

Prépa VAUBAN		Spécifications dimensionnelles et fonctionnelles	Chap 3	Cours 3.5.
PTSI	P1/8		Conception des systèmes	

Mise en situation :

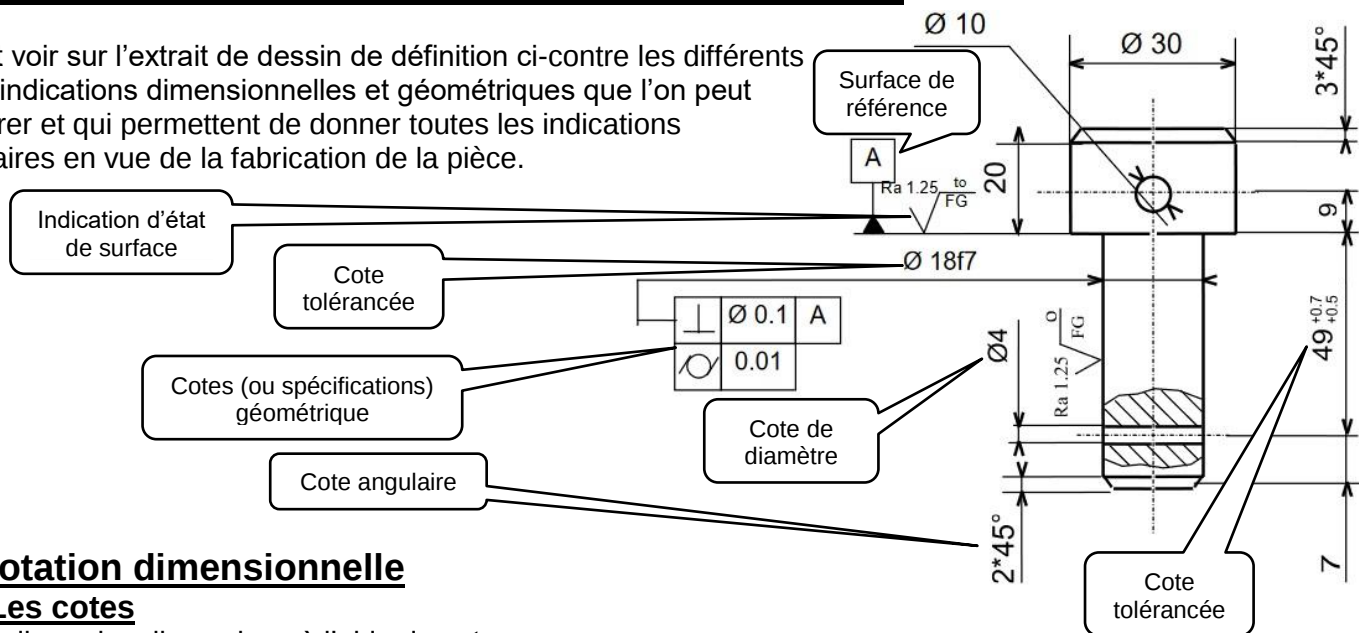
Les moyens de production utilisés pour fabriquer des produits ne permettent pas de réaliser des pièces ayant des qualités dimensionnelles et géométriques parfaites. Cependant, le produit final devra quand même fonctionner avec des pièces non parfaites. Ainsi, une fois le produit « idéal » conçu par le concepteur, il devra alors préciser quels seront les intervalles de tolérance et les zones de tolérances sur les pièces fabriquées afin de garantir l'assemblage.



On étudiera dans ce cours la cotation des dimensions et formes d'une pièce réelle, ainsi que les spécifications fonctionnelles rencontrées sur les dessins d'ensemble.

1. Cotation des dimensions et formes d'une pièce

On peut voir sur l'extrait de dessin de définition ci-contre les différents types d'indications dimensionnelles et géométriques que l'on peut rencontrer et qui permettent de donner toutes les indications nécessaires en vue de la fabrication de la pièce.



1.1. Cotation dimensionnelle

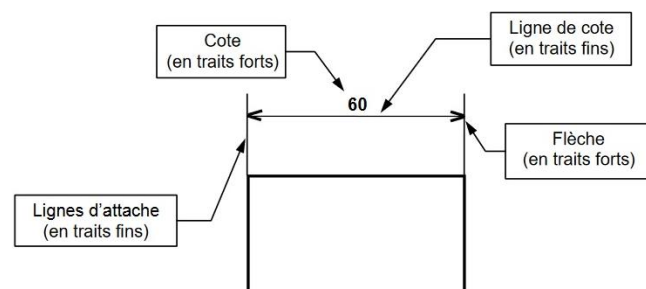
1.1.2. Les cotes

On va indiquer les dimensions à l'aide de cotes.

Une cote peut être :

- linéaire : entre 2 plans parallèles ou sur un diamètre
- angulaire : entre 2 plans non parallèles ou entre un plan et une génératrice de cylindre

Dans le cas d'une cote linéaire, la valeur numérique d'une cote correspond à la distance séparant 2 points dans la direction définie par la ligne de cote.



Prépa VAUBAN		Spécifications dimensionnelles et fonctionnelles	Chap 3	Cours 3.5.
PTSI	P2/8		Conception des systèmes	

1.1.2. Tolérancement dimensionnel

Il n'est pas possible en fabrication d'obtenir une dimension demandée par un constructeur avec une absolue précision.

Tout au plus peut-on donner deux bornes entre lesquelles se situera la dimension fabriquée.

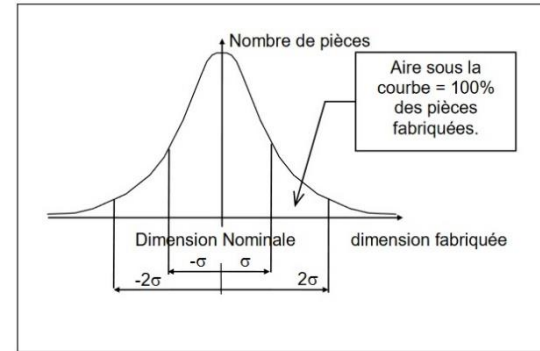
Lors de la fabrication d'une série de pièces identiques, on s'aperçoit qu'il y a toujours une certaine dispersion de fabrication.

La dimension obtenue (en usinage, par exemple) varie autour de la dimension nominale demandée.

63% des pièces fabriquées seront situées dans l'intervalle $dn \pm \sigma$,

95% dans $dn \pm 2\sigma$ et 99% dans $dn \pm 3\sigma$.

σ , l'écart-type, dépend du moyen de fabrication employé et même de la machine mise en œuvre.



On inscrira, à la suite de la valeur nominale de la dimension, la plage de variation autorisée pour cette dimension, comme sur l'exemple de la page précédente : $49^{+0,7}_{+0,5}$

Les 2 valeurs indiquées à droite sont nommées écart supérieur (ES) et écart inférieur (EI)

L'intervalle de tolérance noté IT est la différence entre la valeur Maxi et la valeur mini de cette dimension.

La dimension fabriquée devra se situer entre les 2 cotes, une mini et une maxi.

Cote min = Cote nominale + EI

Cote Max = Cote nominale + ES

Dans notre exemple, on a : EI =

ES =

IT =

Cote Min =

Cote Max =

2. Cotation fonctionnelle

2.1. Surfaces fonctionnelles

Un objet technique est constitué d'un ensemble de pièces. Pour chaque pièce de cet ensemble, on distingue :

- Les surfaces fonctionnelles qui ont un rôle primordial dans le fonctionnement de l'objet technique. On peut les repérer en couleurs sur le dessin d'ensemble.
- Les surfaces non-fonctionnelles définissant les formes secondaires.

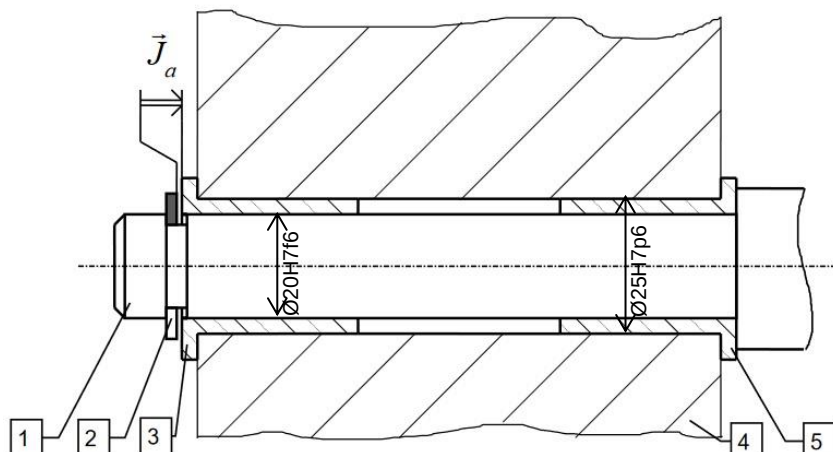
On utilise la notion de surface fonctionnelle quel que soit le type d'entité géométrique (point, ligne, surface plane, surface cylindrique, ...)

2.2. Conditions fonctionnelles

Ces surfaces fonctionnelles devront respecter certaines conditions entre elles pour remplir correctement leur rôle :

- conditions de jeu
- conditions de serrage
- conditions de garde

La mise en évidence de ces conditions se fera directement sur le dessin d'ensemble sous forme de cotes (ou vecteurs) condition ou d'indications d'ajustements ISO.



Prépa VAUBAN		Spécifications dimensionnelles et fonctionnelles	Chap 3	Cours 3.5.
PTSI	P3/8		Conception des systèmes	

2.3. La cote condition

La cote condition $\vec{J}$ est un vecteur qui exprime une exigence fonctionnelle.

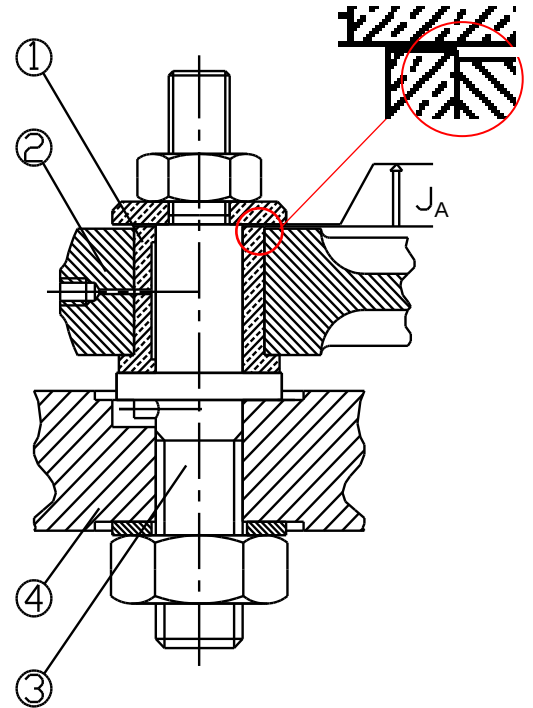
Les 2 éléments qui limitent la cote condition sont appelés surfaces terminales.

Les surfaces de contact entre les pièces sont appelées surfaces de liaison.

Si la cote condition est positive on parle de **jeu**, dans le cas contraire on parle de **serrage** (mais on peut aussi parler de jeu négatif)

Par convention, la cote condition $\vec{J}$ sera représentée par un vecteur à double trait.

- horizontale elle sera dirigée de gauche à droite ($\Rightarrow$).
- verticale elle sera dirigée de bas en haut ($\Uparrow$).



Dans l'exemple ci-dessus, le jeu J_A doit être positif pour éviter que le serrage de l'écrou supérieur ne vienne appuyer la rondelle sur le palier lisse mais sur l'arbre.

2.4. Chaînes de cotes

Une chaîne de cotes est un ensemble de cotes nécessaires et suffisantes au respect de la cote condition. Dans l'exemple ci-dessus, le jeu ne doit pas dépasser une valeur limite au-delà de laquelle le mouvement axial du palier 1 deviendrait trop important.

Voici quelques règles simples qui s'appliquent à la construction des chaînes de cotes.

1. La chaîne de cotes **débute à l'origine du vecteur condition** et se termine à son extrémité.
2. **Chaque cote de la chaîne, commence et se termine sur la même pièce.** Le problème initial est de coter les différentes pièces du mécanisme.
3. **Il ne peut y avoir qu'une seule cote par pièce dans une même chaîne de cotes.** La chaîne de cotes doit être la plus courte possible, afin de faire intervenir le moins de cotes possible. Si deux cotes de la chaîne appartiennent à la même pièce, c'est qu'il existe une chaîne de cotes encore plus courte réalisant le même vecteur condition.
4. **Le passage d'une cote de la chaîne à la suivante se fait par la surface d'appui entre les deux pièces cotées.** En effet, la fermeture vectorielle exprimée plus haut n'a de sens que si les origines des différents a_i correspondent aux extrémités du a_j précédent ;

$$\vec{J}_A =$$

On passe volontiers à une relation scalaire : la cote condition est égale à la somme des vecteurs dans le sens positif, moins la somme des vecteurs dans le sens négatif.

$$J_A =$$

Le jeu est maximal si les dimensions des vecteurs positifs sont maxi et celles des vecteurs négatifs mini.
Le jeu est minimal si les dimensions des vecteurs positifs sont mini et celles des vecteurs négatifs maxi

$$J_{A \text{ Max}} =$$

$$J_{A \text{ min}} =$$

Prépa VAUBAN		Spécifications dimensionnelles et fonctionnelles	Chap 3	Cours 3.5.
PTSI	P4/8		Conception des systèmes	

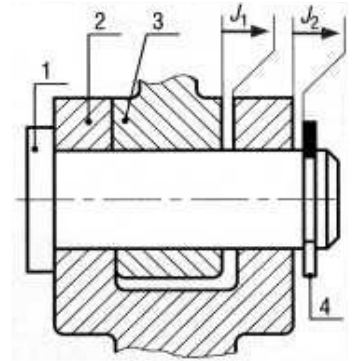
Exemple : chape

✂ Indiquer l'utilité des jeu J_A et J_B .



✂ Tracer les chaines de cotes des jeu J_A et J_B .

✂ Donner l'expression des 2 jeux en fonctions des autres cotes.



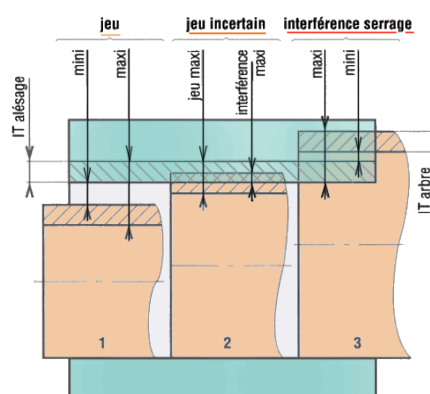
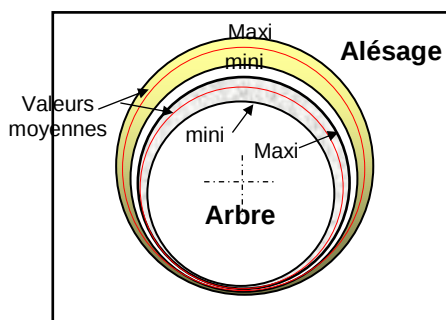
2.5. Les ajustements

2.5.1. Présentation

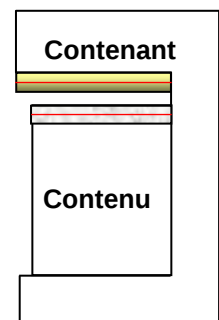
Les variations dans la dimension des pièces, posent certains problèmes dans le cas de l'assemblage de 2 pièces. Un ajustement est un système de cotation normalisé concernant un assemblage de deux pièces. Il sera défini grâce 2 dimensions (un jeu min et un jeu max) et pourra être suivant les cas :

avec jeu (ou glissant), incertain ou serré

Arbre – Alésage



Pièces prismatiques



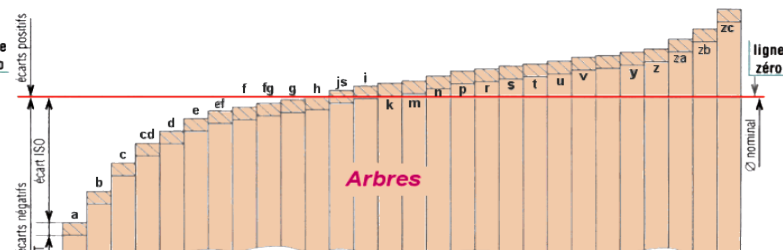
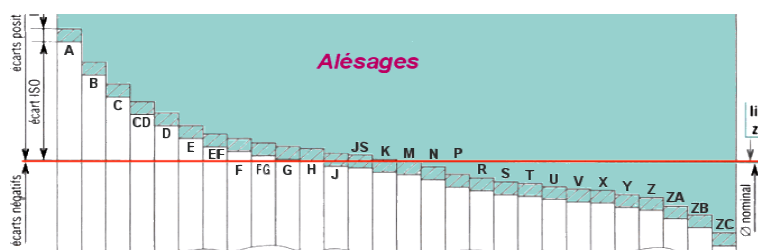
2.5.2. Le système d'ajustement I.S.O.

Système international normalisé, il permet au concepteur d'indiquer d'une façon rapide et pratique le type d'assemblage souhaité. Du point de vue de la fabrication, les coûts sont abaissés par la diminution du nombre d'outillage et de moyens de contrôle.

Le système I.S.O. utilise plusieurs paramètres :

- La dimension nominale
- La position : c'est à dire la situation de l'intervalle de tolérance de l'arbre ou de l'alésage par rapport à la ligne zéro de la dimension nominale. La position est repérée par une lettre.
- La qualité : c'est à dire la dimension de l'intervalle de tolérance. Elle est repérée par un nombre

Diagramme de position des IT

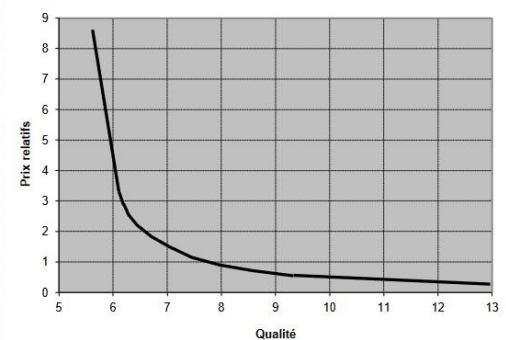


Extrait de tableaux des valeurs mini / maxi des cotes en fonction de leurs classe et position

14 ■ 26	PRINCIPAUX ÉCARTS EN MICROMETRES								Température de référence : 20 °C				
ALÉSAGES	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
D 10	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+ 120 + 50	+ 149 + 65	+ 180 + 80	+ 220 + 100	+ 260 + 120	+ 305 + 145	+ 355 + 170	+ 400 + 190	+ 440 + 210	+ 480 + 230
F 7	+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+ 108 + 56	+ 119 + 62	+ 131 + 68
G 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17	+ 54 + 18	+ 60 + 20
H 6	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0	+ 36 0	+ 40 0
H 7	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0	+ 57 0	+ 63 0
H 8	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0	+ 89 0	+ 97 0
H 9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+ 100 0	+ 115 0	+ 130 0	+ 140 0	+ 155 0
H 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 185 0	+ 210 0	+ 230 0	+ 250 0
H 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 290 0	+ 320 0	+ 360 0	+ 400 0
H 12	+ 100 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0	+ 520 0	+ 570 0	+ 630 0
H 13	+ 140 0	+ 180 0	+ 220 0	+ 270 0	+ 330 0	+ 390 0	+ 460 0	+ 540 0	+ 630 0	+ 720 0	+ 810 0	+ 890 0	+ 970 0
J 7	+ 4 - 6	+ 6 - 6	+ 8 - 7	+ 10 - 8	+ 12 - 9	+ 14 - 11	+ 18 - 12	+ 22 - 13	+ 26 - 14	+ 30 - 16	+ 36 - 16	+ 39 - 18	+ 43 - 20
K 6	0 - 6	+ 2 - 6	+ 2 - 7	+ 2 - 9	+ 2 - 11	+ 3 - 13	+ 4 - 15	+ 4 - 18	+ 4 - 21	+ 5 - 24	+ 5 - 27	+ 7 - 29	+ 8 - 32
K 7	0 - 10	+ 3 - 9	+ 5 - 10	+ 6 - 12	+ 6 - 15	+ 7 - 18	+ 9 - 21	+ 10 - 25	+ 12 - 28	+ 13 - 33	+ 16 - 36	+ 17 - 40	+ 18 - 45

ARBRES	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
f 7	- 6 - 16	- 10 - 22	- 13 - 28	- 16 - 34	- 20 - 41	- 25 - 50	- 30 - 60	- 36 - 71	- 43 - 83	- 50 - 96	- 56 - 106	- 62 - 119	- 68 - 131
f 8	- 6 - 20	- 10 - 28	- 13 - 35	- 16 - 43	- 20 - 53	- 25 - 64	- 30 - 76	- 36 - 90	- 43 - 106	- 50 - 122	- 56 - 137	- 62 - 151	- 68 - 165
g 5	- 2 - 6	- 4 - 9	- 5 - 11	- 6 - 14	- 7 - 16	- 9 - 20	- 10 - 23	- 12 - 27	- 14 - 32	- 15 - 35	- 17 - 40	- 18 - 43	- 20 - 47
g 6	- 2 - 8	- 4 - 12	- 5 - 14	- 6 - 17	- 7 - 20	- 9 - 25	- 10 - 29	- 12 - 34	- 14 - 39	- 15 - 44	- 17 - 49	- 18 - 54	- 20 - 60
h 5	0 - 4	0 - 5	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 15	0 - 18	0 - 20	0 - 23	0 - 25	0 - 27
h 6	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 16	0 - 19	0 - 22	0 - 25	0 - 29	0 - 32	0 - 36	0 - 40
h 7	0 - 10	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
h 8	0 - 14	0 - 18	0 - 22	0 - 27	0 - 33	0 - 39	0 - 46	0 - 54	0 - 63	0 - 72	0 - 81	0 - 89	0 - 97
h 9	0 - 25	0 - 30	0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
h 10	0 - 40	0 - 48	0 - 58	0 - 70	0 - 84	0 - 100	0 - 120	0 - 140	0 - 160	0 - 185	0 - 210	0 - 230	0 - 250
h 11	0 - 60	0 - 75	0 - 90	0 - 110	0 - 130	0 - 160	0 - 190	0 - 220	0 - 250	0 - 290	0 - 320	0 - 360	0 - 400
h 13	0 - 140	0 - 180	0 - 220	0 - 270	0 - 330	0 - 390	0 - 460	0 - 540	0 - 630	0 - 720	0 - 810	0 - 890	0 - 970
j 6	+ 4 - 2	+ 6 - 2	+ 7 - 3	+ 8 - 4	+ 9 - 5	+ 11 - 7	+ 12 - 9	+ 13 - 11	+ 14 - 13	+ 16 - 16	+ 16 - 16	+ 18 - 18	+ 20 - 20
js 5	± 2	± 2,5	± 3	± 4	± 4,5	± 5,5	± 6,5	± 7,5	± 9	± 10	± 11,5	± 12,5	± 13,5
js 6	± 3	± 4	± 4,5	± 5,5	± 6,5	± 8	± 9,5	± 11	± 12,5	± 14,5	± 16	± 18	± 20
js 9	± 12	± 15	± 18	± 21	± 26	± 31	± 37	± 43	± 50	± 57	± 65	± 70	± 77
js 11	± 30	± 37	± 45	± 55	± 65	± 80	± 95	± 110	± 125	± 145	± 160	± 180	± 200
k 5	+ 4 0	+ 6 + 1	+ 7 + 1	+ 9 + 1	+ 11 + 2	+ 13 + 2	+ 15 + 2	+ 18 + 3	+ 21 + 3	+ 24 + 4	+ 27 + 4	+ 29 + 4	+ 32 + 5
k 6	+ 6 0	+ 9 + 1	+ 10 + 1	+ 12 + 1	+ 15 + 2	+ 18 + 2	+ 21 + 2	+ 25 + 3	+ 28 + 3	+ 33 + 4	+ 36 + 4	+ 40 + 4	+ 45 + 5
m 5	+ 6 + 2	+ 9 + 4	+ 12 + 6	+ 15 + 7	+ 17 + 8	+ 20 + 9	+ 24 + 11	+ 28 + 13	+ 33 + 15	+ 37 + 17	+ 43 + 20	+ 46 + 21	+ 50 + 23
m 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 15 + 6	+ 18 + 7	+ 21 + 8	+ 25 + 9	+ 30 + 11	+ 35 + 13	+ 40 + 15	+ 46 + 17	+ 52 + 20	+ 57 + 21	+ 63 + 23
n 6	+ 10 + 4	+ 16 + 8	+ 19 + 10	+ 23 + 12	+ 28 + 15	+ 33 + 17	+ 39 + 20	+ 45 + 23	+ 52 + 27	+ 60 + 31	+ 66 + 34	+ 73 + 37	+ 80 + 40
p 6	+ 12 + 6	+ 20 + 12	+ 24 + 15	+ 29 + 18	+ 35 + 22	+ 42 + 26	+ 51 + 32	+ 59 + 37	+ 68 + 43	+ 79 + 50	+ 88 + 56	+ 98 + 62	+ 108 + 68

Prix approximatif d'un usinage en fonction de la qualité



2.5.3. Calcul de l'ajustement

Un ajustement doit être calculé, et il dépend donc des dimensions mini-maxi de l'arbre et de l'alésage (ou de la pièce contenue-contenante)

Calculs :

Jeu =

Jeu mini =

Jeu Max =

On peut aussi calculer à partir des écarts :

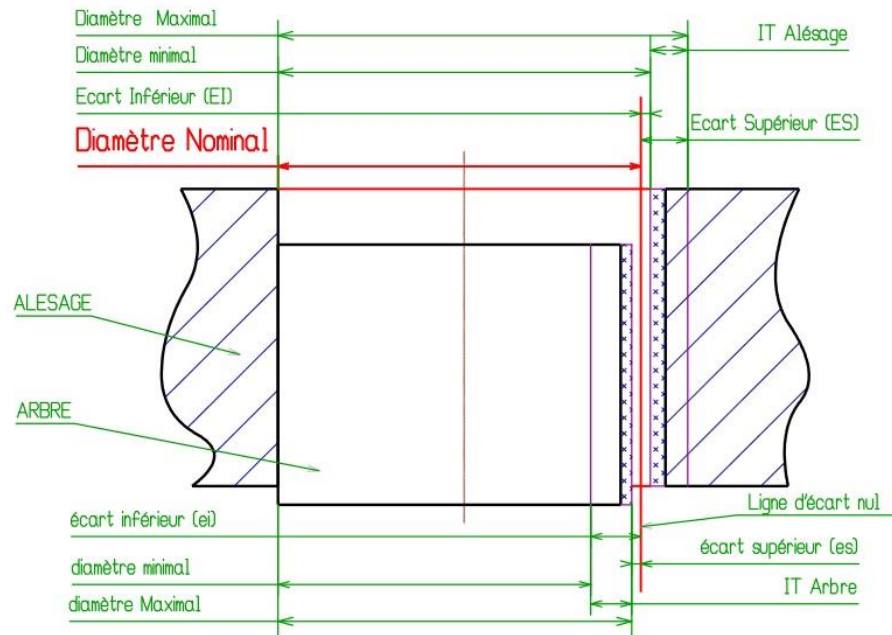
Jeu mini =

Jeu Max =

Si les jeux sont positifs :

Si les jeux sont négatifs :

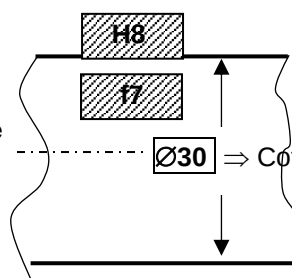
Si un jeu est positif et l'autre négatif :



Résumé sur un exemple :

Ø30 H8 f7

f7 ⇒ IT sur l'arbre ou le contenu
f position de l'IT/cote nominale
7 étendue de l'IT appelé qualité



H8 ⇒ IT sur l'alésage ou le contenant
H position de l'IT/cote nominale
8 étendue de l'IT

La valeur des IT est consignée un tableau d'ajustements

30 H8 f7 ⇒ **30 H8** ⇒
 ⇒ **30 f7** ⇒
 ⇒ c'est un ajustement

Prépa VAUBAN		Spécifications dimensionnelles et fonctionnelles	Chap 3	Cours 3.5.
PTSI	P7/8		Conception des systèmes	

Exercice 1 :

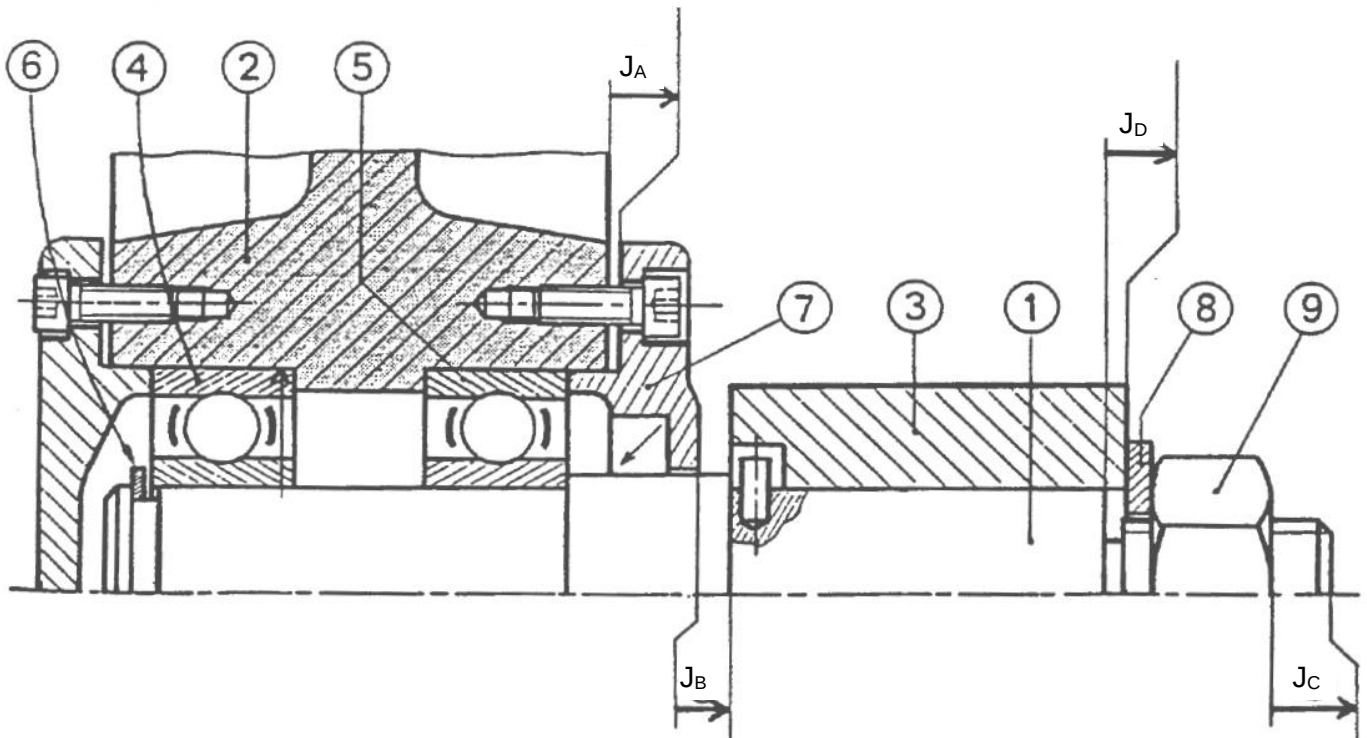
✂ Compléter les cases du tableau ci-dessous.

	$\begin{matrix} +0,02 \\ -0,3 \end{matrix}$ 12	8	45	63
Cote nominale (Cn=)	.....	.....	.....	.....
Ecart supérieur (ES= ou es =)	.....	+0,015	.....	+0,07
Ecart Inférieur (EI= ou ei =)	.....	-0,015	.....	.....
Cote Maxi.	.....	.....	44,97	.....
Cote mini.	.....	.....	44,85	63,03
Intervalle de Tolérance (IT=)	.....	.....	.....	.....

Exercice 2 :

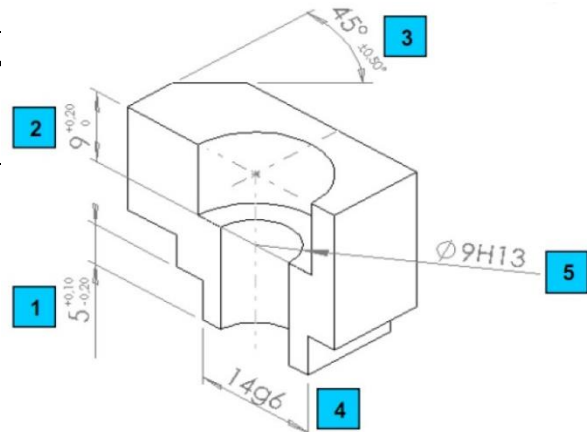
✂ Tracer les chaines de cotes relatives aux 4 jeux indiqués.

✂ Donner l'expression de chaque jeu en fonction des cotes indiquées.



Exercice 3 :

✎ Compléter les cases du tableau ci-dessous.



	COTE 1	COTE 2	COTE 3	COTE 4	COTE 5
Cote nominale (Cn=)					
Ecart supérieur (ES= ou es =)					
Ecart Inférieur (EI= ou ei =)					
Cote Maxi.					
Cote mini.					
Intervalle de Tolérance (IT=)					

Exercice 4 :

On souhaite définir la nature de l'ajustement $\varnothing 50 \text{ H7/p6}$.

✎ Compléter les cases du tableau ci-dessous.

	ARBRE :	ALESAGE :
Cote Nominale CN (mm)	.....	.....
Ecart supérieur (mm)	.....	.....
Ecart Inférieur (mm)	.....	.....
IT (mm)	.....	.....
Cote Maxi. (mm)	arbre Maxi =	Alésage Maxi =
Cote mini (mm)	arbre mini =	Alésage mini =

✎ Positionner les IT par rapport à la ligne "zéro".



✎ Déterminer les jeux mini/maxi et en déduire l'ajustement.