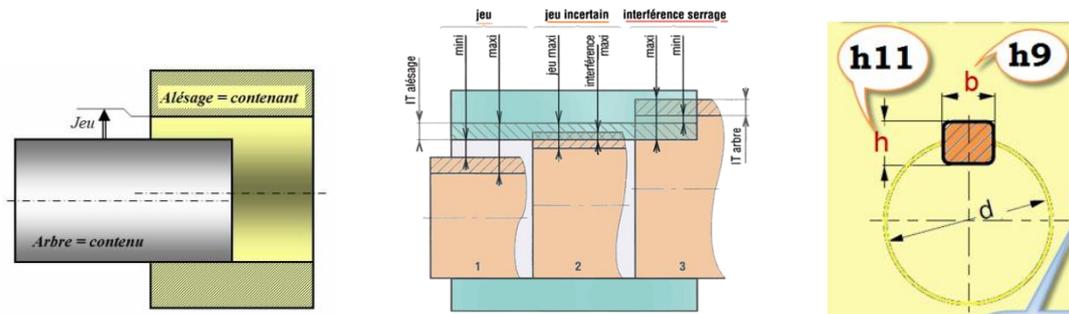


Cycle 3: Etude de la conception et de la réalisation des ensembles mécaniques

Chapitre 1 – Spécifications des ajustements entre arbres et moyeux



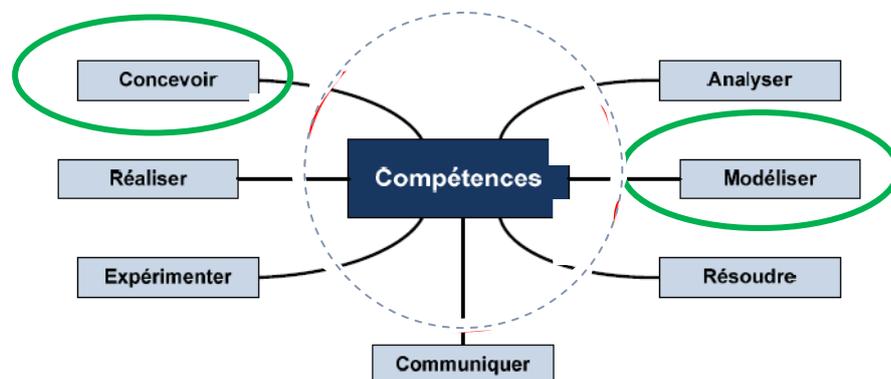
Dans le cadre de la conception de systèmes mécaniques, il est très courant d'avoir des contacts de type arbre – moyeu, les arbres ou les moyeux pouvant être à section circulaire ou rectangulaire. Les surfaces étant en contact, un seul trait est visible dans le dessin de définition. Cependant, suivant les contraintes fonctionnelles, on peut désirer qu'il y ait un glissement entre les surfaces ou au contraire un blocage.

La spécification d'ajustements sur les dessins de définition permettent de savoir si un assemblage est serré, incertain ou glissant. Lors de l'assemblage ou de la maintenance du mécanisme on s'attachera à ce que les pièces soient **interchangeables**, c'est-à-dire qu'une pièce sera échangeable avec n'importe quelle autre pièce étant conforme. Dans le cas où les contraintes dimensionnelles seront trop fortes, il faudra avoir recours à l'**appairage** : dans ce cas, il faudra pré - associer 2 ou plus de pièces afin d'assurer l'assemblage du système.

Savoir

SAVOIRS :

- Disposer des cotes sur un dessin de façon normalisée



Sommaire

1. <u>Rappels sur la communication technique</u>	3
2. <u>Le travail de conception en BE</u>	3
3. <u>Les exigences fonctionnelles sur les dessins</u>	3
3.1. Quels types d'exigences sur le dessin d'ensemble ?	3
3.2. Quels types d'exigences sur les dessins de définition ?	4
3.3. Applications	5
4. <u>Notion de cote nominale et de tolérance</u>	5
5. <u>Les ajustements</u>	5
5.1. Introduction	5
5.2. Les vecteurs conditions J	6
5.3. Les ajustements	7



Spécifications des ajustements entre arbres et moyeux

1. Rappels sur la communication technique

Le travail de conception en BE permet de réaliser, entre autres, 2 types de dessins différents :

- dessin d'ensemble = dessin du système complet avec toutes ses pièces (souvent en coupe)
- dessin de définition = dessin détaillé pour chaque pièce avec toutes les vues pour définir les formes à réaliser

2. Le travail de conception en BE

Afin de réaliser un **produit conforme aux attentes** (en termes de **performances, durée de vie, fiabilité...**), l'ingénieur de conception doit **définir précisément** le produit qui sera ensuite fabriqué.

Pour cela, son travail de conception ne se limite pas uniquement à la réalisation de plans. Il doit faire :

- *des notices de calculs pour valider le dimensionnement des pièces, leur résistance dans le temps, leur encombrement...*
- *des croquis, des schémas, des plans d'implantations...*
- *un ou plusieurs dessins d'ensemble accompagnés des dessins de définition.*

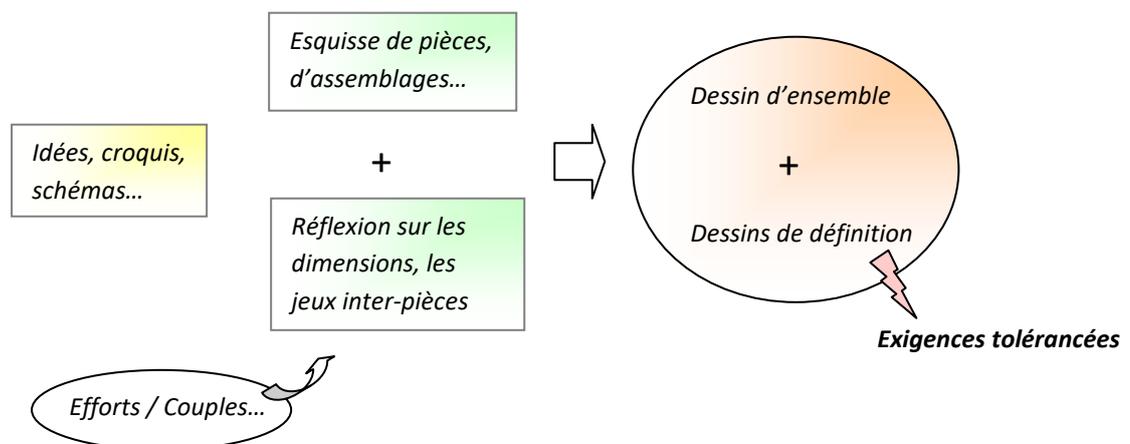
L'ensemble de ces documents constitue le **DOSSIER de DEFINITION**.

3. Les exigences fonctionnelles sur les dessins

Afin de **garantir les performances**, la fiabilité et la durée de vie exigée par le CDC, le concepteur doit **dimensionner** les pièces et assemblage constituant le produit. Pour cela, il effectue des travaux de **cotation fonctionnelle** qui aboutissent à la mise en place **d'EXIGENCES** sur les dessins.

Ces exigences devront être tenues par le fabricant pour garantir le bon fonctionnement.

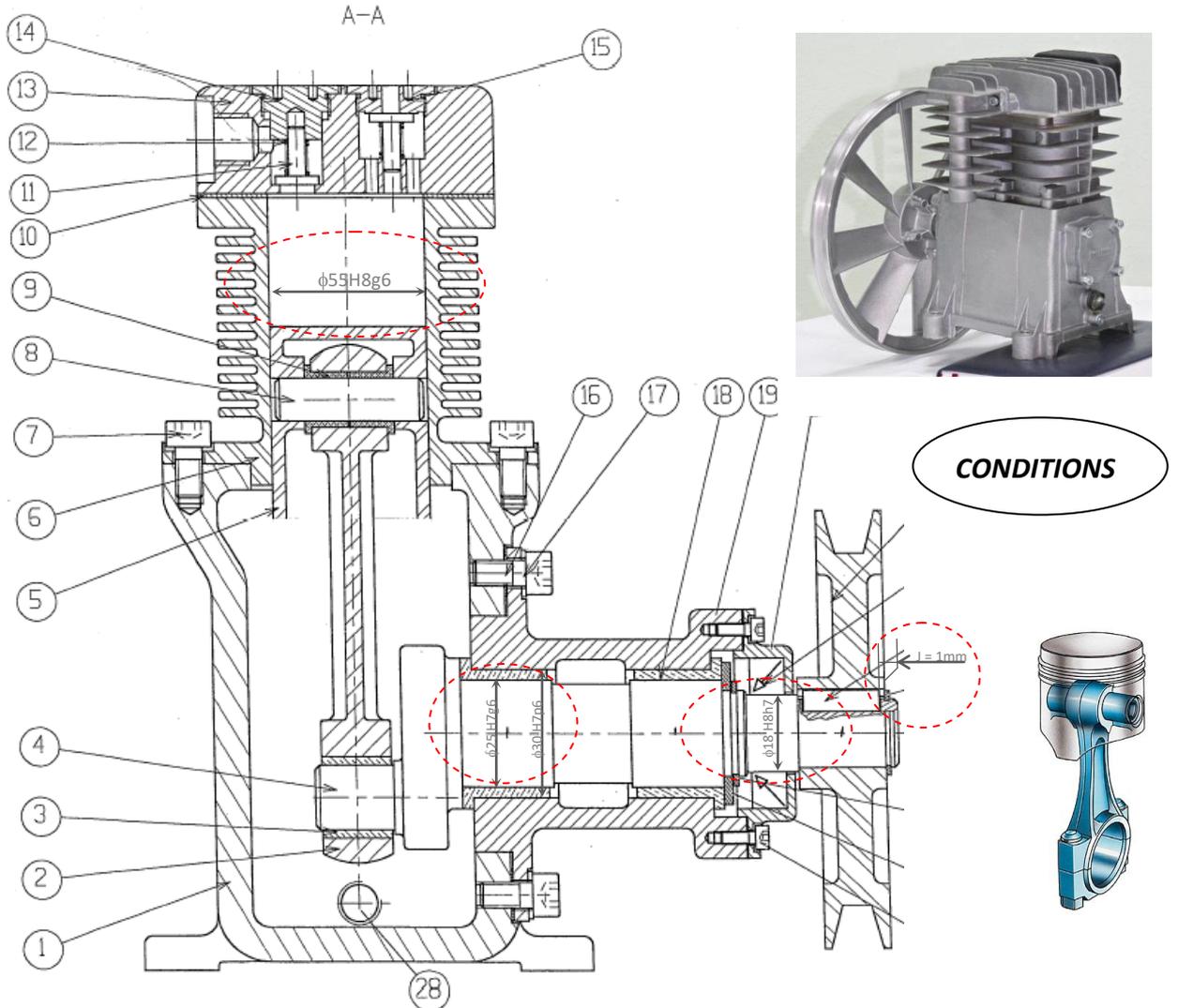
Néanmoins, du fait des **limites technologiques** de conception et de fabrication, des usures dans le temps..., ces exigences seront accompagnées de **TOLERANCES**.



Spécifications des ajustements entre arbres et moyeux

3.1. Quels types d'exigences sur le dessin d'ensemble ?

Exemple : compresseur mono cylindre



Sur le **dessin d'ensemble**, on retrouve toutes les spécifications liés à l'assemblage des pièces, au bon fonctionnement et à la fiabilité du produit. On les appelle des **CONDITIONS fonctionnelles**.

- **JEUX et SERRAGE**
- **AJUSTEMENTS**
- **Cotes d'ENCOMBREMENT**
- **Réserves de filetage**
- **Conditions de montage**



Spécifications des ajustements entre arbres et moyeux

3.2. Quels types d'exigences sur les dessins de définition ?

Exemple : mors mobile d'un étau

SPECIFICATIONS

4	1	Mors mobile	A-U5GT	Y30
Repère	Nbr.	Désignation	Matière	Observations
Echelle : 1				
Version : N° 2				
Mise à jour le : 31/05/1996				

ETAU A SERRAGE RAPIDE

Sur le **dessin de définition**, on retrouve en détail toutes les exigences liées à la **cotation fonctionnelle de la pièce**, servant ensuite à la **fabrication** de celle-ci. On les appelle des **SPECIFICATIONS dimensionnelles**.

- **DIMENSIONS, DIAMETRES, ENTRE-AXES...**
- **ETATS DE SURFACES**
- **SPECIFICATIONS GEOMETRIQUES**
- **TRAITEMENTS THERMIQUES...**

4. Notion de cote nominale et de tolérance

Peu importe le type d'exigences fonctionnelles (condition ou spécification), ces cotes sont composées d'une:

- **cote nominale (CN)**: c'est la cote idéale
- **intervalle de tolérance (IT)**: c'est la marge laissée au fabricant qui garanti le fonctionnement

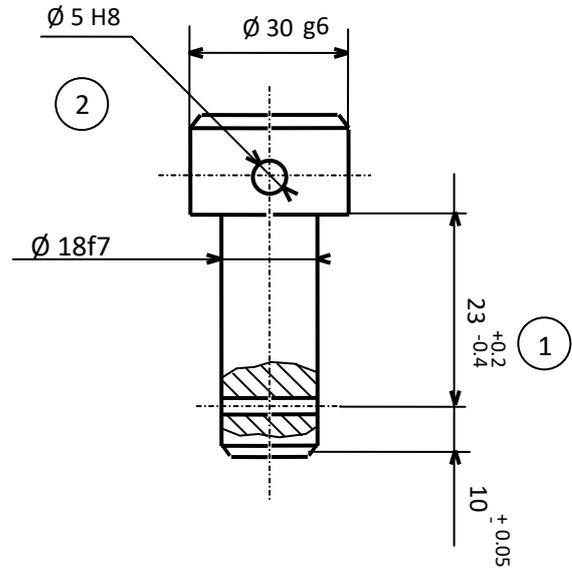
La tolérance est composée d'un **écart supérieur (ES)** et d'un **écart inférieur (EI)** définissant l'**IT**.



Spécifications des ajustements entre arbres et moyeux

Exemple :

1	CN	ES	Ei	CM	Cm	IT
	22.9	+0.2	-0.4	23.2	22.6	0.6
2	Spécification particulière					



5. Les ajustements

5.1. Introduction

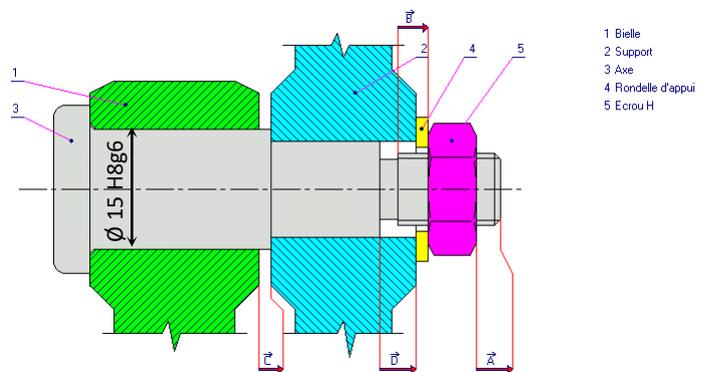
Un objet technique est constitué d'un ensemble de pièces. Pour chaque pièce on distingue :

- Les **surfaces fonctionnelles** qui ont un rôle primordial dans le fonctionnement de l'objet technique
- Les **surfaces non-fonctionnelles** définissant les formes secondaires.

Ces surfaces fonctionnelles devront respecter certaines **CONDITIONS** pour remplir correctement leur rôle :

- **conditions de jeu**
- **conditions de garde**
- **ajustements**

Exemple : sur l'assemblage ci contre, les conditions sont les jeux A, B, C et D, nécessaires au fonctionnement ainsi que l'ajustement ($\text{Ø } 15 \text{ H8g6}$).



CONDITIONS = dessin d'ensemble = VECTEURS conditions ou AJUSTEMENTS ISO

5.2. Les vecteurs conditions (J)

Ces conditions fonctionnelles sous forme de JEUX, dont les valeurs sont issues d'une **analyse complète du mécanisme** (efforts, couples, mouvements...), feront l'objet d'un chapitre de cours spécifiques appelé : **chaîne de cotes**. Ils permettront d'attribuer les valeurs aux IT des cotes sur les pièces.

(Cf cours Chaines des cotes)



Spécifications des ajustements entre arbres et moyeux

5.3. Les ajustements ISO

Un ajustement est un système de cotation normalisé concernant un **assemblage de deux pièces**. L'ISO permet au concepteur d'indiquer d'une façon rapide et pratique le type d'assemblage souhaité par une **exigence d'AJUSTEMENT**.

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)
(un **arbre** = **minuscule**, un **alésage** = **majuscule**)
- La *qualité* : c'est à dire la dimension de l'intervalle de tolérance (la qualité est repérée par un nombre)

Exemple pour un alésage :

CN = Φ 20, position = H, qualité = 8
IT = cf tableaux ci-après

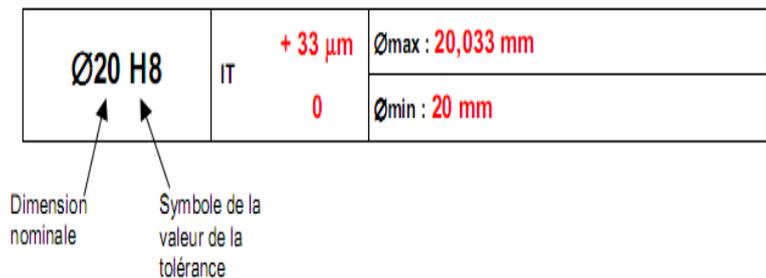


Tableau relatif aux Alésages :

ALESAGES	Jusqu'à 3inclus	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	+80 +20	+78 +30	+98 +40	+120 +50	+149 +85	+180 +80	+220 +100	+280 +120	+305 +145	+355 +170	+400 +190	+440 +210	+480 +230
F 7	+8 +2	+10 +4	+13 +5	+18 +6	+20 +7	+25 +9	+30 +10	+38 +12	+43 +14	+50 +15	+58 +17	+62 +18	+68 +20
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	+8 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0	+32 0	+38 0	+40 0
H 7	+10 +14	+12 +18	+15 +22	+18 +27	+21 +33	+25 +39	+30 +48	+35 +54	+40 +63	+48 +72	+52 +81	+57 +89	+63 +97
H 8	0 +25	0 +30	0 +38	0 +43	0 +52	0 +62	0 +74	0 +87	0 +100	0 +115	0 +130	0 +140	0 +155
H 9	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 +260
H 10	0 +80	0 +75	0 +90	0 +110	0 +130	0 +160	0 +190	0 +210	0 +250	0 +290	0 +320	0 +360	0 +400
H 11	0 +4	0 +8	0 +8	0 +10	0 +12	0 +14	0 +18	0 +22	0 +28	0 +30	0 +38	0 +39	0 +43
J 7	+8 0	+8 +2	+7 +2	+8 +2	+9 +2	+11 +3	+12 +4	+13 +4	+14 +5	+18 +5	+18 +5	+18 +7	+20 +8
K 6	+8 0	+8 +2	+7 +2	+9 +2	+11 +2	+13 +3	+15 +4	+18 +4	+21 +5	+24 +5	+27 +5	+29 +7	+32 +8
K 7	0 +10	+3 +9	+5 +10	+8 +12	+8 +15	+7 +18	+9 +21	+10 +25	+12 +28	+13 +33	+18 +38	+17 +40	+18 +45
M 7	+2 +12	0 +12	0 +15	0 +18	0 +21	0 +25	0 +30	0 +35	0 +40	0 +48	0 +52	0 +57	0 +63
N 7	+4 +14	+4 +18	+4 +19	+5 +23	+7 +28	+8 +33	+9 +39	+10 +45	+12 +52	+14 +60	+14 +68	+18 +73	+17 +80
N 9	+4 +29	0 +30	0 +38	0 +43	0 +52	0 +62	0 +74	0 +87	0 +100	0 +115	0 +130	0 +140	0 +155
P 6	+8 +12	+9 +17	+12 +21	+15 +26	+18 +31	+21 +37	+28 +45	+30 +52	+38 +61	+41 +70	+47 +79	+51 +87	+55 +95
P 7	+8 +18	+8 +20	+9 +24	+11 +29	+14 +35	+17 +42	+21 +51	+24 +59	+28 +68	+33 +79	+38 +88	+41 +98	+45 +108
P 9	+9 +31	+12 +42	+15 +51	+18 +61	+22 +74	+26 +88	+32 +108	+37 +124	+43 +143	+50 +165	+58 +188	+62 +202	+68 +223



Spécifications des ajustements entre arbres et moyeux

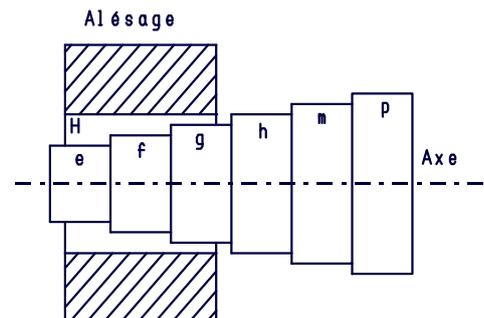
Tableau relatif aux Arbres :

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
c 11	+80 +120	+70 +145	+80 +170	+95 +205	+110 +240	+130 +280	+150 +330	+180 +390	+230 +450	+280 +530	+330 +620	+400 +720	+480 +840
d 9	+20 +45	+30 +80	+40 +75	+50 +93	+65 +117	+80 +142	+100 +174	+120 +207	+145 +245	+170 +285	+190 +320	+210 +350	+230 +385
d 10	+20 +80	+30 +78	+40 +98	+50 +120	+65 +149	+80 +180	+100 +220	+120 +250	+145 +305	+170 +355	+190 +400	+210 +440	+230 +480
d 11	+20 +80	+30 +105	+40 +130	+50 +180	+65 +195	+80 +240	+100 +290	+120 +340	+145 +395	+170 +450	+190 +510	+210 +570	+230 +630
e 7	+14 +24	+20 +32	+25 +40	+32 +50	+40 +81	+50 +75	+60 +90	+72 +107	+85 +125	+100 +148	+110 +182	+125 +182	+135 +198
e 8	+14 +28	+20 +36	+25 +47	+32 +59	+40 +73	+50 +89	+60 +108	+72 +126	+85 +148	+100 +172	+110 +191	+125 +214	+135 +232
e 9	+14 +39	+20 +60	+25 +81	+32 +75	+40 +92	+50 +112	+60 +134	+72 +159	+85 +185	+100 +215	+110 +240	+125 +285	+135 +290
f 6	+6 +12	+10 +18	+13 +22	+18 +27	+20 +33	+25 +41	+30 +50	+38 +60	+43 +71	+50 +83	+58 +96	+62 +108	+68 +131
f 7	+6 +18	+10 +22	+13 +28	+18 +34	+20 +41	+25 +50	+30 +60	+38 +71	+43 +83	+50 +96	+58 +108	+62 +119	+68 +131
f 8	+6 +20	+10 +28	+13 +35	+18 +43	+20 +53	+25 +84	+30 +76	+38 +90	+43 +108	+50 +122	+58 +137	+62 +151	+68 +185
g 5	+2 +8	+4 +9	+5 +11	+6 +14	+7 +16	+9 +2	+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 +48	0 +52	0 +57	0 +63
h 8	0 +14	0 +18	0 +22	0 +27	0 +33	0 +39	0 +48	0 +54	0 +63	0 +72	0 +81	0 +89	0 +97
h 9	0 +25	0 +30	0 +38	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 +180	0 +185	0 +210	0 +230	0 +250
h 11	0 +80	0 +75	0 +90	0 +110	0 +130	0 +180	0 +190	0 +220	0 +250	0 +290	0 +320	0 +380	0 +400
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	±18	±18	±20
k 5	+4 0	+8 +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	+8 0	+9 +1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+25 +3	+28 +3	+33 +4	+38 +4	+40 +4	+45 +5
m 5	+8 +2	+9 +4	+12 +6	+15 +7	+17 +8	+20 +9	+24 +11	+28 +13	+33 +15	+37 +17	+43 +20	+48 +21	+50 +23
m 6	+8 +2	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+48 +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	+68 +34	+73 +37	+80 +40
p 6	+12 +6	+20 +12	+24 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +28	+51 +32	+59 +37	+68 +43	+79 +50	+88 +58	+98 +62	+108 +68

Système à alésage normal

On utilise très fréquemment le système à alésage normal, quelquesoit le diamètre de l'alésage, la position de tolérance est **H** (dimension mini = CN). L'ajustement désiré est obtenu en faisant **varier le diamètre de l'arbre**.

- ☞ Pour obtenir un *ajustement libre* (avec jeu positif important), on choisira un *arbre e ou f*.
- ☞ Pour obtenir un *ajustement glissant* (avec jeu positif faible), on choisira un *arbre g ou h*.
- ☞ Pour obtenir un *ajustement serré* (avec jeu négatif), on choisira un *arbre m, p ou s*.





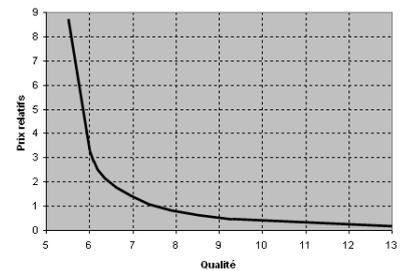
Spécifications des ajustements entre arbres et moyeux

Les différentes qualité

Elle s'exprime par un nombre qui va de 1 à 16 pour les valeurs les plus courantes. La qualité est d'autant meilleure que le nombre qui la représente est petit. En mécanique générale, **6 et 7 représentent des qualités très soignées**, 8 et 9 des qualités moyennes, 11 une qualité ordinaire.

de	DIMENSIONS (en mm)									
	0	3	6	10	18	30	50	80	120	180
à (inclus)	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250
qualité	TOLERANCES FONDAMENTALES IT (en μm)									
	5	6	7	8	9	11	13	15	18	20
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

Prix approximatif d'un usinage en fonction de la qualité



Les ajustements recommandés

IT (qualité)	Qualités usuelles indicatives des principaux procédés d'usinage															
	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
oxycoupage																
sciage																
rabotage																
perçage																
fraisage																
perçage + alésoir																
alésage																
brochage																
tournage																
rectification																
rodage																
superfinition																

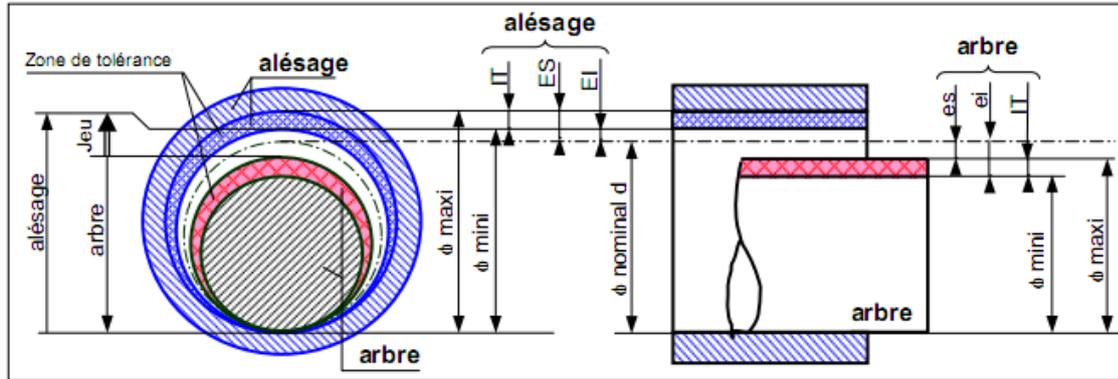
		Ajustements Usuels (Système de l'alésage H)						Observations		
Type	arbre	Alésages								
		H6	H7	H8	H9	H10	H11			
Pièces mobiles	jeu élevé	c11							Cas usuels de longues portées, mauvais alignement, dilatations...	
		c10								
		c9								
		d10								
	jeu moyen	d9							Cas usuels pour guidages tournants ou glissant avec jeu (bon graissage assuré)	
		d8								
		e9								
		e8								
		e7								
		f8								
jeu faible	f7							pour guidages précis		
	f6									
Pièces immobiles	ajusté	g6						assemblage possible à la main	Pour centrages et positionnement ne peut pas transmettre des efforts	pas de détérioration des pièces au démontage
		g5								
		h9								
		h7								
	très ajusté	h6						assemblage possible au "maillet" (Presse recommandée)		
		h5								
		js7								
	peu serré	js6						assemblage à la presse	Pour transmission des efforts	détérioration des pièces au démontage
		js5								
		k6								
		k5								
	serré (interférence)	m7						assemblage à la presse lourde ou par dilatation (frottage)		
		m6								
		n6								
p6										
r6										
s7										
s6										
t6										
u6										
x7										

■ cas les plus utilisés ■ cas les plus utilisés (à connaître)



Spécifications des ajustements entre arbres et moyeux

Calculs d'ajustements



$JEU = ALESAGE - arbre$
 $JEU_{maxi} = ALESAGE_{maxi} - arbre_{mini}$
 $JEU_{mini} = ALESAGE_{mini} - arbre_{maxi}$
 $IT_{JEU} = IT_{ALESAGE} + IT_{arbre}$

$J_{maxi} = ES - ei$
$J_{mini} = EI - es$

Application :

	$\varnothing 15 H8 h7$
J_{maxi}	$ES = 27, ei = - 18 \Rightarrow 45 \mu m$
J_{mini}	$EI = 0, es = 0 \Rightarrow 0 \mu m$
IT_{Jeu}	$IT_{Alésage} = 27, IT_{arbre} = 18 \Rightarrow 45 \mu m$

La position relative des tolérances permet de préciser si l'ajustement est :

1. Un montage avec **jeu** ;
2. Un montage **incertain** (jeu ou serrage) ;
3. Un montage avec **serrage**.

Cas de $\varnothing 15 H8 h7$: ajustement avec jeu