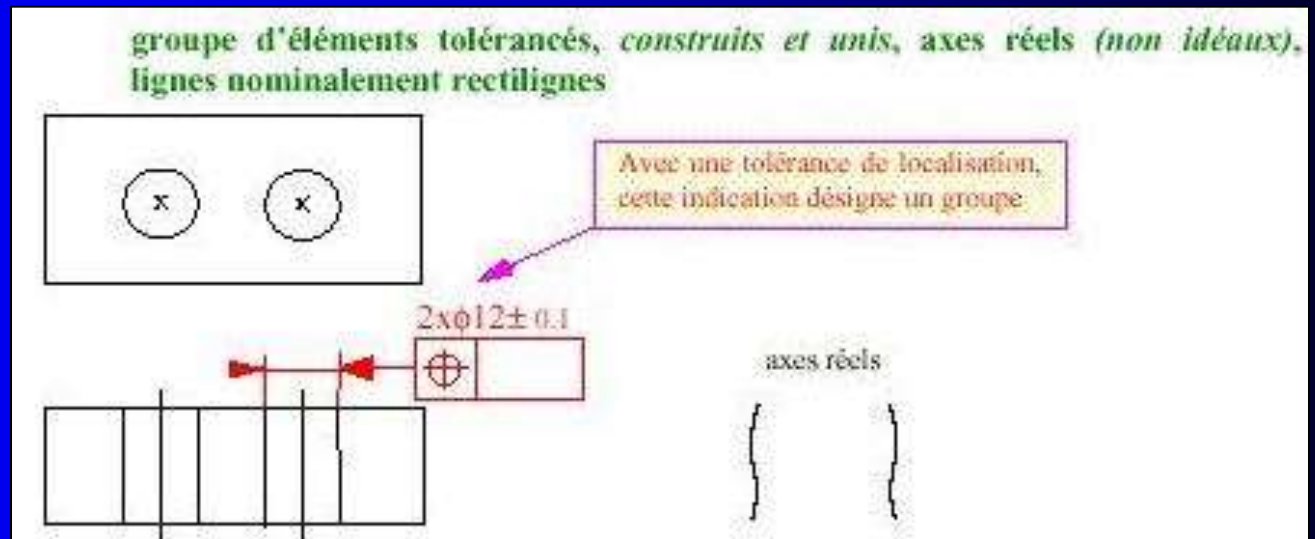
Exemple 1

élément tolérancé unique, *construit*, surface médiane réelle (*non idéale*)
nominale plane

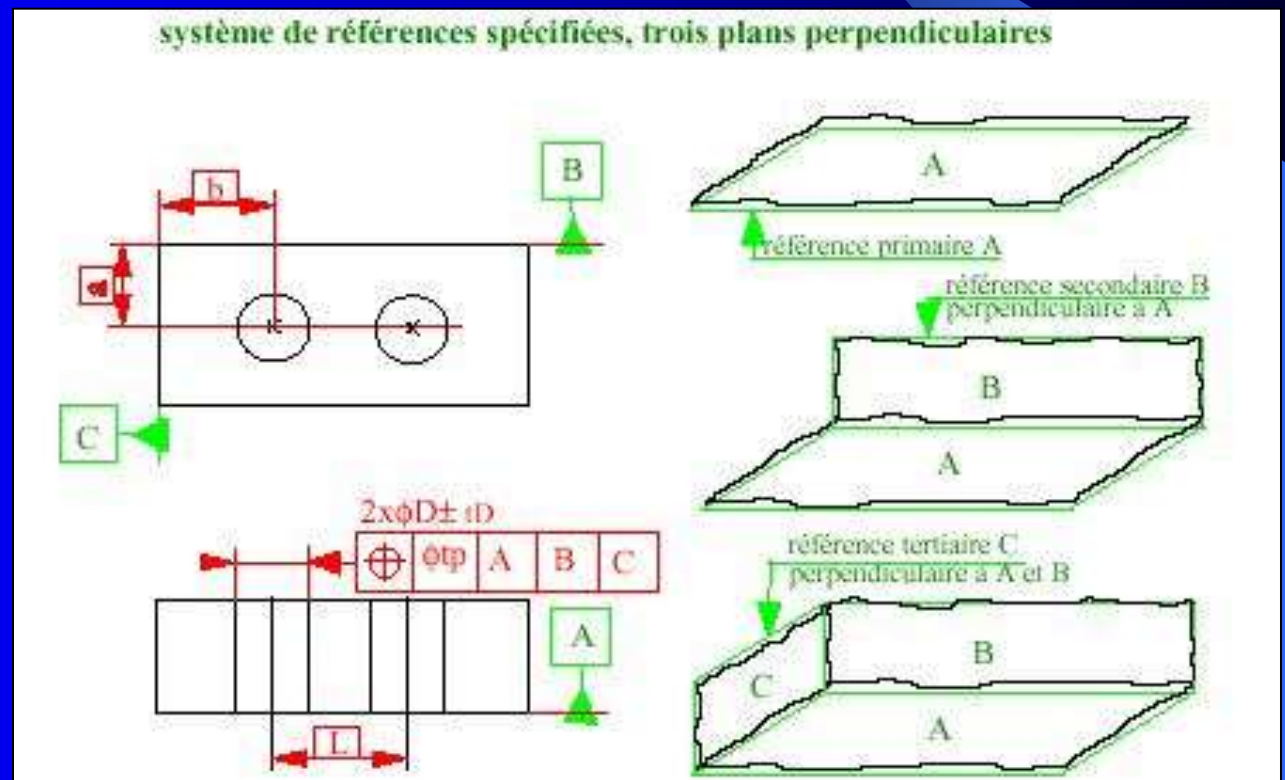


Le processus de construction de cette surface et de l'axe réel est actuellement à l'étude à l'ISO et au CEN.

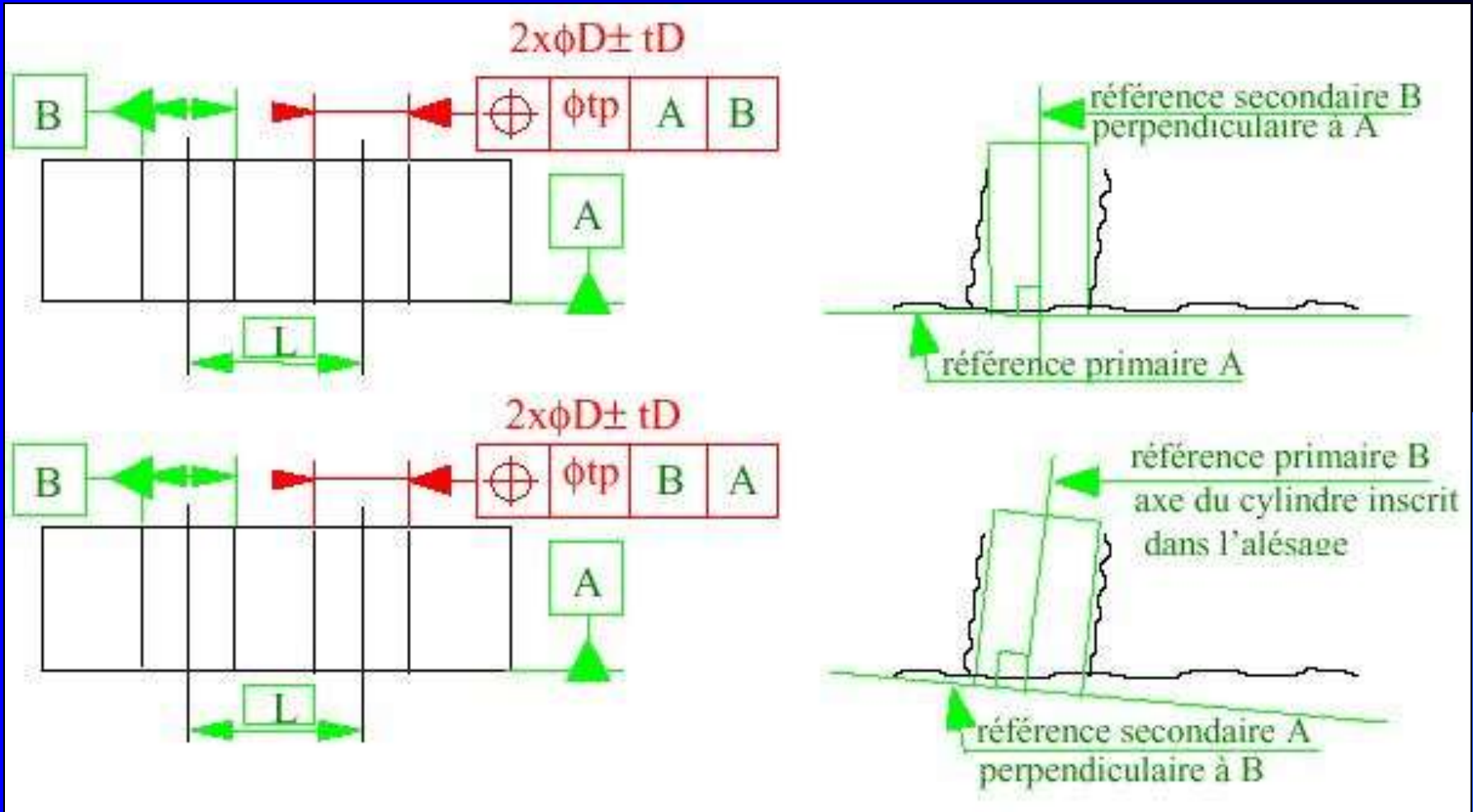
Exemple 2



Exemple 3

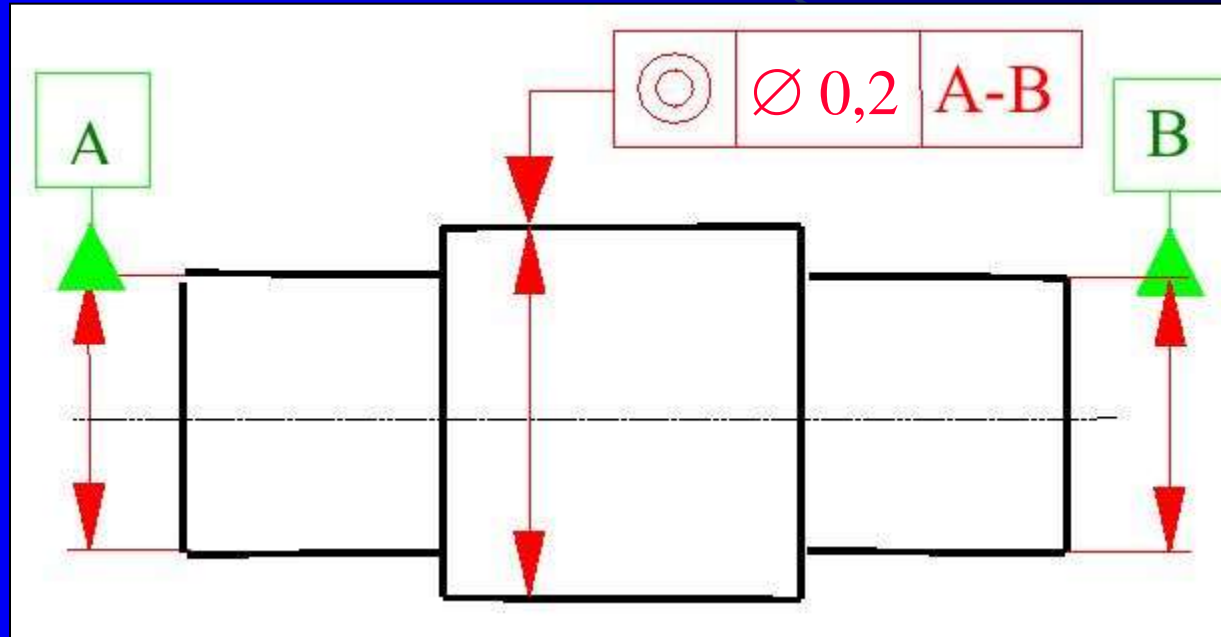


Exemple 4



5- Autres spécifications de position avec référence spécifiée commune.

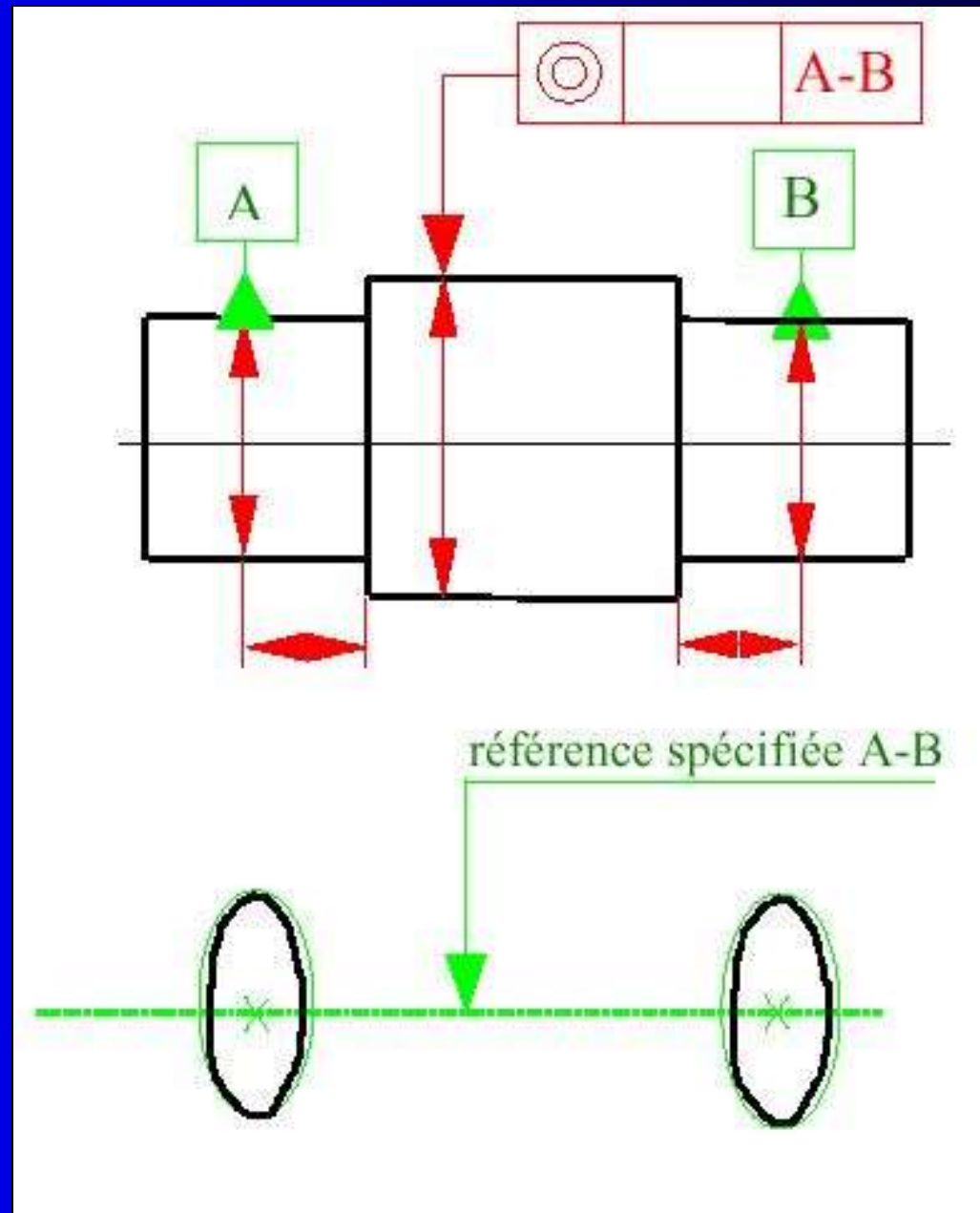
Exemple 1



→ Interpréter la spécification de localisation à l'aide de la grille

CORRECTION

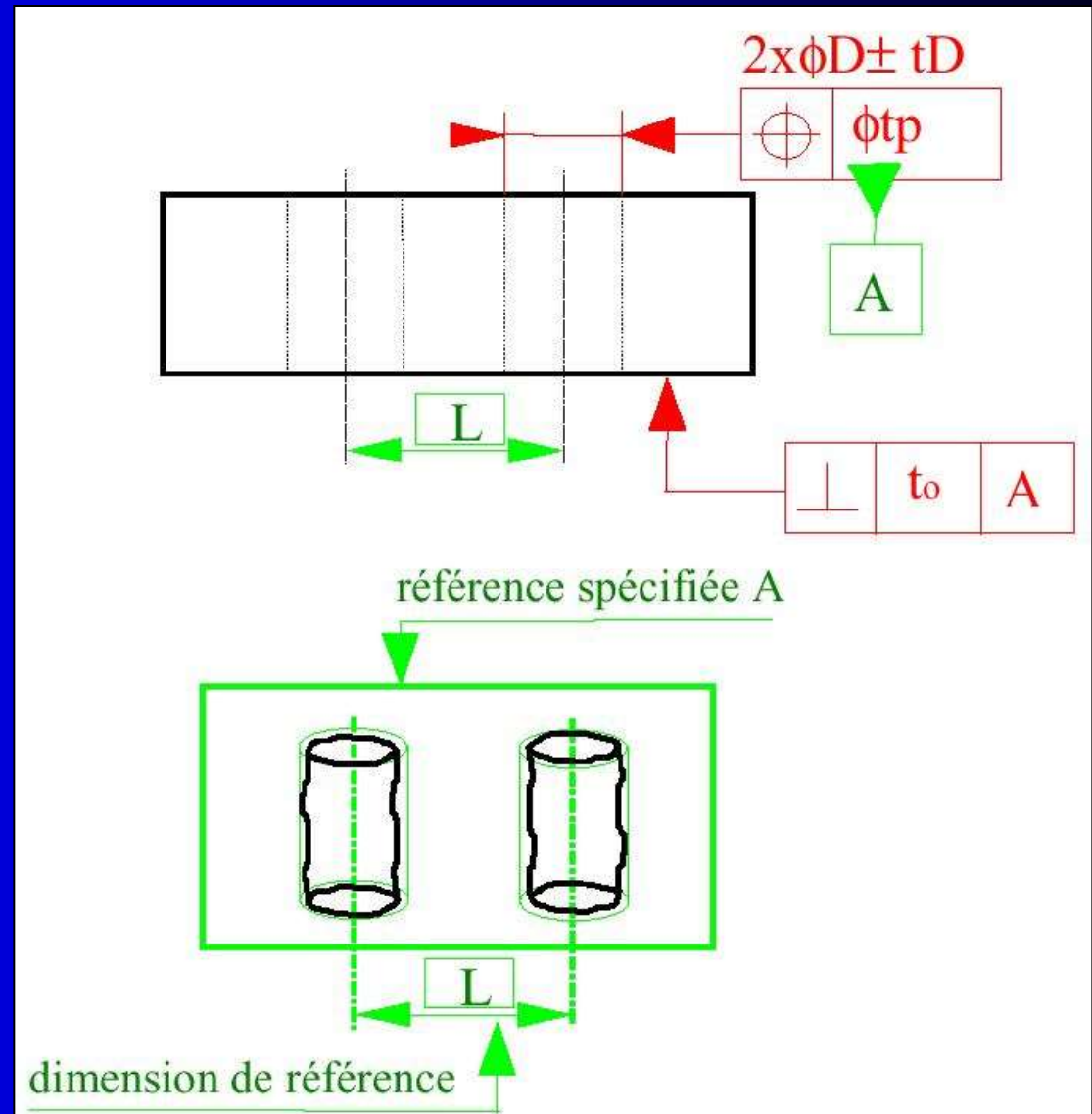
Exemple 2



6- Spécifications avec référence spécifiée obtenue sur un groupe d'éléments tolérancés

Exemple :

→ Interpréter la spécification de perpendicularité à l'aide de la grille



V – Ecriture des spécifications [3]

1- Exemple : sujet ECR 0 du livret 3 du document du CERPET

COTATION DU VILLEBREQUIN

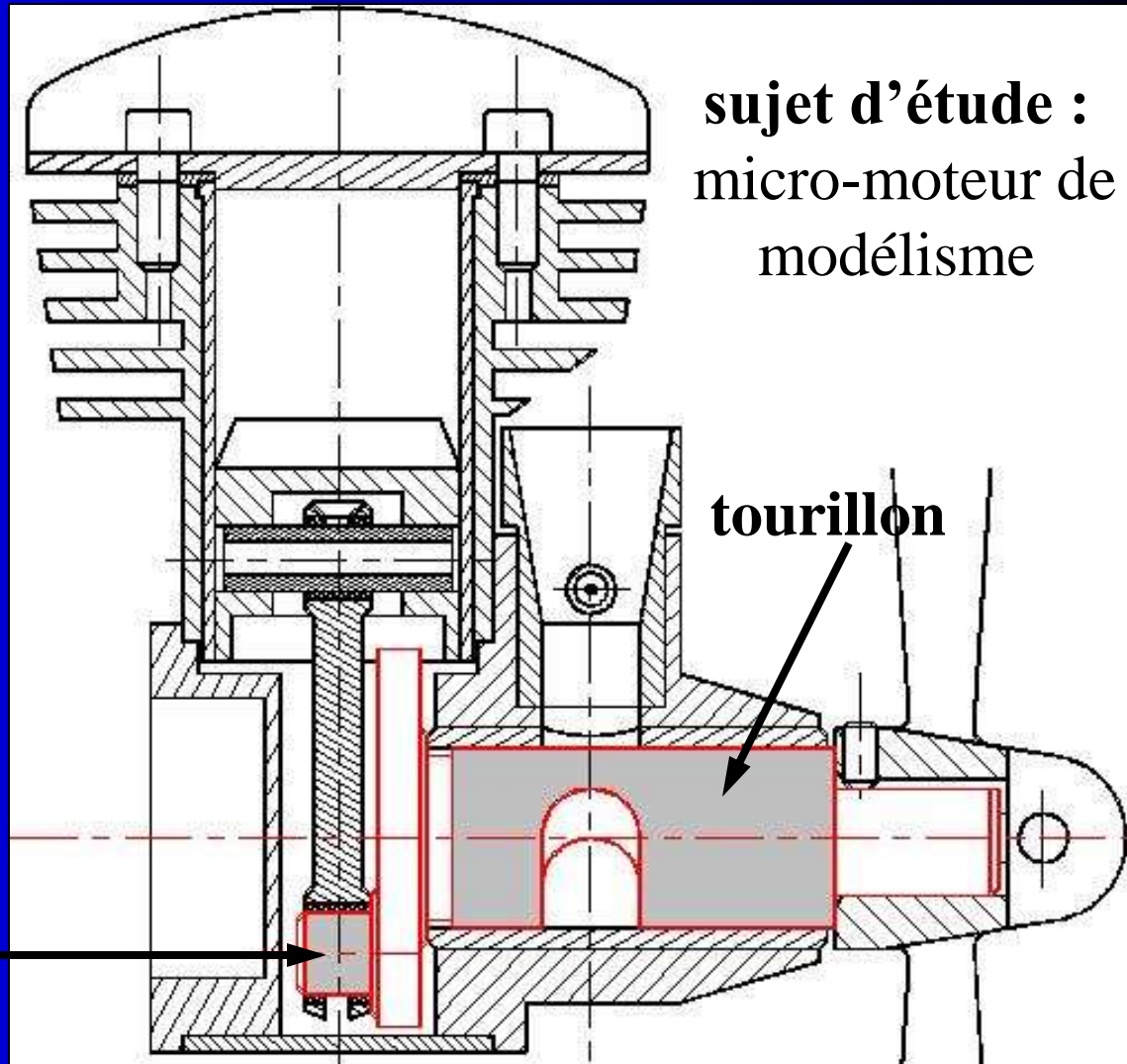
A écrire, spécifications :

→ par dimension sur le \varnothing
du tourillon

→ par zone de tolérance
portant sur la forme du
tourillon

→ par zone de tolérance
portant la position du
maneton / tourillon

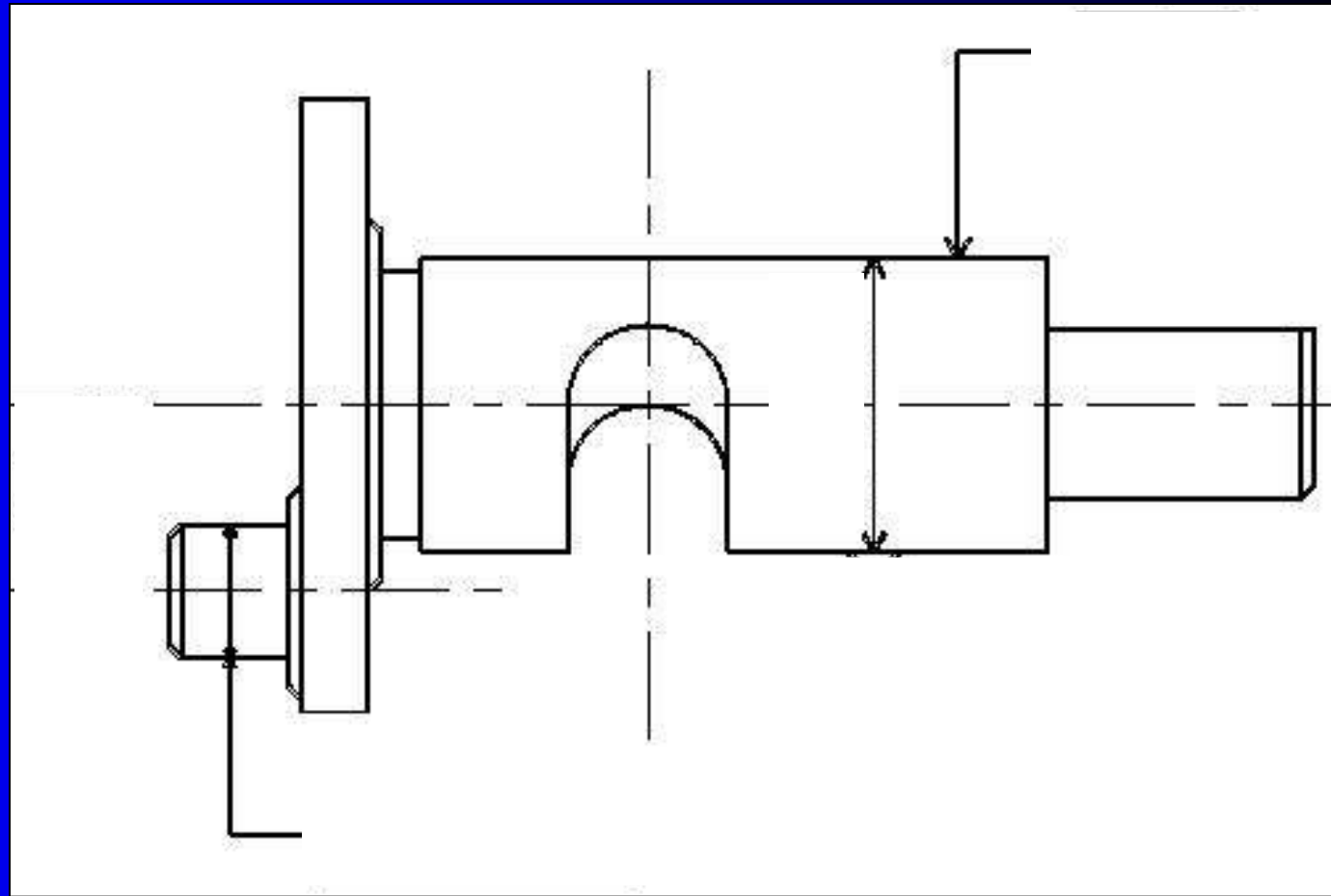
maneton



sujet d'étude :
micro-moteur de
modélisme

tourillon

Proposition de corrigé de l'application ECR 0



- On peut aussi ici compléter la spécification dimensionnelle avec une exigence d'enveloppe et se passer de la spécification de cylindricité (il n'y aura alors qu'une valeur de tolérance)
- Après écriture des spécifications par zone de tolérance, il est conseillé de réaliser une opération de relecture à l'aide d'une grille 80