

# 3<sup>ème</sup> partie du recueil :

« La cotation en 5 3 chapitres » :

8. La cotation : généralités.
9. Les côtes tolérancées.
10. Les ajustements.
- ~~11. Les chaînes de côtes.~~
- ~~12. Les tolérances géométriques.~~

# Chapitre 8. La cotation : généralités.

## Prélude au chapitre COTATION :

Observez la publicité suivante, ainsi que les plans du kart :

Que constatez-vous ?

PHOTOS NON CONTRACTUELLES

CS41.01146936

### HYUNDAI ATOS



Moteur 55 cv  
12 soupapes  
5 places

- 3,5 mètres de long
- Banquette 50/50
- Vitres électriques
- Verrouillage centralisé
- Direction assistée

**GL**  
**7900 €**  
- **900€** Aide à la reprise

### HYUNDAI LANTRA



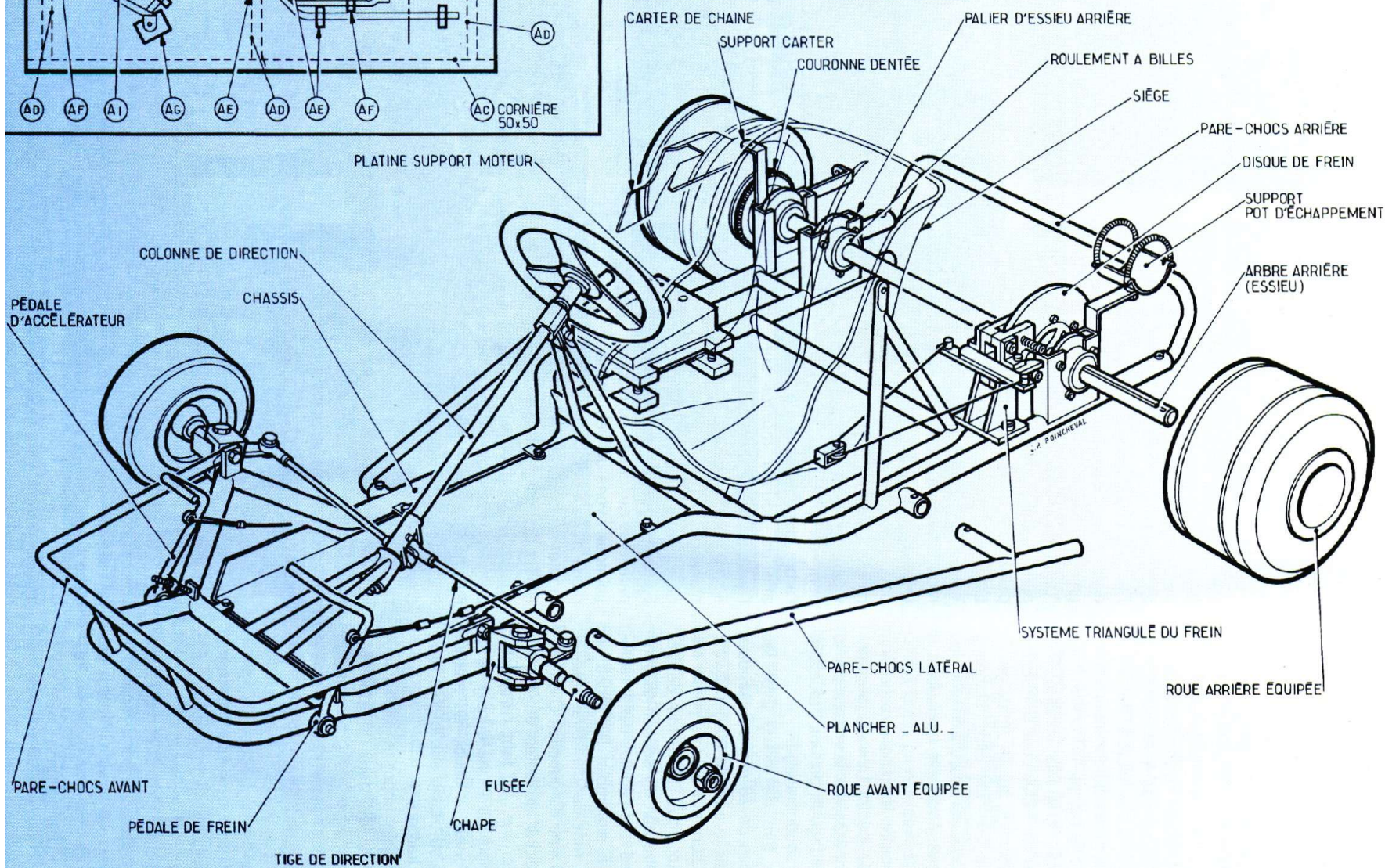
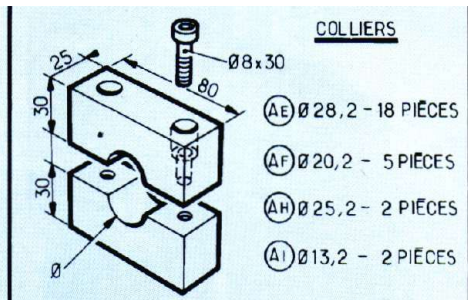
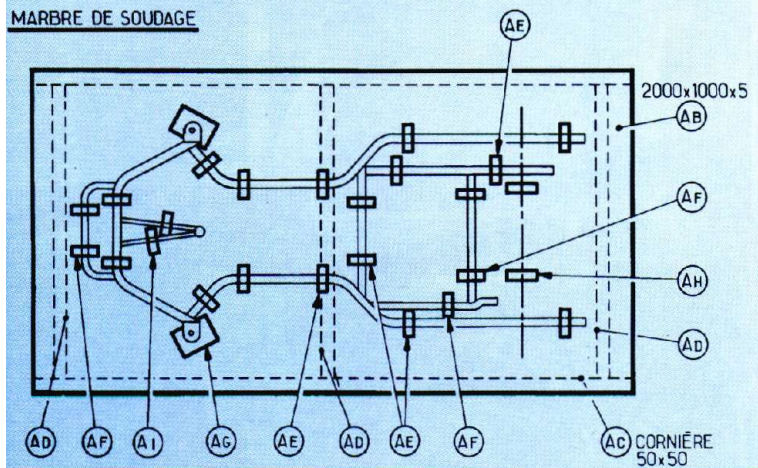
**1.5 essence**  
**ex. break**  
**10.900€**  
- **900€** Aide à la reprise

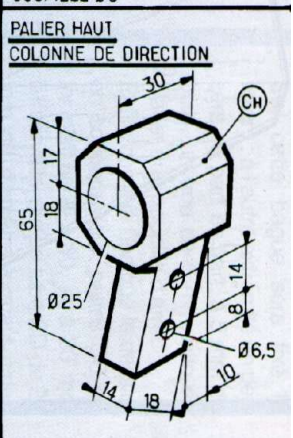
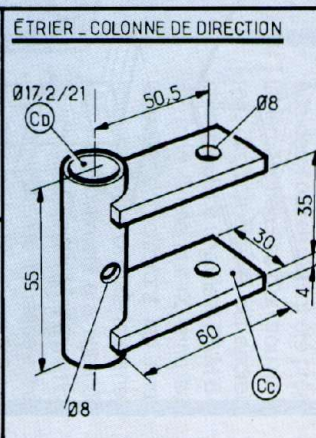
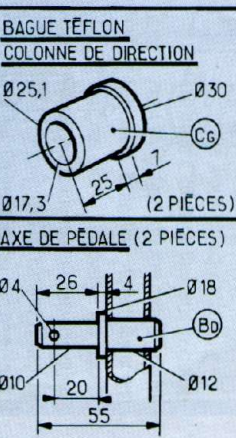
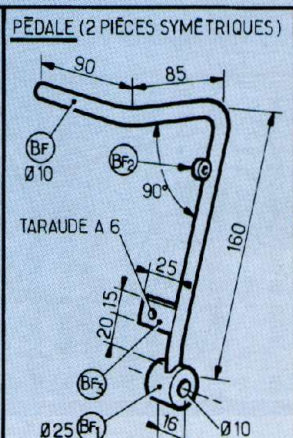
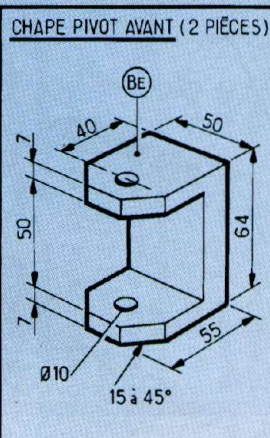
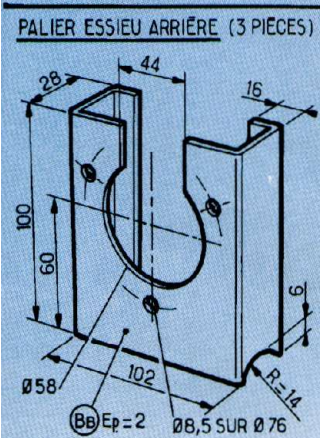
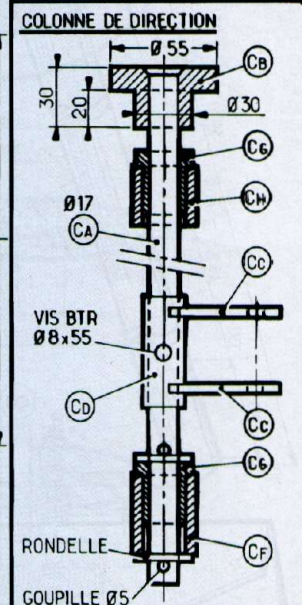
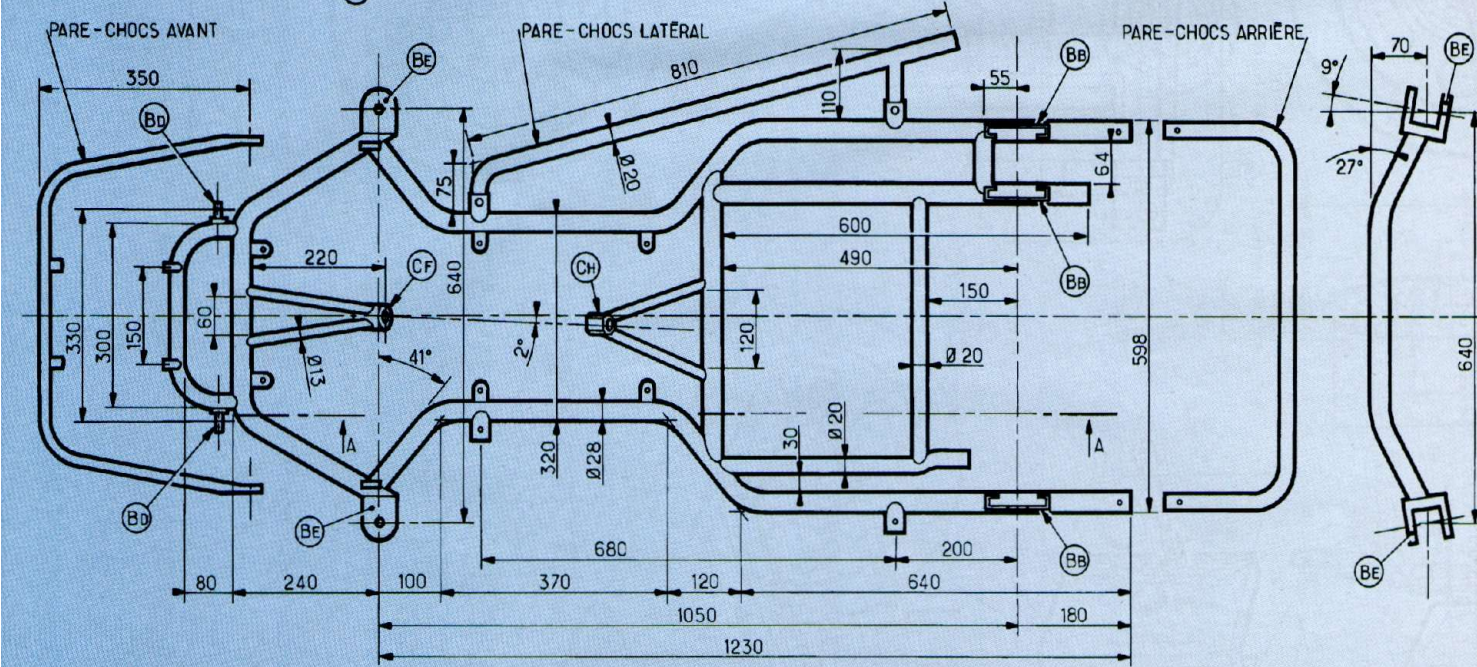
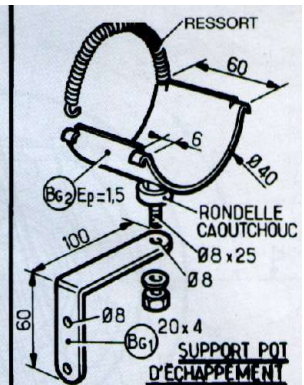
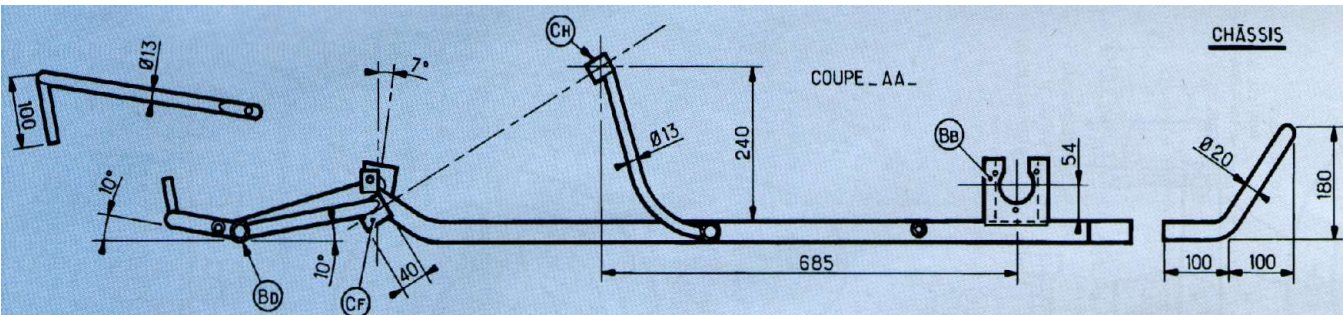
• Direction assistée • Verrouillage central • Vitres électriques • Rétros électriques • Banquette 50/50

**GARANTIE 3 ANS** ou 100.000 km \*OFFRE VALABLE JUSQU'AU 15/10/09

**IMAC 2** 1 Bd. de l'Armée des Alpes - 06300 NICE  
**04 92 00 26 47**

MARBRE DE SOUDAGE





## I. Objectifs du cours sur la cotation fonctionnelle / généralités

\* La cotation d'un dessin a pour but d'indiquer les dimensions entre les différentes surfaces de la pièce, avec plus de précision qu'un simple relevé à l'échelle directement sur le dessin.

En effet, comment celui qui va fabriquer une pièce pourrait-il, même si le dessin de définition était à l'échelle 1, mesurer sur une feuille de papier une côte de 10,64 mm par exemple ?

\* Une côte est une représentation graphique montrant à quels éléments se rapporte une dimension linéaire ou angulaire, ou encore un diamètre, un rayon, et qui en spécifie (qui en précise) sa valeur.

**Lorsque l'on effectue la cotation d'un dessin, on inscrit toujours la vraie côte, en millimètres, quelle que soit l'échelle de ce dessin, et quel que soit le mode de représentation utilisé (projection orthogonale, perspective, vue interrompue, demi-vue, etc.), et quel que soit l'outil de dessin utilisé : simple croquis à main levée, dessin technique « à l'ancienne » sur papier, ou D.A.O..  
Tout ce qui concerne la cotation doit être tracé en trait fin.**

Sur SOLID WORKS, la fonction « COTATION INTELLIGENTE » est très intuitive, et généralement très facile à utiliser.

On parvient assez facilement à réaliser la totalité des différents types de côtes dont il est question dans les pages qui suivent : cotation d'une longueur, d'un chanfrein, etc.



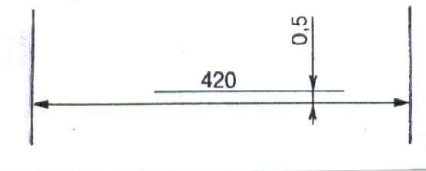
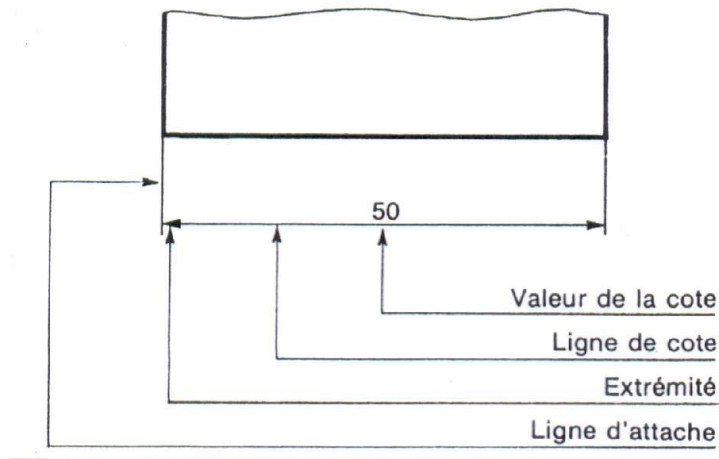
**La publicité ainsi que les plans de kart qui précèdent respectent les règles qui viennent d'être énoncées, et celles qui vont suivre.**

## II. Règles générales concernant la cotation

### a. Cotation des longueurs:

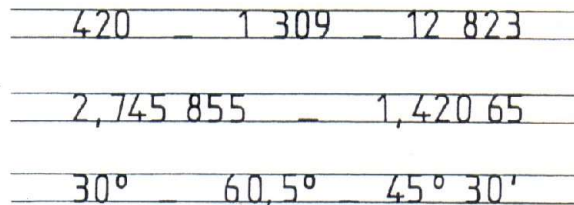
\* Les lignes d'attache doivent dépasser légèrement la ligne de cote, et doivent être tracées perpendiculairement à l'élément à côté (dans le cas de la cotation d'une longueur).

\* Les valeurs doivent être inscrites pour pouvoir être lues depuis le bas ou depuis la droite du dessin.



\* Chaque valeur doit d'autre part être placée au dessus de la ligne de cote à laquelle elle se rapporte, sans y être collée.

EXEMPLES D'ÉCRITURES DE VALEURS

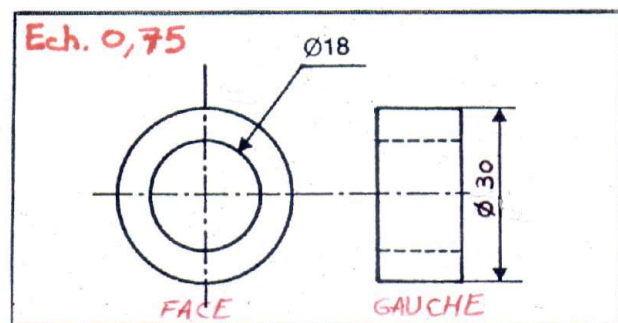


\* Les valeurs des côtes doivent être inscrites en caractères de dimensions suffisantes pour assurer une bonne visibilité. Habituellement, on leur donne une hauteur d'environ 4 mm. Il faut placer ces valeurs de manière à ce qu'elles ne soient pas coupées par une autre ligne du dessin.

### b. Cotation des diamètres :

On utilise la lettre grecque «  $\phi$  ». Suivant que le cylindre à côté donne en projection un rectangle ou bien un cercle (voir cours sur la projection orthogonale, page 6/6), on utilise l'une ou l'autre des méthodes ci-dessous:

**JE ME SOUVIENS:** si je prolongeais la ligne de cote, elle devrait passer par le centre du cercle auquel elle se rapporte. D'autre part, l'inclinaison du renvoi est libre, pourvu qu'il ne soit ni horizontal, ni vertical.



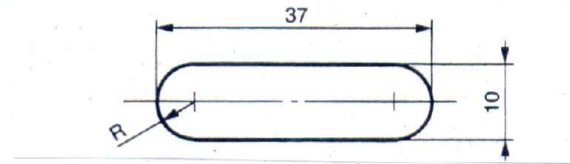
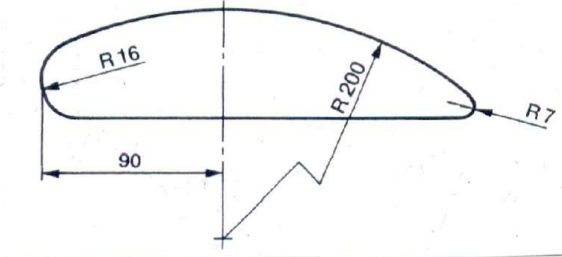
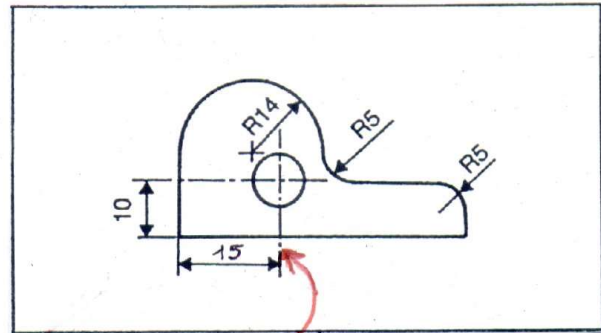
Remarque: dans le cas ci-dessus, pour côté le diamètre intérieur du tube, les solutions sont restreintes: on est obligé d'inscrire cette cotation sur la vue de face; en effet, on ne peut l'installer sur la vue de gauche, car :

**IL EST INTERDIT DE COTER SUR DES POINTILLES !**

Si l'on ne disposait que de la vue de gauche pour installer la totalité de notre cotation, on pourrait néanmoins s'en sortir en effectuant une coupe, totale ou partielle (voir le chapitre « COUPES ET SECTIONS »): ainsi les pointillés disparaîtraient pour laisser leur place à des traits forts, ce qui nous permettra d'y installer la cote du diamètre intérieur par une cotation classique, comme pour le diamètre extérieur.

### c. Cotation des rayons:

- \* On ajoute la lettre R devant le rayon à côté. Là aussi, le renvoi ne doit être ni horizontal, ni vertical.
- \* Lorsqu'il est nécessaire de situer, avec précision, le centre d'un arc de cercle qui se trouve hors des limites du dessin, briser la ligne de cote du rayon et indiquer clairement sur quelle ligne se trouve le centre.
- \* Si la valeur du rayon peut se déduire des valeurs d'autres côtes, inscrire uniquement le symbole R.



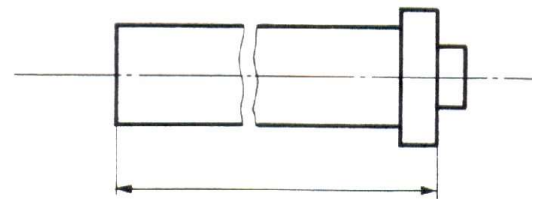
### d. Cotation des axes d'un trou pour sa localisation sur la pièce:

Un trait d'axe peut servir de ligne d'attache (voir figure ci dessus), mais pas de ligne de cote (voir § « LES FAUTES A EVITER »)

### e. Cotation d'un élément interrompu :

- \* Cotation d'un élément interrompu: les lignes de côtes le concernant ne sont pas interrompues.

COTATION D'UN ÉLÉMENT INTERROMPU

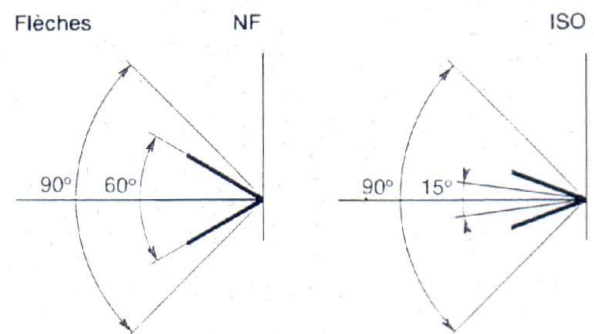


### f. Normes concernant les extrémités des lignes de côtes (les flèches) :

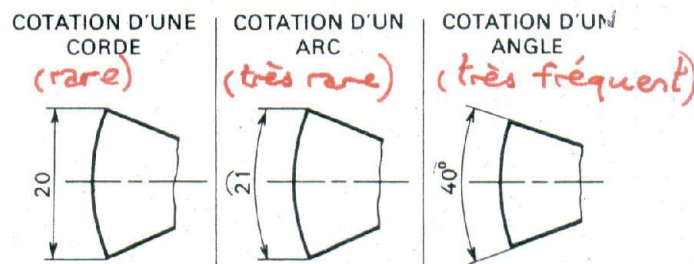
Selon la norme française, l'angle d'ouverture doit être compris entre 60 et 90°. Dans la pratique, on peut descendre en dessous (la norme ISO préconise entre 15° et 90°)

- \* Si l'on manque de place, on peut reporter les flèches à l'extérieur des lignes d'attache.
- \* On peut également remplacer deux flèches opposées par un point très net.
- \* La dimension de la flèche doit être proportionnée par rapport à l'ensemble du dessin.

EXTRÉMITÉS D'UNE LIGNE DE COTE

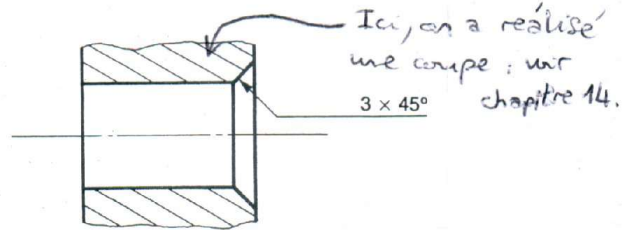
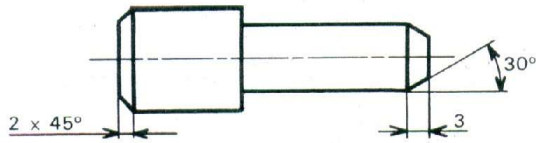


### g. Cotation d'une corde, d'un arc, d'un angle :



## h. Cotation des chanfreins (paragraphe très important) :

Un chanfrein (pour un arbre) ou une fraisure (pour un alésage), est une petite surface conique qui peut être cotée de différentes manières:

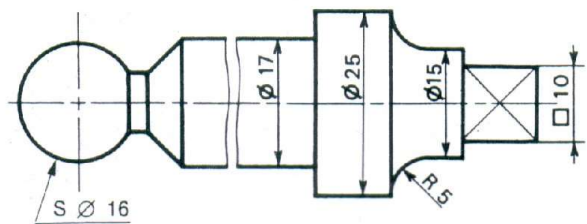


## i. Symboles particuliers :

Lorsque l'on doit coter le diamètre d'une sphère, on ajoute la lettre S devant le symbole Ø: voir ci contre.

Pour une section carrée, on ajoute le symbole □ devant la cote. Dans l'exemple ci contre, la section carrée est formée par 4 méplats (voir le § « Qu'est-ce qu'un méplat », en fin de *recueil*).

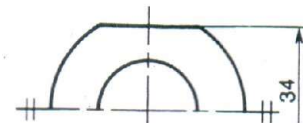
EMPLOI DE SYMBOLES NORMALISÉS



## j. Cotation d'une demi - vue :

Pour des raisons de symétrie, il arrive que l'on n'effectue que la moitié de la vue d'une pièce. Pour coter sa largeur totale, on prolonge la ligne de cote au-delà de l'axe ou du plan de symétrie, puis on l'interrompt, sans ajouter de flèche, et on indique enfin la vraie valeur de la cote.

COTATION D'UNE DEMI-VUE

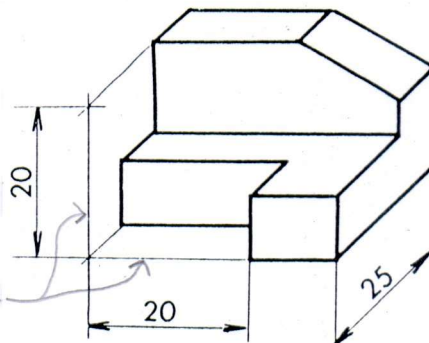


## k. Cotation d'une PERSPECTIVE (cavalière ou non) :

1) Les lignes de cote doivent toujours être parallèles à la longueur à mesurer.

2) Les lignes de cote et les lignes d'attache doivent être considérées dans le même plan.

3) Tracer en trait fin les *lignes d'attache* nécessaires à la cotation.



## l. Les côtes tolérancées :

Jusqu'ici, nous n'avons pris pour exemples que des côtes « fixes »: dans la réalité, on sait qu'il est impossible d'obtenir sur une série de pièces toujours la même cote, en raison d'un certain nombre de paramètres qui ne sont pas tous maîtrisables: nous y reviendrons dans le prochain chapitre: « Les côtes tolérancées », où nous exprimerons la nécessité de permettre à une cote de varier dans une certaine fourchette (l'intervalle de tolérance) tout en étant considérée comme bonne.

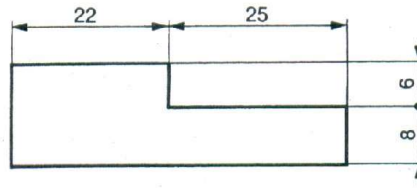


### III. Modes de cotation

#### a. Cotation en série:

Ce mode de cotation consiste à placer plusieurs côtes sur une même ligne. Les côtes se suivent sans se chevaucher.

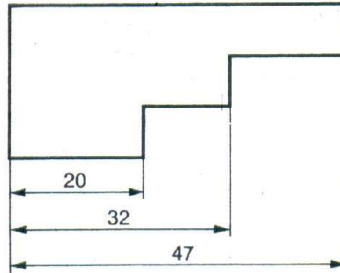
COTATION EN SÉRIE



#### b. Cotation en parallèle:

Les côtes sont disposées sur des lignes parallèles et elles partent d'une ligne d'attache commune.

COTATION EN PARALLÈLE



### IV. Les fautes à éviter

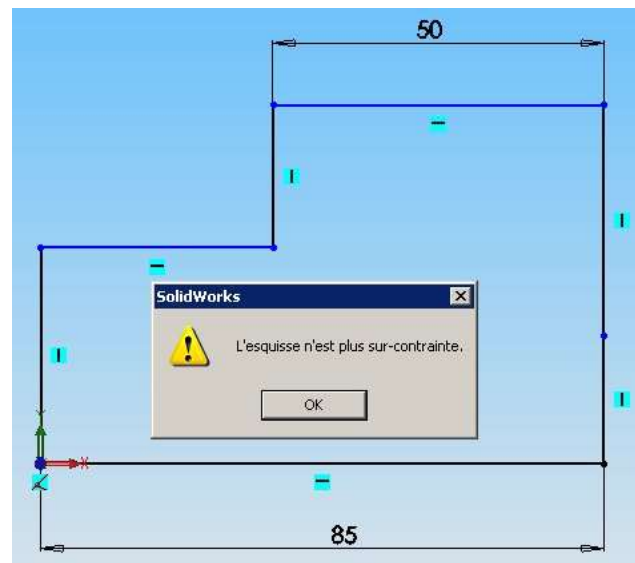
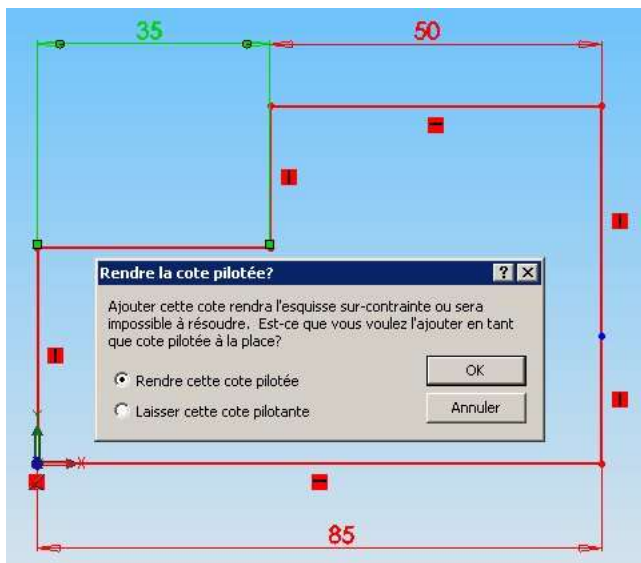
<p>Les cotes ne doivent jamais être coupées par une ligne (ligne de cote, trait d'axe, trait fort...)</p>	<p>Une ligne de cote ne doit pas être coupée par une ligne d'attache. Les lignes d'attaches peuvent se couper entre elles.</p>
<p>Interrompre les hachures pour garder toute la lisibilité de la valeur de la cote.</p>	<p>On ne doit jamais aligner une ligne de cote et une ligne du dessin.</p>
<p>Dans la mesure du possible, aligner les lignes de cotes.</p>	<p>On ne doit jamais utiliser un axe comme ligne de cote, mais on peut s'en servir de ligne d'attache: voir § II c.</p>
<p>Coter de préférence les cylindres dans la vue où leur projection est rectangulaire.</p>	<p>Sauf pour les petits rayons, la flèche est tracée du côté concave de l'arc. Le prolongement de la ligne cotant le <math>\varnothing 10</math> doit passer par le centre du cercle.</p>

## V. Comment faire, concrètement, pour côter une pièce ? (conseils d'ordre général)

Jusqu'ici, nous avons évoqué des principes ne concernant que la partie *graphique* de la cotation. *Le choix des dimensions à côter*, quant à lui, doit être fait en tenant compte des principes suivants:

\* Côter une pièce ne signifie surtout pas «la charger de côtes» : une cotation surabondante est inutile: si une côte peut se déduire d'autres côtes, par addition ou soustraction, ce n'est pas la peine de l'inscrire.

D'ailleurs, SOLID WORKS signale systématiquement ce genre d'erreur en envoyant le message : « L'esquisse est sur-contrainte ».



\* A l'inverse, si l'on oublie certaines côtes, c'est également une erreur : en aucun cas, la personne chargée de fabriquer la pièce (ou de vérifier ses dimensions) ne devra relever ses côtes directement sur le dessin: ce serait absurde! Cela a déjà été dit en tout début de chapitre, et il ne faut pas le perdre de vue.

\* En fait, *il faut simplement installer JUDICIEUSEMENT le nombre de côtes nécessaires et suffisantes afin que toutes les dimensions de la pièce soient définies sans ambiguïté*, dans l'optique de la fabrication.

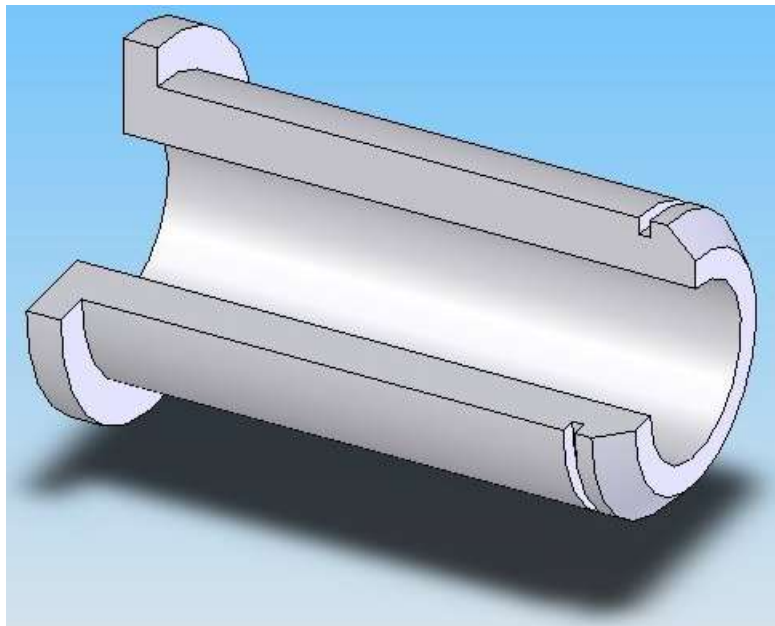
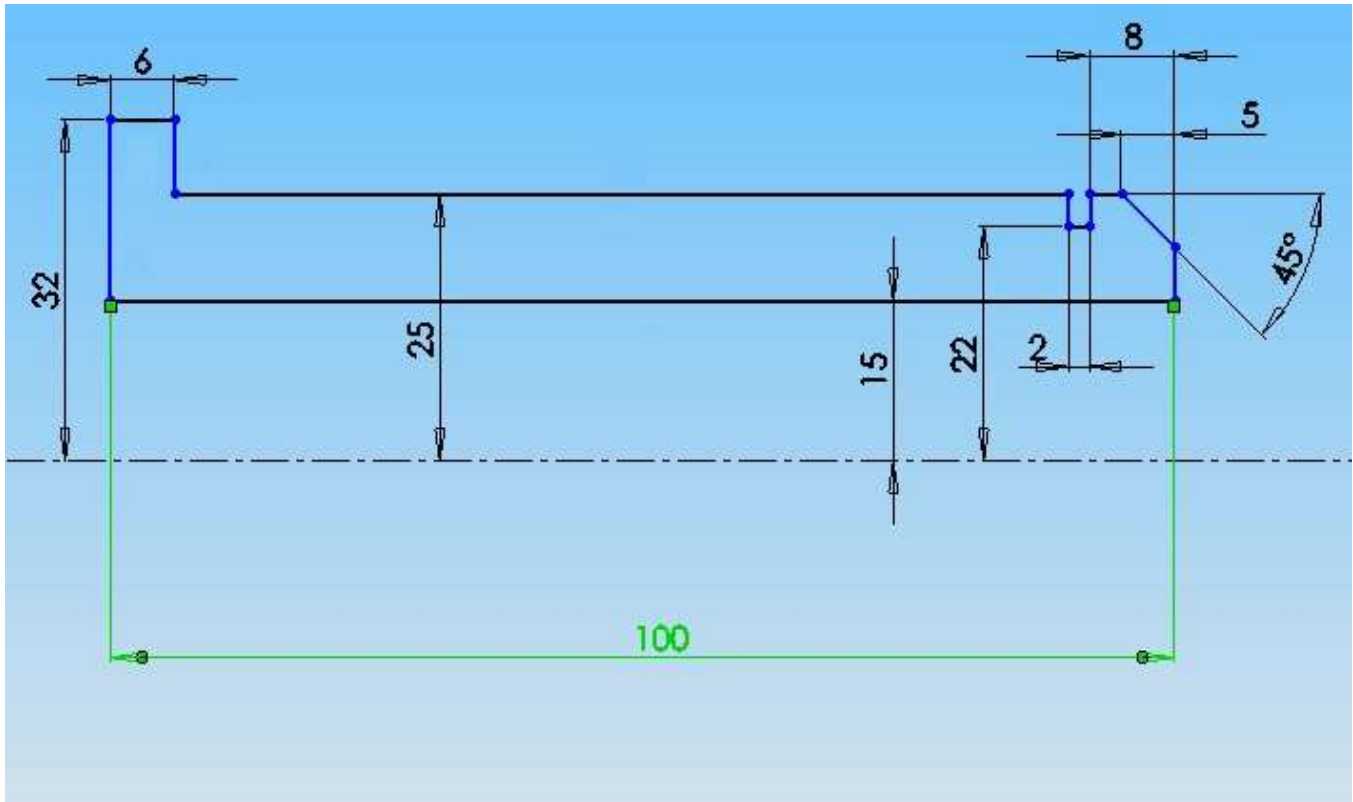
\* La grande question à se poser est: « quelles sont les côtes fonctionnelles? » c'est-à-dire qu'il faut rechercher les côtes qui entrent directement en jeu dans le fonctionnement du mécanisme, et il faut aussi s'intéresser aux côtes qui concernent l'ajustement de la pièce par rapport aux pièces voisines de l'ensemble étudié.

\* Il faut en outre prendre un peu de recul et essayer d'imaginer comment la pièce va être fabriquée: par quel procédé d'obtention (moulage, usinage par enlèvement de copeaux, estampage, assemblage par soudage, etc.) mais aussi comment elle sera mise en position sur la machine outil. On reviendra sur cela lors d'un exposé sur les PROCÉDÉS DE FABRICATION.

\* En conclusion, l'application stricte du cours, pour une fois, n'est pas suffisante : il faut aussi avoir de l'expérience, et cela viendra avec le temps.

## VI. Exercice d'application

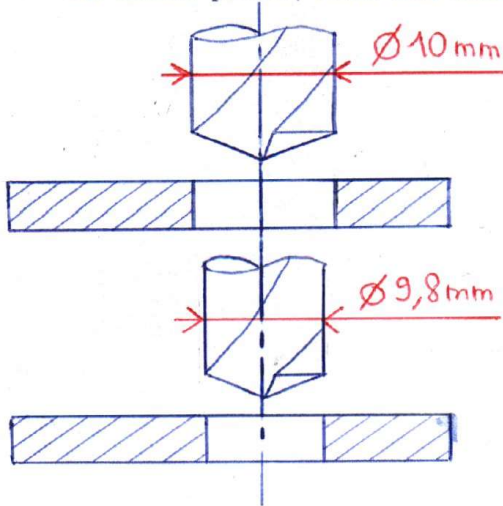
La pièce suivante est un tube muni d'une collerette à une de ses extrémités, d'un chanfrein à l'autre extrémité, et d'une gorge à circlips. A l'aide de l'esquisse ci-dessous, effectuer le dessin sur SOLID WORKS, ainsi qu'un croquis à main levée, avec toute la cotation nécessaire et suffisante afin que la pièce soit entièrement définie en vue de sa fabrication.



# Chapitre 9 : les côtes tolérancées.

## I. Imprécisions dues à la fabrication:

On désire percer, dans une série de 1000 pièces, un trou de 10 mm de diamètre:



Première pièce percée: le forêt est NEUF: le diamètre du trou est de 10 mm exactement

1000<sup>ème</sup> pièce percée: le forêt est USÉ: côte théorique: 10 mm; côte réelle: 9,8 mm (par exemple)

## II. Constatation:

L'usure inévitable des outils (que l'on ne peut pas changer après un seul usinage car cela coûterait trop cher), ainsi que d'autres paramètres, nous empêche d'obtenir exactement la même côte sur toute une série de pièces.

Dans le cas d'un assemblage de plusieurs éléments, cela peut poser de graves problèmes: jeux plus importants que prévus, ou bien, à l'inverse, montage impossible. Par exemple, si l'on considère l'assemblage d'un stylo et de son capuchon, il faut un certain serrage, sinon, le capuchon s'enlève.

## III. Résolution du problème:

On définit tout simplement des limites pour chaque côte: comme on sait que l'on ne pourra jamais obtenir une côte dont la valeur sera exactement celle que l'on voulait, **la pièce est considérée comme bonne** (après usinage) **si ses dimensions se situent entre ces limites**. Ces dernières sont également désignées par le terme "intervalle de tolérance" (abréviation: IT).

## IV. Exemple:

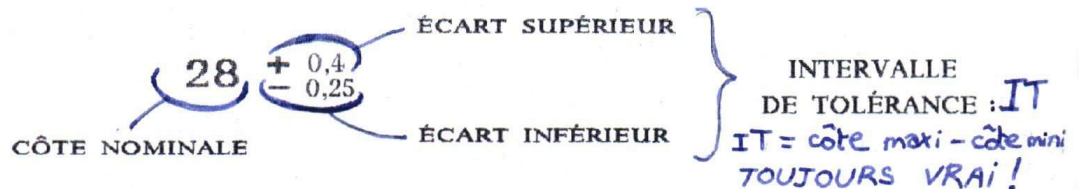
On dispose d'une barre d'acier, cylindrique, pleine, d'un diamètre de six mm, d'une longueur de six mètres, et que l'on veut débiter (couper) en petits morceaux de vingt cm de long. Comme la scie à métaux utilisée ne permet pas une grande précision, on admet

une marge d'erreur: par exemple, que le morceau est bon s'il mesure un mm de plus ou de moins, par rapport à ce qui avait été prévu; on notera la côte de la manière suivante:

$$200 \pm 1 \text{ mm}$$

## V. Notation générale d'une côte tolérancée:

A CONNAÎTRE PAR CŒUR: (c'est la façon dont on note, qu'il faut connaître, pas les chiffres suivants, qui ne sont là que pour l'exemple!)



LA CÔTE NOMINALE EST LA CÔTE DE BASE AUTOUR DE LAQUELLE VONT SE SITUER LES CÔTES RECHERCHÉES.

ATTENTION ! LA CÔTE NOMINALE N'EST PAS FORCÉMENT LA CÔTE IDÉALE!

En effet, on peut se retrouver par exemple en présence d'une côte du type:

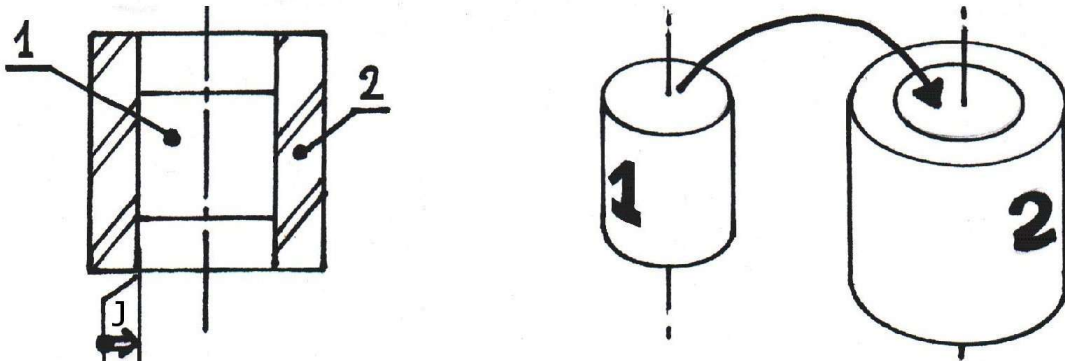
$42 \begin{matrix} +0,3 \\ +0,2 \end{matrix}$  ce qui signifie que si l'on obtient une côte de 42 "pile", elle sera en dehors de la tolérance, donc considérée comme mauvaise.

Il existe aussi des côtes du type:  $104 \begin{matrix} -0,1 \\ -0,3 \end{matrix}$

## VI. Exercice résolu:

### A. PRÉSENTATION:

Considérons l'assemblage suivant: il s'agit d'une pièce cylindrique (n°1) que l'on doit monter dans une autre (n°2). La pièce numéro 2 a été alésée (c'est-à-dire qu'elle possède un trou de très grand diamètre, qui pour des raisons pratiques, n'a pas pu être réalisé avec un forêt classique, mais avec un alésoir, d'où le nom).



On a déterminé par différents essais de prototypes que pour fonctionner, ce dispositif devait posséder un certain jeu. Pour cela, on a choisi des tolérances pour chaque pièce (la 1 et la 2). En fonction de ces tolérances, nous allons calculer quels peuvent être les jeux minis et maxi que l'on obtiendra lors de l'assemblage.

**REMARQUE:**

En général, les jeux de fonctionnement sont de quelques dixièmes de millimètres au maximum. Par conséquent, il n'est pas possible de les représenter sur un dessin. Par convention, les pièces étudiées se touchent sur le dessin, même si dans la réalité, il y a un petit jeu entre les deux.

**B. CAS DE LA PIÈCE N°1:**

On admet que sa côte tolérancée est: (c'est l'énoncé qui nous la donne)

$$100 \begin{matrix} +0,4 \\ -0,1 \end{matrix}$$

Ainsi, le diamètre minimal de la pièce n°1 sera:

$$100 - 0,1 = 99,9 \text{ mm}$$

et le diamètre maximal:

$$100 + 0,4 = 100,4 \text{ mm}$$

L'échelle suivante vous montre de manière un peu plus concrète la signification de ces calculs. Surlignez en vert la zone où la pièce est considérée comme bonne, en rouge celles où elle est considérée comme mauvaise.



**REMARQUE:** si la pièce est mauvaise, deux cas peuvent se produire: soit on peut encore enlever de la matière, donc on réusine; soit il n'y a plus assez de matière, donc on la jette.

**C. CAS DE LA PIÈCE N°2**

On admet que sa côte tolérancée est: (c'est encore l'énoncé qui nous la donne)

$$101 \begin{matrix} -0,3 \\ -0,5 \end{matrix}$$

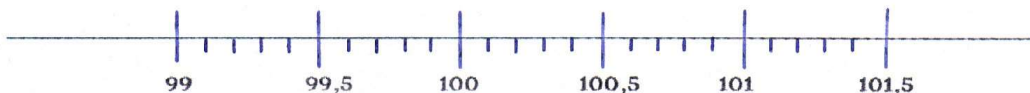
Ainsi, le diamètre minimal de la pièce n°2 sera:

$$101 - 0,5 = 100,5 \text{ mm}$$

et le diamètre maximal:

$$101 - 0,3 = 100,7 \text{ mm}$$

*"100,6 ± 0,1" est une forme de présentation déconseillée, car pour des raisons pratiques, on préfère avoir une côte nominale "la plus ronde possible".*



**D. CAS DE L'ASSEMBLAGE:**

Après avoir réalisé par exemple 12500 pièces n°1 et 12500 pièces n°2, nous les avons contrôlées et nous n'avons conservé que celles qui se trouvaient à l'intérieur de leurs intervalles de tolérance respectifs.

Il va de soit que, toutes ces pièces n'ayant pas exactement les mêmes dimensions

lors de l'assemblage d'une pièce 1 avec une pièce 2, toutes deux prises au hasard (mais bonnes), nous obtiendrons différents jeux.

Nous allons nous intéresser aux deux cas extrêmes: la question que vous devez vous poser (par exemple lors d'un exercice) est la suivante:

- Dans quel cas vais-je obtenir le jeu maximal à l'assemblage?
- Dans quel cas vais-je obtenir le jeu minimal à l'assemblage?

Ici, on obtient le jeu maxi lorsque l'on prend une pièce 1 à sa côte minimale et qu'on la monte dans une pièce 2 à la côte maxi (donc avec un très grand trou). Et vice versa.

Calculs:

$$\text{JEU MAXI} = \text{PIÈCE 2 MAXI} - \text{PIÈCE 1 MINI}$$

$$\text{JEU MINI} = \text{PIÈCE 2 MINI} - \text{PIÈCE 1 MAXI}$$

*dans cet exemple !*

*Donc, NE PAS*

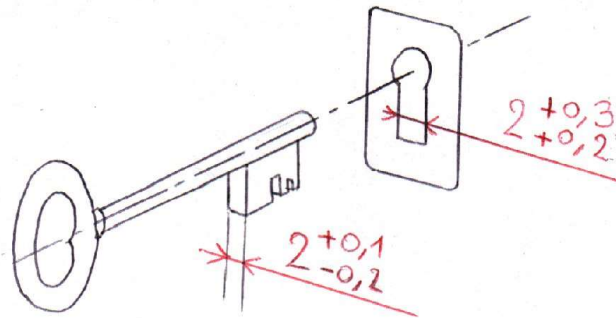
*apprendre ceci par cœur!*

$$\text{Soit: } J_{\max} = 100,7 - 99,9 = 0,8 \text{ mm}$$

$$J_{\min} = 100,5 - 100,4 = 0,1 \text{ mm}$$

## VII. EXERCICE D'APPLICATION:

On considère l'assemblage (temporaire) d'une clé dans sa serrure. Les dimensions de ces deux pièces, ainsi que leurs tolérances, sont indiquées sur la figure suivante:



Questions:

- a. Calculer la dimension mini de la clé:
- b. Calculer la dimension maxi de la clé:
- c. Calculer l'intervalle de tolérance de la clé (dimension m i moins dimension m i)
- d. Calculer la dimension mini de la serrure:
- e. Calculer sa dimension maxi:
- f. Calculer son intervalle de tolérance:
- g. Calculer le jeu mini d'un assemblage:
- h. Calculer le jeu maxi d'un assemblage: