

CONTROLE DES FILETAGES

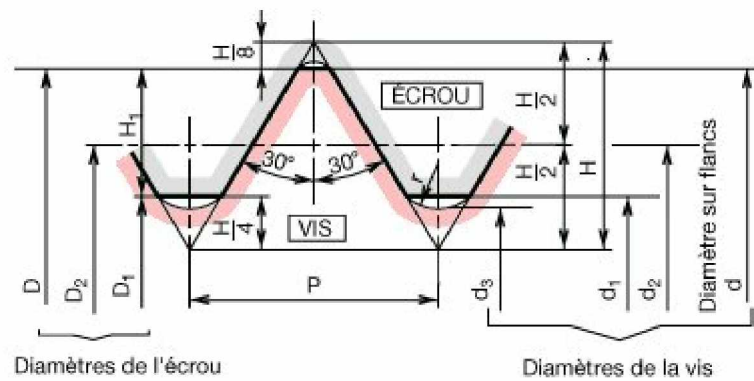
Objectif du TP

Le but de ce TP est d'apprendre des méthodes de contrôle des filetages cylindriques.

Etude théorique

a) Caractéristiques des filetages

Les caractéristiques géométriques d'un filetage métrique ISO sont définies par la figure et le tableau suivants :



Grandeur	Formule	Grandeur	Formule
Diamètre nominal	$D=d$	Diamètre sur flancs	$d_2=d-0,6495 \times P$
Pas	P	Diamètre de fond de filets	$d_3=d-1,2268 \times P$
Diamètre intérieur	$d_1=d-1,0825 \times P$	Hauteur de filet	$H = 0,866 \times P$

b) Tolérances du filetage

Tolérances de filetage	Ecrou	Vis
Qualité fine	4H-5H	4h
Qualité moyenne	6H	6g
Qualité grossière	7H	8g

c) Désignation du filetage

Symbole **M** suivi du diamètre nominal ($d=8$) et du pas ($P=1,25$) séparés par le signe de multiplication, indiquer ensuite la tolérance de filetage.

Pour une vis **M8 x 1,25 - 6g**

Pour un écrou **M8 x 1,25 - 6H**

d) Dimensions du filetage

Le tableau suivant résume les différentes dimensions normalisées d'un filetage métrique.

d ou D	Dimensions normalisées										NF ISO 261-262-965
	Filetage à pas gros (boutonnerie et autres applications courantes) – Tolérances 6H/6g (µm)										Filetage à pas fins
	Pas	Section du noyau mm ²	d ₂ = D ₂	Tolérances sur d ₂		Tolérances sur D ₂		D ₁	Tolérances sur D ₁		Pas fins recommandés
1,6	0,35	1,08	1,373	- 19	- 82	+ 85	0	1,221	+ 100	0	0,2
2	0,4	1,79	1,740	- 19	- 86	+ 90	0	1,567	+ 112	0	0,25
2,5	0,45	2,98	2,208	- 20	- 91	+ 95	0	2,013	+ 125	0	0,35
3	0,5	4,47	2,675	- 20	- 95	+ 100	0	2,459	+ 140	0	0,35
4	0,7	7,75	3,545	- 22	- 112	+ 118	0	3,242	+ 180	0	0,5
5	0,8	12,7	4,480	- 24	- 119	+ 125	0	4,134	+ 200	0	0,5
6	1	17,9	5,350	- 26	- 138	+ 150	0	4,918	+ 235	0	0,75
8	1,25	32,9	7,188	- 28	- 146	+ 160	0	6,647	+ 265	0	0,75 - 1
10	1,5	52,3	9,026	- 32	- 164	+ 180	0	8,376	+ 300	0	0,75 - 1 - 1,25
12	1,75	76,2	10,863	- 34	- 184	+ 200	0	10,106	+ 335	0	1 - 1,25 - 1,5
(14)	2	105	12,701	- 38	- 198	+ 212	0	11,835	+ 375	0	1 - 1,25 - 1,5
16	2	144	14,701	- 38	- 198	+ 212	0	13,835	+ 375	0	1 - 1,5
(18)	2,5	175	16,376	- 42	- 212	+ 224	0	15,294	+ 450	0	1 - 1,5 - 2
20	2,5	225	18,376	- 42	- 212	+ 224	0	17,294	+ 450	0	1 - 1,5 - 2
(22)	2,5	281	20,376	- 42	- 212	+ 224	0	19,294	+ 450	0	1 - 1,5 - 2
24	3	324	22,051	- 48	- 248	+ 265	0	20,752	+ 500	0	1 - 1,5 - 2
(27)	3	427	25,051	- 48	- 248	+ 265	0	23,752	+ 500	0	1 - 1,5 - 2
30	3,5	519	27,727	- 53	- 265	+ 280	0	26,211	+ 560	0	1 - 1,5 - 2 - (3)
(33)	3,5	647	30,727	- 53	- 265	+ 280	0	29,211	+ 560	0	1,5 - 2 - (3)
36	4	759	33,402	- 60	- 284	+ 300	0	31,670	+ 600	0	1,5 - 2 - 3
(39)	4	913	36,402	- 60	- 284	+ 300	0	34,670	+ 600	0	1,5 - 2 - 3
42	4,5	1 050	39,077	- 63	- 299	+ 315	0	37,129	+ 670	0	1,5 - 2 - 3 - 4
(45)	4,5	1 220	42,077	- 63	- 299	+ 315	0	40,129	+ 670	0	1,5 - 2 - 3 - 4
48	5	1 380	44,753	- 72	- 322	+ 334	0	42,588	+ 710	0	1,5 - 2 - 3 - 4
(52)	5	1 650	48,753	- 72	- 322	+ 334	0	46,588	+ 710	0	1,5 - 2 - 3 - 4
56	5,5	1 910	52,428	- 75	- 340	+ 355	0	50,047	+ 750	0	1,5 - 2 - 3 - 4
(60)	5,5	2 230	56,428	- 75	- 340	+ 355	0	54,047	+ 750	0	1,5 - 2 - 3 - 4
64	6	2 520	60,103	- 80	- 360	+ 375	0	57,505	+ 800	0	1,5 - 2 - 3 - 4

■ À partir de d = 64 , les diamètres augmentent de 4 en 4 jusqu'à 80, puis de 5 en 5. ■ Les pas gros et les pas fins sont constants à partir de d = 64.
 ■ Éviter l'emploi des valeurs entre parenthèses.

Méthodes de contrôle

a) Contrôle avec vérificateurs de filetage

Pour un contrôle ordinaire des filetages de qualité moyenne exécuté sur machines – outils, on utilise :

- des vérificateurs filetés « entre » et « n'entre pas » ;
- des vérificateurs lisses « entre » et « n'entre pas ».



Vérificateurs filetés



Vérificateurs lisses

b) Contrôle du diamètre sur flancs d_2

Pour mesurer le diamètre moyen d'une vis, il existe deux méthodes:

- mesure directe avec micromètre pour filetages ;
- mesure indirecte avec pied à coulisse ou palmer + piges.

b.1. Mesure directe

Le micromètre pour filetages possède deux palpeurs amovibles.

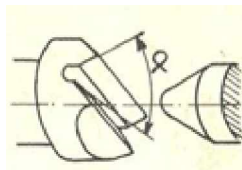
Le premier palpeur est un cône à l'angle de filet (60° pour le filetage métrique) avec une troncature suffisante pour ne pas toucher au fond du filet.

Le second palpeur est une vé à 60° .

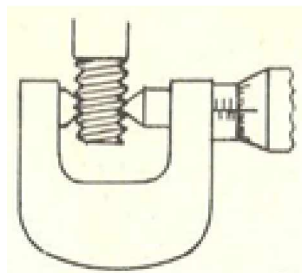
Les palpeurs sont numérotés. Pour choisir les palpeurs adéquats il faut bien préciser le pas à mesurer (voir tableau ci-dessous).

N° palpeur	Pas ISO	N° palpeur	Pas ISO
1	0.4 à 0.6	4	2 à 3
2	0.75 à 1	5	3 à 5
3	1.25 à 1.75	6	5 à 7

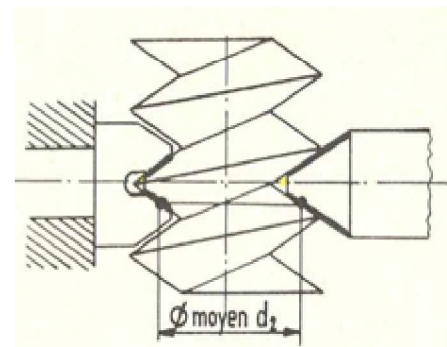
Ce palmer donne d_2 avec une sensibilité de 0,01mm.



Palpeurs amovibles



Palmer pour filetages



Contrôle du diamètre moyen

b.2. Mesure indirecte

On utilise des piges (3 cylindres calibrés) de diamètre dp et on mesure la cote M (avec pied à coulisse ou palmer) puis on calcule d_2 ou D .

A partir du dessin ci-contre, on peut écrire :

$$d_2 = M - 2AC \tag{1}$$

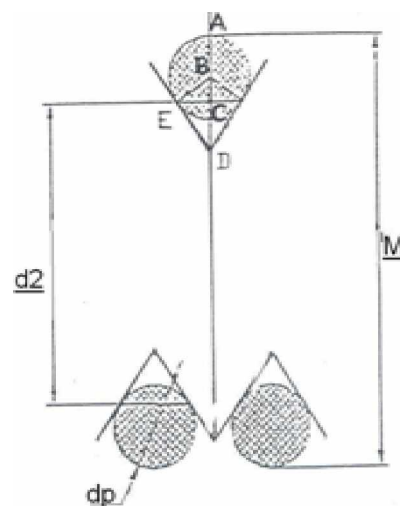
$$\text{or, } AC = AD - CD \tag{2}$$

$$\text{et } AD = AB + BD \tag{3}$$

Du triangle rectangle (BED), on peut tirer la valeur de BD telle que :

$$BD = \frac{dp}{2 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \tag{4}$$

$\alpha = 60^\circ$ (filetage métrique).



Et aussi la valeur de AB : $AB = \frac{dp}{2}$ (5)

Du triangle rectangle (CDE), on peut tirer la valeur de CD

$$CD = \frac{P}{4} \cotang\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (6)$$

En remplaçant (4), (5) et (6) dans (1), (2) et (3), on obtient :

$$d_2 = M - 2(AD - CD)$$

$$d_2 = M - 2(AB + BD - CD)$$

$$d_2 = M - 2\left[\frac{dp}{2} + \frac{dp}{2\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} - \left(\frac{P}{4} \cotang\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)\right]$$

$$d_2 = M - dp\left(1 + \frac{1}{\sin(\alpha/2)}\right) - \frac{P}{2} \cotang(\alpha/2)$$

Pour le filetage métrique ($\alpha = 60^\circ$):

$$d_2 = M - 3dp - 0.866 P$$

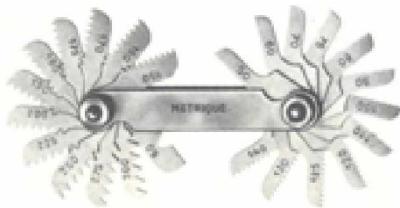
En pratique les diamètres réels des piges peuvent être choisis d'après le tableau ci-dessous :

P	dp	P	dp	P	dp	P	dp
0.25	0.144	0.6	0.346	1.25	0.721	3.5	2.12
0.30	0.175	0.7	0.404	1.5	0.866	4	2.309
0.35	0.202	0.75	0.433	1.75	1.003	4.5	2.598
0.40	0.230	0.8	0.461	2	1.155	5	2.886
0.45	0.260	0.9	0.520	2.5	1.443	5.5	3.175
0.50	0.288	1	0.577	3	1.732	6	3.464

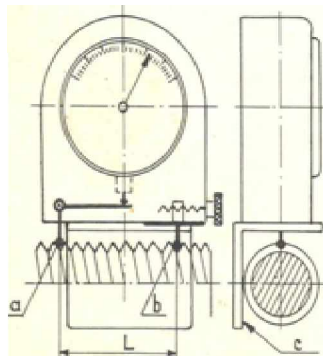
c) Contrôle du pas P

Le contrôle du pas P de filetage se fait par :

- jauge de filetage ;
- comparateur spécial : l'appareil est muni de deux touches sphériques s'engageant dans les filets et dont l'une articulée, agit sur un indicateur à sensibilité 0.001 mm.



Jauge de filetage



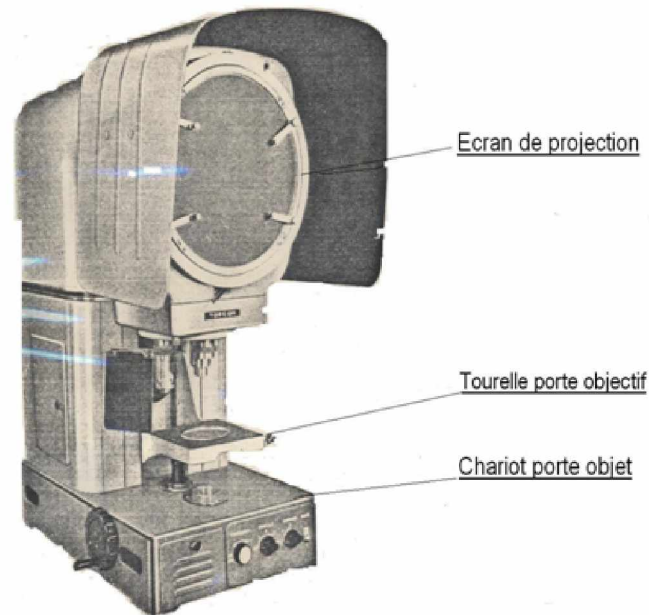
- a- palpeur articulé mobile
- b- palpeur fixe réglable
- c- face d'appui

Comparateur spécial

d) Contrôle du profil

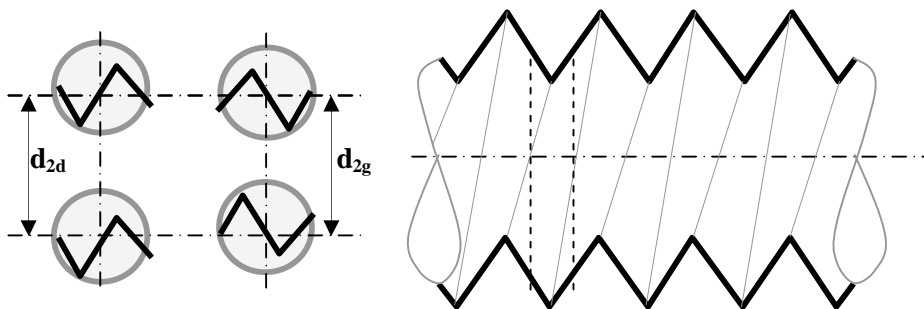
Le profil peut être contrôlé par le projecteur de profil. On peut ainsi déterminer :

- le diamètre sur flancs d_2 ;
- le pas P ;
- l'angle du profil α .



Projecteur de profil

La mesure de chaque élément de filet énuméré ci-dessus s'effectue pour la cote droite et la cote gauche à part. Ensuite, on doit calculer la moyenne arithmétique des résultats. Ceci permet d'éviter les erreurs de positionnement du filetage sur la table porte-objet du projecteur

d.1. Mesure de d_2 

Contrôle de d_2 sur le projecteur de profil

Pour mesurer le diamètre d_2 il faut faire coïncider l'intersection des traits sur l'écran avec la partie moyenne de la génératrice du filet. (à peu près). Ensuite on déplace la table porte-objet dans le sens transversal jusqu'à la coïncidence de l'intersection de traits sur l'écran avec la génératrice opposée du filet (figure ci-dessus).

On mesure le diamètre moyen à droite d_{2d} (d'après la génératrice droite) et celui à gauche d_{2g} . Ensuite, on calcule le diamètre d_2 .

$$d_2 = \frac{d_{2d} + d_{2g}}{2}$$

d.2. Mesure de P

Le pas P est mesuré par déplacement longitudinal du chariot porte- pièce.



Contrôle de P sur le projecteur de profil

On mesure le pas d'après les génératrices droites et gauches du filet. Ensuite, on calcule :

$$P = \frac{L_d + L_g}{n}$$

- n : nombre de filets ;
- L_g : distance entre les positions de la génératrice gauche ;
- L_d : distance entre les positions de la génératrice droite.

d.3. Mesure de α

L'angle du profil α est mesuré de la manière suivante : le trait gravé sur l'écran est amené en coïncidence optique en rotation avec les flancs (les génératrices) du filet. La mesure des résultats se lit sur les graduations angulaires du projecteur. L'angle α/2 est mesuré 4 fois : en haut du profil (gauche et droit) et en bas du profil (gauche et droit) (voir figure ci-dessous).

Ainsi, on calcule :

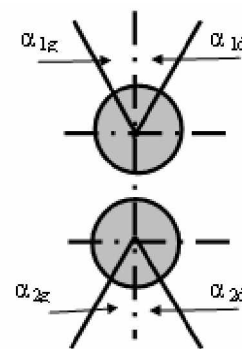
$$\alpha_1 = \frac{\alpha_{1d} + \alpha_{1g}}{2}$$

Puis,

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_{2d} + \alpha_{2g}}{2}$$

Et enfin,

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$$



Contrôle de α sur le projecteur de profil

Etude pratique

a) Mesures générales

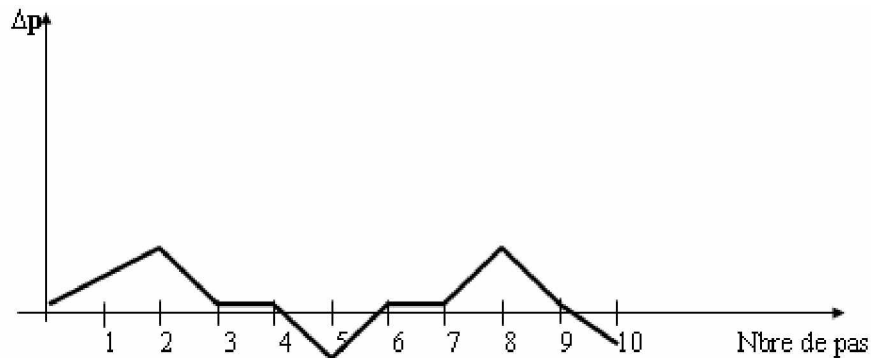
- 1- A l'aide d'un micromètre à touches plates, déterminer le diamètre nominal d.
- 2- A l'aide des empreintes du filetage sur le papier déterminer le pas P de la pièce à contrôler.
- 3- Prendre dans le tableau des filetages ISO les valeurs de **d** et **P** théoriques (**d_t** et **P_t**).

b) Mesures de d_2

- 1- Mesurer le diamètre sur flancs d_2 au moyen d'un micromètre pour filetages (cinq mesures). Déterminer l'erreur de l'exécution du filet d'après le diamètre sur flancs comme la différence entre les valeurs mesurées et données dans le tableau ISO.
- 2- Mesurer le diamètre d_2 à l'aide des pignes. Répéter les calculs de la partie (b-1).

c) Profil du filet

- 1- Mesurer sur le projecteur de profil les valeurs d_2 , P et α .
- 2- Trouver les défauts d'usinages du filet d'après ces trois valeurs en utilisant le tableau des données normalisées ISO.
- 3- Mesurer successivement 10 pas et présenter les résultats sous forme de graphe.



Δp est l'erreur du pas égale à la différence entre le pas théorique P_t et le pas mesuré P :

$$\Delta p = P - P_t$$

- 4- Donner la conclusion à propos de la précision d'usinage du filetage contrôlé et les causes provoquant les erreurs d'usinage.