

# DOSSIER TECHNIQUE

Le dossier technique est composé de 15 documents.

Présentation de l'étude	DT 1
Repérage des surfaces du cylindre	DT 3
Dessin de définition du cylindre	DT 4
Dessin de définition du piston	DT 5
Désignation de l'alliage de titane	DT 6
Processus de fabrication du cylindre	DT 8
Processus de fabrication du piston	DT 9
Tableau des ajustements	DT 10
Didacticiel eDrawings	DT 11
Données filetage trapézoïdal	DT12

# Présentation de l'étude

## 1- L'entreprise

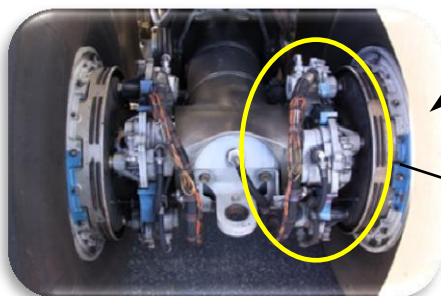
L'entreprise spécialiste en système de freinage aéronautique est un des équipementiers des principaux fabricants d'avions civils et militaires.

Cette entreprise développe et commercialise des technologies clés dans les domaines de l'électronique, de la micromécanique, de l'hydraulique, du traitement et de la transmission d'informations. Ses équipements et ses systèmes intégrés contribuent, dans le monde entier, à la sûreté du transport aérien.

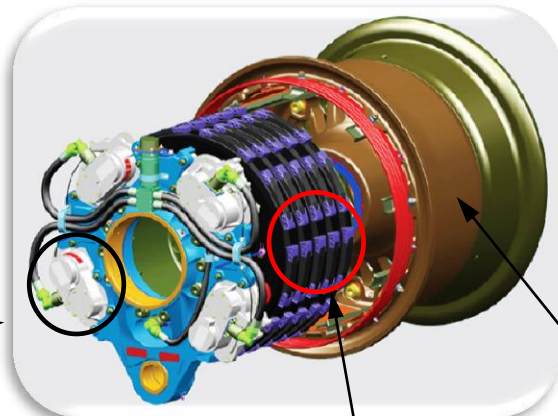
## 2- Le produit étudié.

Afin de remplacer les anciens systèmes de freinage hydrauliques (risques de fuites, poids élevé, coûts de maintenance importants), de nouveaux systèmes de freinage électro mécanique équipent les gros porteurs. Cette technologie permet d'assurer une meilleure fiabilité tout en réduisant la consommation d'énergie et la masse de l'ensemble.

Chaque jante est équipée d'un système pourvu de 4 modules.



Système de freinage électro mécanique



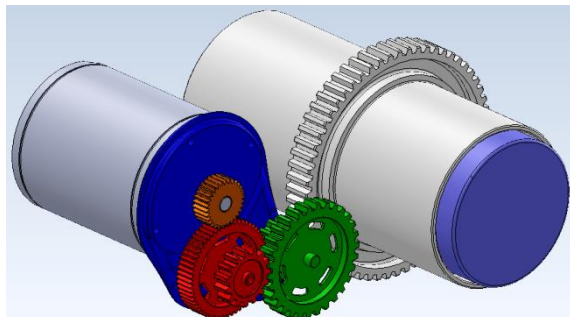
Jante

Module électro mécanique

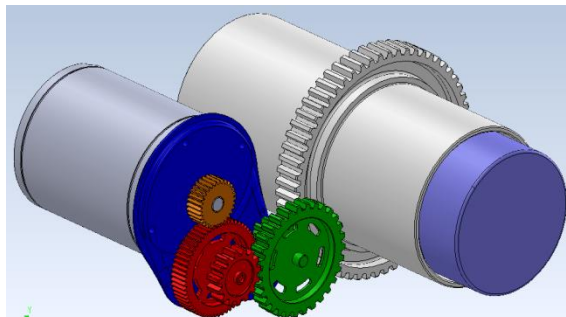
Disques de frein en carbone

### 3- Descriptif des modules électro mécaniques.

Piston en position rentrée



Piston en position sortie



Chaque module est composé :

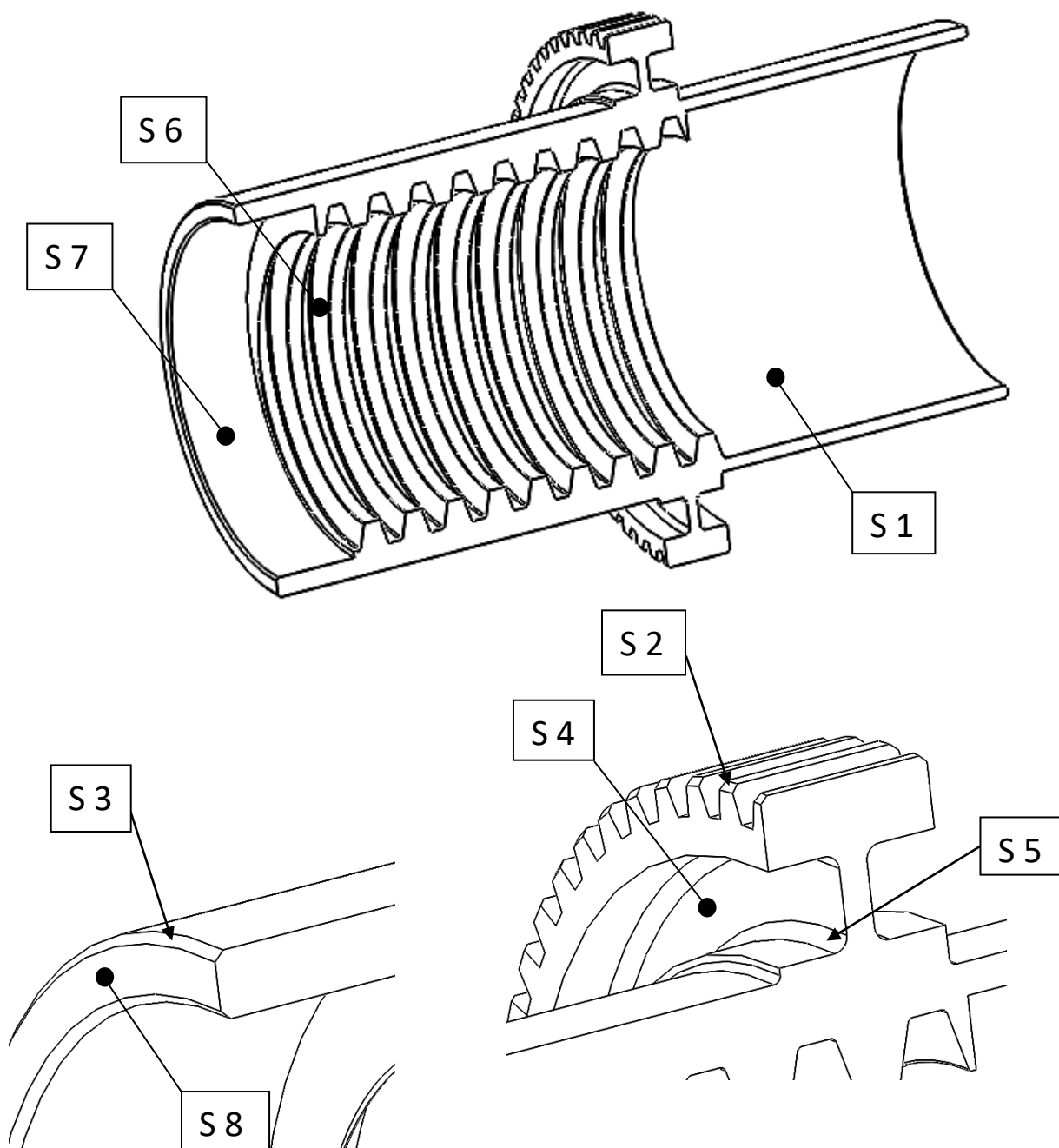
- d'un moteur électrique,
- d'une cascade de pignons,
- d'un cylindre équipé d'une couronne dentée (DT4),
- d'un piston (DT5).

Le moteur entraîne la chaîne cinématique de pignons qui transmet son mouvement au cylindre. Celui-ci transmet alors son mouvement au piston qui appuie sur les disques de frein en carbone, réalisant ainsi le freinage de l'aéronef.

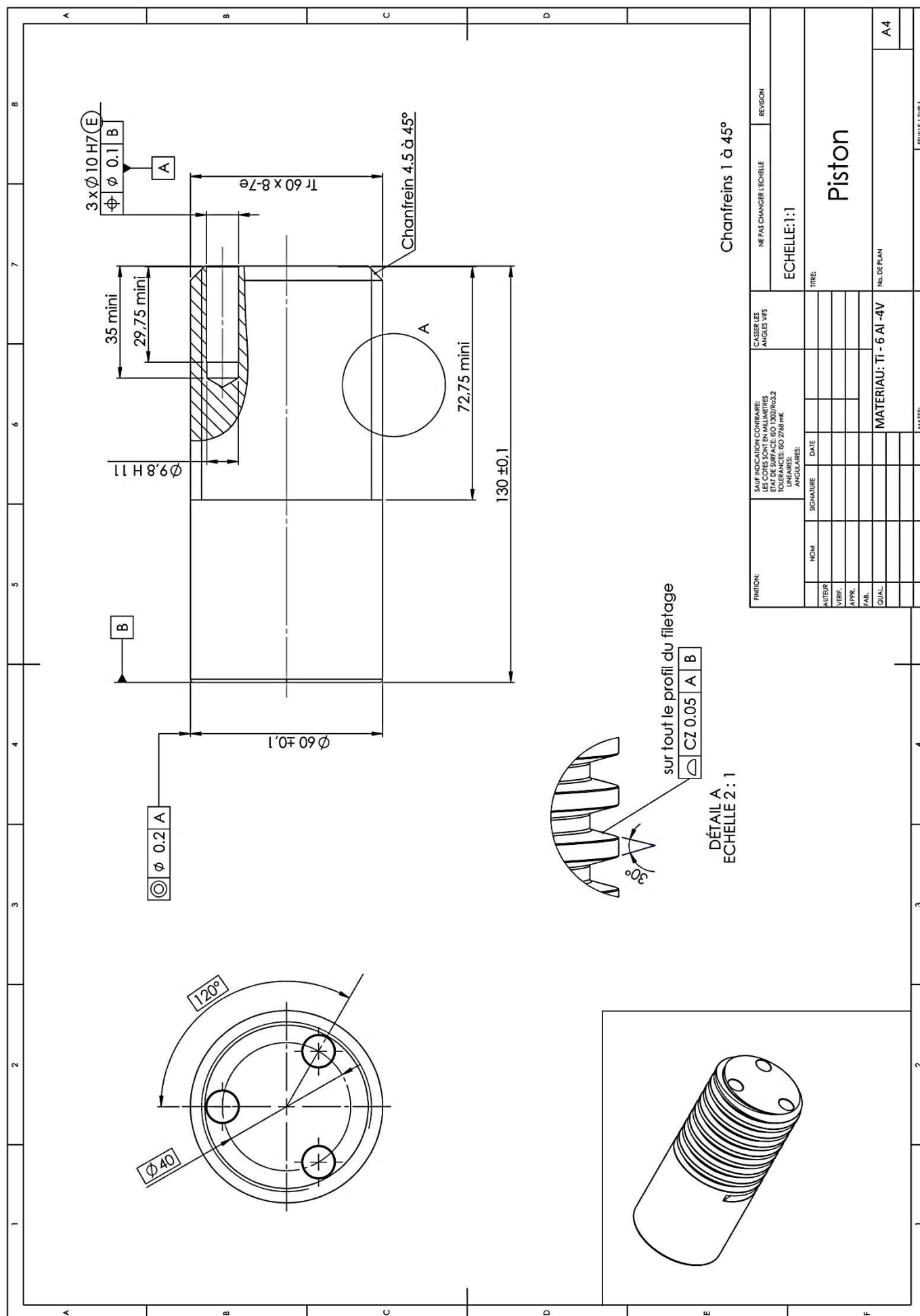
Vous avez en ressource numérique les fichiers **Assemblage.pdf** et **Assemblage\_animation.EASM**.

Le sujet se limitera à l'étude du cylindre et du piston.

## Repérage des surfaces du cylindre







# Désignation de l'alliage de titane



## Alliage Titane

# TA6V

Ti-6Al-4V

Ancienne Marque : TITAL 318

## DÉSIGNATION

UNS : R56400

## CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

- Etat recuit :

- Traction à température ambiante

- Résistance :	1262 N/mm <sup>2</sup>
- Limite d'élasticité à 0,2 % :	1040 N/mm <sup>2</sup>
- Allongement sur 5d :	10 %
- Dureté :	375 HB

## COMPOSITION

Aluminium.....	6,00
Vanadium .....	4,00
Carbone .....	< 0,08
Fer.....	< 0,30
Oxygène .....	< 0,20
Azote.....	< 0,07
Titane .....	Base

## APPLICATIONS

- Industries aéronautiques et spatiales : disques, aubes de compresseurs, pièces de structures, boulonnerie à froid et à chaud, etc.
- Industries chimiques.

## PROPRIÉTÉS D'EMPLOI

- Alliage de Titane présentant une bonne résistance à la fatigue, à la propagation des criques, à la corrosion, au fluage (jusqu'à 300 °C).
- Alliage de Titane de type alpha + beta.

8809b

## T TRAITEMENT THERMIQUE

- Recuit (Traitement d'emploi habituel) :
  - Chauffage à 700/750 °C
  - maintien 2 à 4 heures suivant sections
  - refroidissement à l'air.
- Traité (pour diamètre équivalents < 40mm) :
  - Trempe
  - Chauffage à 825/950 °C, refroidissement à l'eau.
  - Revenu
  - Dans le domaine 450/590 °C, suivant caractéristiques désirées.

## P PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- Densité : 4,43
- Coefficient moyen de dilatation en m/m. °C :
  - entre 20 °C et 200 °C :  $9,00 \times 10^{-6}$
- Module d'élasticité en N/mm<sup>2</sup> :
  - à 20 °C :  $110 \times 10^3$
- Module de torsion en N/mm<sup>2</sup> : 45000
- Conductivité thermique en W.m/m<sup>2</sup>. °C :
  - à 20 °C : 6,7
- Résistivité électrique en  $\mu\Omega.cm^2/cm$  :
  - à 20 °C : 170
- Perméabilité magnétique absolue en H/m :  $1,26 \times 10^{-6}$
- Point de transformation :
  - Transus Beta : 1000 °C

## F FORGEAGE

- Température de dégrossissage : 1050 °C - 1100 °C
- Température de finition : 850 °C - 950 °C

### AUBERT & DUVAL

Tour Maine Montparnasse  
33, avenue du Maine • 75755 Cedex 15  
[www.aubertduval.com](http://www.aubertduval.com)


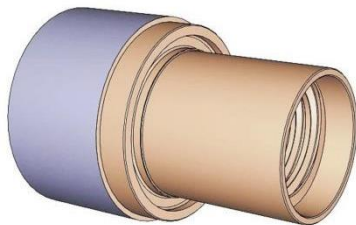
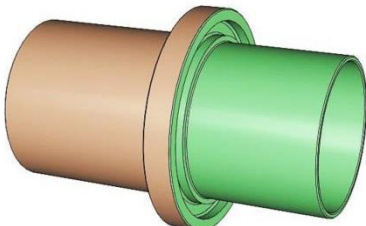
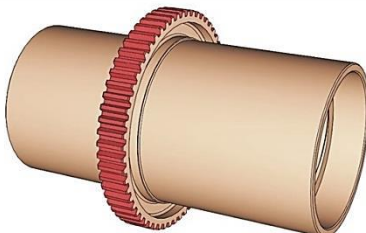
Les informations qui figurent sur le présent document constituent des valeurs typiques ou moyennes et non des valeurs maximales ou minimales garanties. Les applications indiquées pour les nuances décrites ne le sont qu'à titre indicatif afin d'aider le lecteur dans son évaluation personnelle et ne sont pas des garanties, implicites ou explicites, d'adéquation à un besoin spécifique. La responsabilité d'Aubert & Duval ne pourra en aucun cas être étendue au choix du produit ou aux conséquences de ce choix.


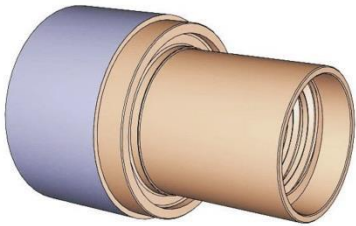
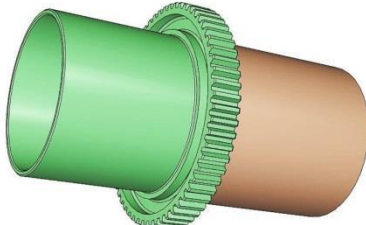
8809b TA6V




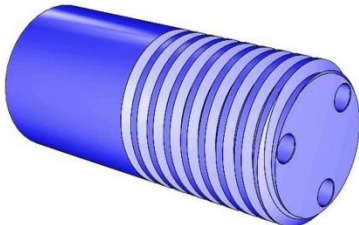
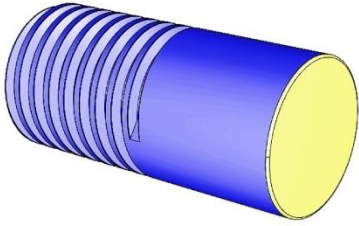



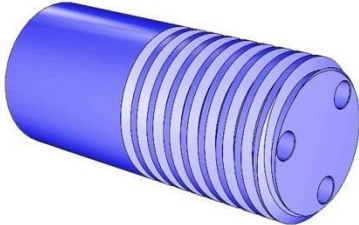
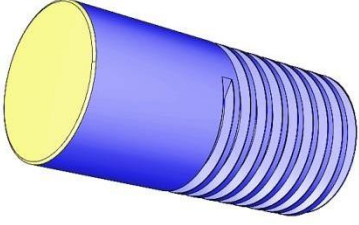
## Processus de fabrication du cylindre

PROCESSUS ACTUEL				
Nomenclature des phases				
Ensemble : Système de freinage		Pièce : Cylindre	Programme de fabrication : 40p/mois/5 ans	Date :
N° Phase	Désignation de la phase / des opérations	Machine Outil / Outillages	Croquis de phase	
00	Débit en lopin	Scie	Brut Ø100x145 (titane Ti-6Al-4V)	
10	Tournage CN Ebauche - Finition : coté 1	Tour CN		
20	Tournage CN Ebauche - Finition : coté 2	Tour CN		
30	Taillage denture Profil trapézoïdal - m1.5 - Z60	Machine à tailler		
40	Ebavurage			
50	Contrôle			

PROCESSUS ENVISAGÉ				
Nomenclature des phases				
Ensemble : Système de freinage		Pièce : Cylindre	Programme de fabrication : 40p/mois/5 ans	Date :
N° Phase	Désignation de la phase / des opérations	Machine Outil / Outillages	Croquis de phase	
00	Débit en lopin	Scie	Brut Ø100x145 (titane Ti-6Al-4V)	
10a	Tournage CN Ebauche - Finition : coté 1	Tour Bi-broche GENIMAB		
10b	Tournage CN Ebauche - Finition : coté 2	Tour Bi-broche GENIMAB		
20	Ebavurage			
30	Contrôle			

## Processus de fabrication du piston

PROCESSUS ACTUEL				
Nomenclature des phases				
Ensemble : Système de freinage		Pièce : Piston	Programme de fabrication : 40p/mois/5 ans	Date :
N° Phase	Désignation de la phase / des opérations	Machine Outil / Outillages	Croquis de phase	
00	Débit en lopin	Scie	Brut Ø65 (titane Ti-6Al-4V)	
10	Tournage CN Ebauche - Finition : coté 1	Tour CN		
20	Tournage CN Ebauche - Finition : coté 2	Tour CN		
30	Ebavurage			
40	Contrôle			

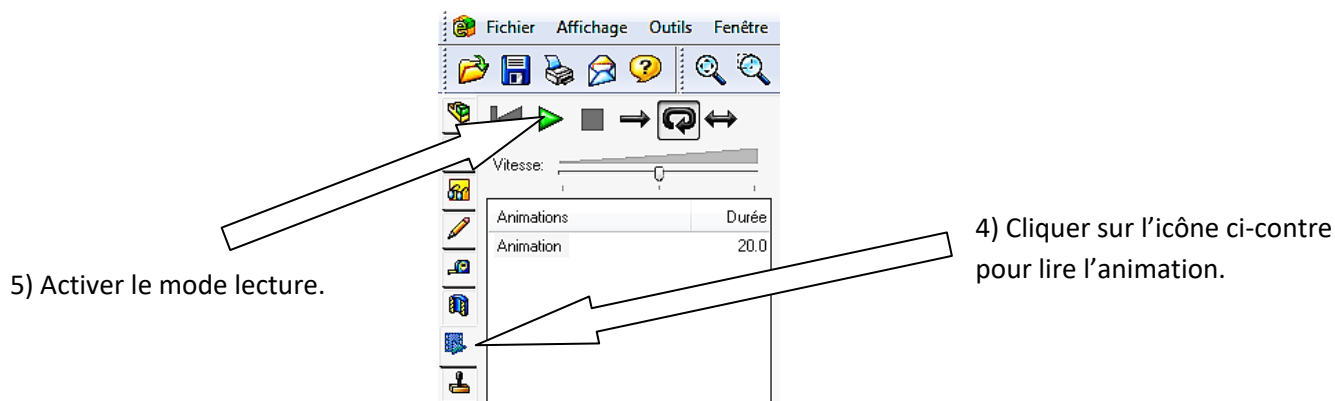
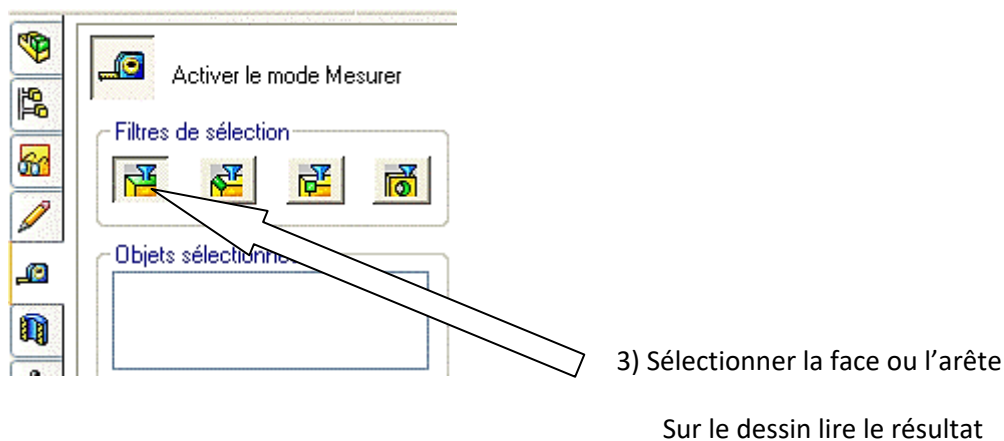
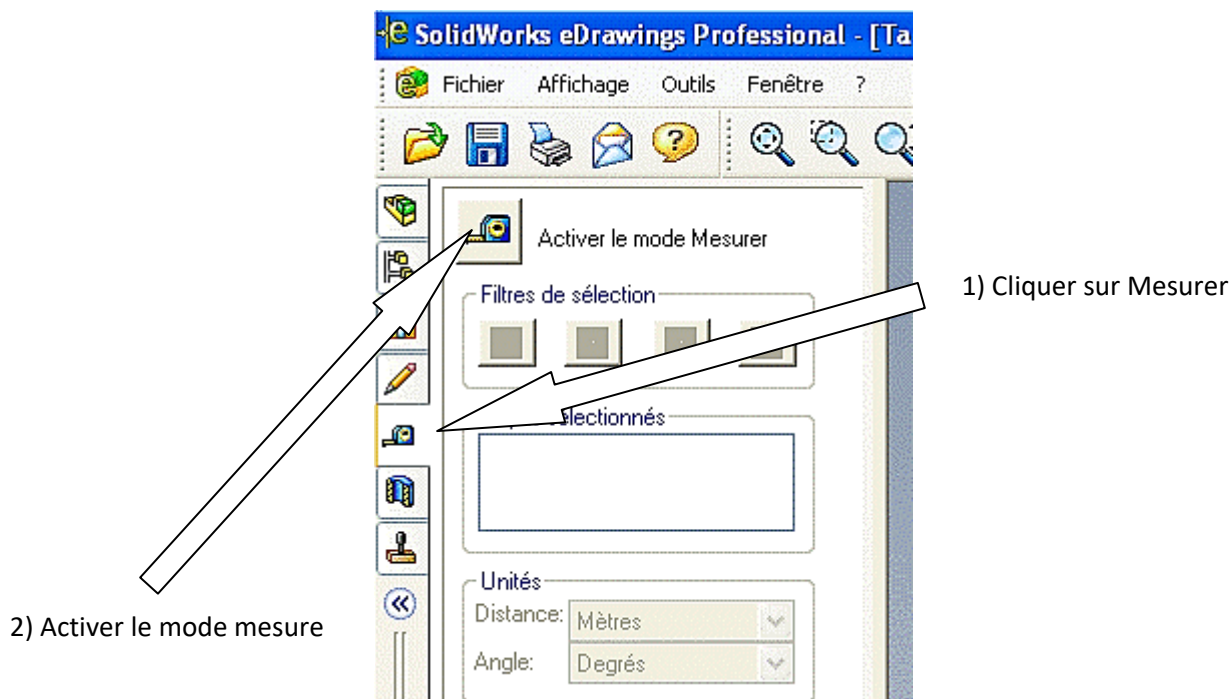
PROCESSUS ENVISAGÉ				
Nomenclature des phases				
Ensemble : Système de freinage		Pièce : Piston	Programme de fabrication : 40p/mois/5 ans	Date :
N° Phase	Désignation de la phase / des opérations	Machine Outil / Outillages	Croquis de phase	
00	Débit en lopin	Scie	Brut Ø65 (titane Ti-6Al-4V)	
10a	Tournage CN Ebauche - Finition : coté 1	Tour Bi-broche GENIMAB		
10b	Tournage CN Ebauche - Finition : coté 2	Tour Bi-broche GENIMAB		
20	Ebavurage			
30	Contrôle			

## Tableau des ajustements

PRINCIPAUX ÉCARTS EN MICROMÈTRES											
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
D10	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+120 + 50	+149 + 65	+180 + 80	+220 +100	+260 +120	+305 +145	+355 +170	+400 +190
F7	+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+108 + 56
G6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17
H6	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0
H7	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0
H8	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0
H9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+100 0	+115 0	+130 0
H11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+210 0	+250 0	+290 0	+320 0
H12	+100 0	+120 0	+150 0	+180 0	+210 0	+250 0	+300 0	+350 0	+400 0	+460 0	+520 0
H13	+140 0	+180 0	+220 0	+270 0	+330 0	+390 0	+460 0	+540 0	+630 0	+720 0	+810 0

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
d9	- 20 - 45	- 30 - 60	- 40 - 75	- 50 - 93	- 65 -117	- 80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-190 -320
d11	- 20 - 80	- 30 -105	- 40 -130	- 50 -160	- 65 -195	- 80 -240	-100 -290	-120 -340	-145 -395	-170 -460	-190 -510
e7	- 14 - 24	- 20 - 32	- 25 - 40	- 32 - 50	- 40 - 61	- 50 - 75	- 60 - 90	- 72 -107	- 85 -125	-100 -146	-110 -162
e8	- 14 - 28	- 20 - 38	- 25 - 47	- 32 - 59	- 40 - 73	- 50 - 89	- 60 -106	- 72 -126	- 85 -148	-100 -172	-110 -191
e9	- 14 - 39	- 20 - 50	- 25 - 61	- 32 - 75	- 40 - 92	- 50 -112	- 60 -134	- 72 -159	- 85 -185	-100 -215	-110 -240
f6	- 6 - 12	- 10 - 18	- 13 - 22	- 16 - 27	- 20 - 33	- 25 - 41	- 30 - 49	- 36 - 58	- 43 - 68	- 50 - 79	- 56 - 88
f7	- 6 - 16	- 10 - 22	- 13 - 28	- 16 - 34	- 20 - 41	- 25 - 50	- 30 - 60	- 36 - 71	- 43 - 83	- 50 - 96	- 56 -106
f8	- 6 - 20	- 10 - 28	- 13 - 35	- 16 - 43	- 20 - 53	- 25 - 64	- 30 - 76	- 36 - 90	- 43 -106	- 50 -122	- 56 -137
g5	- 2 - 6	- 4 - 9	- 5 - 11	- 6 - 14	- 7 - 16	- 9 - 20	- 10 - 23	- 12 - 27	- 14 - 32	- 15 - 35	- 17 - 40
g6	- 2 - 8	- 4 - 12	- 5 - 14	- 6 - 17	- 7 - 20	- 9 - 25	- 10 - 29	- 12 - 34	- 14 - 39	- 15 - 44	- 17 - 49
h5	0 - 4	0 - 5	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 15	0 - 18	0 - 20	0 - 23
h6	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 16	0 - 19	0 - 22	0 - 25	0 - 29	0 - 32
h7	0 - 10	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52

## Didacticiel eDrawings



# FILETAGE TRAPÉZOÏDAL SYMÉTRIQUE

## Profil

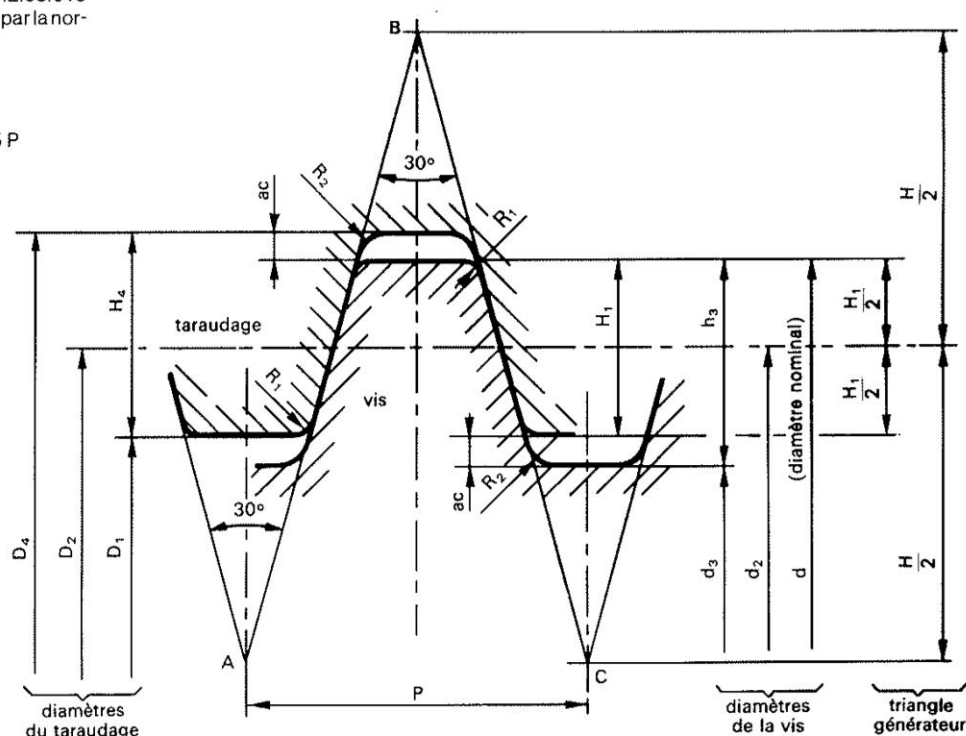
Ce profil est conforme à la norme NF.E.03.615  
diamètre et pas sont recommandés par la norme NF.E.03.616

$d$  = diamètre nominal du filetage  
diamètre extérieur de la vis  
 $d_2 = D_2 = d - 2 H_{1/2} = d - 0,5 P$   
 $d_3 = d - 2 h_3 = d - P - 2 a_c$   
 $D_1 = d - 2 H_1 = d - P$   
 $D_4 = d + 2 a_c$

$R_2 \text{ max} = a_c$

$P$  = pas de profil  
 $H = 1,866 P$   
 $H_1 = 0,5 P$   
 $a_c$  = vide à fond de filets  
 $h_3 = H_1 + a_c = 0,5 P + a_c$   
 $H_4 = H_1 + a_c = 0,5 P + a_c$

$R_1 \text{ max} = 0,5 a_c$



## VALEURS CALCULÉES

Pas $P$	$H$ $1,866P$	$H/2$ $0,933P$	$H_1$ $0,5P$	$0,366P$	$a_c$	$H_4 = h_3$	$R_1$ max.	$R_2$ max.
1,5	2,799	1,400	0,75	0,549	0,15	0,9	0,075	0,15
2	3,732	1,868	1	0,732	0,25	1,25	0,125	0,25
3	5,598	2,799	1,5	1,098	0,25	1,75	0,125	0,25
4	7,464	3,732	2	1,464	0,25	2,25	0,125	0,25
5	9,330	4,665	2,5	1,830	0,25	2,75	0,125	0,25
6	11,196	5,598	3	2,196	0,5	3,5	0,25	0,5
7	13,062	6,531	3,5	2,562	0,5	4	0,25	0,5
8	14,928	7,464	4	2,928	0,5	4,5	0,25	0,5
9	16,794	8,397	4,5	3,294	0,5	5	0,25	0,5
10	18,660	9,330	5	3,660	0,5	5,5	0,25	0,5
12	22,392	11,196	6	4,392	0,5	6,5	0,25	0,5
14	26,124	13,062	7	5,124	1	8	0,5	1
16	29,858	14,928	8	5,856	1	9	1	1
18	33,588	16,794	9	6,588	1	10	0,5	1
20	37,320	18,660	10	7,320	1	11	0,5	1
22	41,052	20,526	11	8,052	1	12	0,5	1
24	44,784	22,392	12	8,784	1	13	0,5	1
28	52,248	26,124	14	10,248	1	15	0,5	1
32	59,712	29,856	16	11,712	1	17	0,5	1
36	67,176	33,588	18	13,176	1	19	0,5	1
40	74,640	37,320	20	14,640	1	21	0,5	1
44	82,104	41,052	22	16,104	1	23	0,5	1



# VALEURS CALCULÉES

Dimensions nominales en mm

diamètre nominal d	pas du profil P en mm	diamètre de flancs d2 = D2	diamètre extérieur de l'écrou D4	diamètre intérieur de la vis d3	diamètre intérieur de l'écrou D1
8	1,5	7,250	8,300	6,200	6,500
10	2	9,000	10,500	7,500	8,000
14	3	12,500	14,500	10,500	11,000
20	4	18,000	20,500	15,500	16,000
24	5	21,500	24,500	18,500	19,000
30	6	27,000	31,000	23,000	24,000
38	7	34,500	39,000	30,000	31,000
48	8	44,000	49,000	39,000	40,000
60	9 14	55,500 53,000	61,000 62,000	50,000 44,000	51,000 46,000
65	10 16	60,000 57,000	66,000 67,000	54,000 47,000	55,000 49,000
85	12 18	79,000 76,000	86,000 87,000	72,000 65,000	73,000 67,000
100	20	90,000	102,000	78,000	80,000

Dans le tableau ci-dessus on indique un diamètre pour chaque pas. Il est évident que pour des diamètres différents, il faut ajouter ou retrancher les différences entre le diamètre indiqué et celui à calculer.  
ex. : Tr 40 × 8 D2 = 36 D1 = 32

## TOLÉRANCES SUR FLANCS DES TARAUDAGES

TOLÉRANCES SUR FLANCS ET SUR FONDS DE FILET DE LA VIS (en microns) norme NF.E.03.617

Diamètre nominal d		pas du profil	TARAUDAGE			VIS						longueur en prise normale	
			Td <sub>2</sub>			Td <sub>2</sub>			Td <sub>3</sub>				
plus de	à		7	8	9	7	8	9	7	8	9	plus de	à
5,6	11,2	1,5 2	224 250	280 315	355 400	170 190	212 236	265 300	212 238	265 295	331 375	5 6	15 19
11,2	22,4	1,5	236	300	375	180	224	280	225	280	350	6	18
		2	265	335	425	200	250	315	250	312	394	8	24
		3	300	375	475	224	280	355	280	350	444	11	32
		4	355	450	560	265	335	400	331	419	500	15	43
22,4	45	3	335	425	530	250	315	400	312	394	500	12	36
		4	375	450	600	280	355	450	350	444	562	18	54
		5	400	500	630	300	375	475	375	469	594	21	63
		6	450	560	710	335	425	530	419	531	663	25	75
45	90	8	500	630	800	375	475	600	469	594	750	34	100
		5	450	560	670	335	425	530	419	531	663	26	78
		8	530	670	850	400	500	630	500	625	787	38	118
		10	560	710	900	425	530	670	531	663	838	50	140
90	180	12	630	800	1000	475	600	750	594	750	938	60	170
		16	710	900	1120	530	670	850	663	838	1063	75	236
		6	500	630	800	375	475	600	469	594	750	36	106
		8	560	710	900	425	530	670	531	663	838	45	132
180	355	12	670	850	1060	500	630	800	625	787	1000	67	200
		16	750	950	1180	560	710	900	700	888	1125	90	265
		20	800	1000	1250	600	750	950	750	938	1188	112	335
		24	900	1120	1400	670	850	1060	838	1063	1325	132	400
		10	670	850	1060	500	630	800	625	787	1000	69	205
		12	710	900	1120	530	670	850	663	838	1063	75	224
		20	900	1120	1400	670	850	1060	838	1063	1325	137	410
		24	950	1180	1500	710	900	1120	888	1125	1400	150	450
		32	1060	1320	1700	800	1000	1250	1000	1250	1562	200	600

Les valeurs ci-dessus s'entendent en fonction du pas P (et non du pas hélicoïdal).

Pour les vis à plusieurs filets, multiplier les valeurs TD2 et Td2 par les coefficient suivants :

Nombres de filets :	2	3	4	5 et plus
coefficient multiplicateur :	1,12	1,25	1,4	1,6

Les filetages trapézoïdaux symétriques se désignent par le symbole "Tr".

Exemple :

vis à un seul filet : Tr 45 × 8

vis à plusieurs filets, la désignation comprend à la suite du symbole Tr, le diamètre nominal, le pas hélicoïdal, séparés par le signe X puis par le symbole P et le pas du profil : Tr 40 × 8 P4 (vis Ø 40 × 8 - 2 filets)

## A - Tolérances

Les tolérances ci-après s'appliquent à tous les filetages trapézoïdaux (à l'exception des vis-mères nécessitant des tolérances spéciales de déplacement axial) elles comportent des tolérances fondamentales désignées par un numéro et des écarts fondamentaux, désignés par une lettre, exemple :

Tr 45 × 8 - 7<sup>e</sup>

Tr 40 × 8 P4 - 8H

Un ajustement fileté est désigné :

Tr 45 × 8 - 7H/7<sup>e</sup>

Tr 40 × 8 P4 - 8H/7<sup>e</sup>

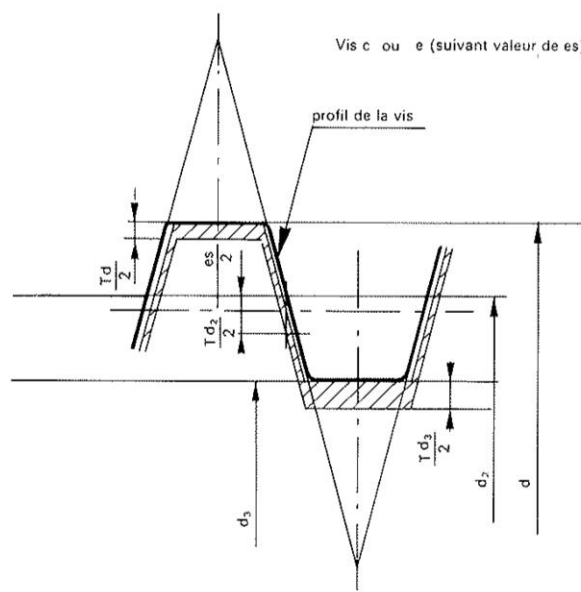
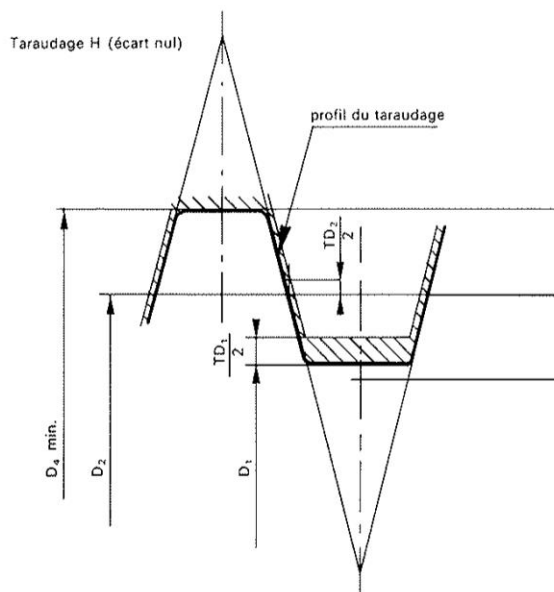
Le tableau ci-après définit les valeurs des tolérances de 3 qualités 7 - 8 et 9. TD2 - Td2 - Td3 s'expriment en fonction du diamètre et du pas.

Les valeurs des tolérances diamétrales Td et TD1 (diamètre extérieur de la vis ou diamètre intérieur du taraudage) s'expriment en fonction du pas et sont les mêmes pour les 3 qualités de tolérances.

## B - Écarts fondamentaux

Pour le taraudage l'écart inférieur est nul et est désigné par la lettre H.  
Pour la vis il est prévu 2 catégories d'écarts supérieurs "es" désignés

par les lettres "c" et "e" qui s'expriment en fonction du pas et sont indépendants de la qualité de tolérance.



### ÉCARTS FONDAMENTAUX SUR FLANCS (en microns)

Pas du profil (en mm) $P$	TARAUDAGE	VIS	
	$H$	$c$	$e$
1,5	0	- 140	- 67
2	0	- 150	- 71
3	0	- 170	- 85
4	0	- 190	- 95
5	0	- 212	- 106
6	0	- 236	- 118
8	0	- 265	- 132
10	0	- 300	- 150
12	0	- 335	- 170
16	0	- 375	- 190
20	0	- 425	- 212
24	0	- 475	- 236
32	0	- 530	- 265
40	0	- 600	- 300

### TOLÉRANCES SUR DIAMÈTRE DE NOYAU DE L'ÉCROU ET SUR LE DIAMÈTRE EXTÉRIEUR DE LA VIS

Pas du profil (en mm) $P$	TARAUDAGE	VIS
	$TD_1$	$TD$
1,5	190	150
2	236	180
3	315	236
4	375	300
5	450	335
6	500	375
8	630	450
10	710	530
12	800	600
16	1000	710
20	1180	850
24	1320	950
32	1600	1120
40	1900	1320

### Longueurs en prise

Le choix de la classe de tolérance étant fonction de la longueur en prise de l'assemblage fileté, il est prévu 2 catégories de longueurs

en prise, longueur normale symbole N, pour les valeurs supérieures symbole L - voir valeurs sur tableau tolérances sur flancs.

### CLASSES DE TOLÉRANCES RECOMMANDÉES

Longueur en prise	Taraudage		vis	
	Normale N	Longue L	Normale N	Longue L
Qualité moyenne	7 H	8 H	7 e	8 e
Qualité grossière	8 H	9 H	8 c	9 c