CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU ZAMAK

Cette note précise la désignation, la composition chimique, les caractéristiques mécaniques, le marquage et les exigences dimensionnelles (tolérance) relatives aux pièces moulées sous pression en alliage de zinc.

1.	Objet et domaine d'application	page 2
2.	Normes et nuances	page 2
3.	Types d'applications	page 2
4.	Désignation des pièces moulées	page 2
5.	Indications d'emploi	page 2
6.	Propriétés	page 3
7.	Résistance à la corrosion	page 4
8.	Mise en œuvre	page 5
9.	Traitement thermique de stabilisation	page 5
10.	Traitement de surface	page 5
11.	Qualité dimensionnelle des pièces	page 5
12.	Tolérances dimensionnelles	page 7
13.	Marquage et étiquetage	page 9
14.	Identification de la fourniture et documents de contrôle	page 9
15.	Référence	page 9
16.	Annexe : symbole de recyclabilité	page 10
17.	Correspondances de nuances : anciennes désignations	page 10
	nationales	

1. Objet et domaine d'application

La présente note technique est établie à partir de la norme européenne NF EN 12844 et la norme française NF A 66-002. Elle précise les caractéristiques des pièces moulées en zinc et alliages de zinc ainsi que la composition chimique, les tolérances dimensionnelles, le marquage, etc.

2. Normes et nuances

Tableau 1

Dé	Ancienne désignation française		
NF E	N 12844	ISO 301	NF A55-010
Numéros	Abrégées		
ZP0400	ZP3	ZnAl4	Z-A4G (Zamak 3*)
ZP0410	ZP5	ZnAl4Cu1	Z-A4U1G (Zamak 5*)
ZP0430	ZP2	ZnAl4Cu3	Z-A4U3G (Zamak 2*)
ZP0610	ZP6		(Kayem 1*)
ZP0810	ZP8		-
ZP1110	ZP12	ZnAl11Cu1	
ZP2720	ZP27		-
ZP0010	ZP16		(Kayem 2*)

^{*} L'emploi de ces désignations est interdit sur les documents Schneider.

3. Types d'applications

Les alliages de zinc pour fonderie sous pression sont essentiellement caractérisés par leur bas point de fusion et leur excellente coulabilité (fluidité à la température de moulage). Ils permettent d'obtenir, avec des cadences de production élevées, des pièces de formes complexes, avec des tolérances dimensionnelles réduites.

Les caractéristiques mécaniques élevées, la stabilité dimensionnelle, la résistance à la corrosion, permettent aux concepteurs de trouver dans ces alliages une solution économique. Toutefois, ils présentent un certain nombre d'inconvéniants tels que porosité, sensibilité au fluage...

Utilisations Schneider: elles sont extrêmement variées, par exemple: fonds de coffrets, engrenages de petites dimensions, boitiers d'interrupteurs de position ou de manostats, pièces et organes de commande, de manœuvre, ossature d'armoires etc.

4. Désignation des pièces moulées

Les pièces moulées en alliages de zinc en conformité avec cette note sont désignées par un numéro ou par une désignation abrégée (voir FT30675), mais comportant la lettre P (indiquant que le produit est une pièce moulée) en deuxième position de caractère.

5. Indications d'emploi

5.1. Choix de l'alliage

■ Alliages Zamak

Le ZP3 est recommandé pour la plupart des applications. Il présente par rapport au ZP5 l'avantage d'une plus grande stabilité dimensionnelle. Il est plus malléable, un peu plus résistant à la corrosion et conserve une bonne résistance au choc même après usage prolongé à 90°C.

Le ZP5 est quelquefois préféré pour sa résistance à la traction et sa dureté légèrement supérieures lorsque les conditions précédentes ne sont pas impératives. C'est notamment le cas pour les pièces de frottement : paliers, bagues, bras porte-contact, platine, etc.

L'apport de cuivre dans la composition des alliages de zinc leur confère une dureté supérieure et, de ce fait, une résistance à l'usure interessante. C'est le cas des alliages ZP2 et ZP5 pour lesquels il est possible d'obtenir directement de moulage un alésage pouvant recevoir un axe métallique travaillant en rotation et des cannelures travaillant en roule-ment. L'emploi de ces deux nuances dans les engrenages donne de très bons résultats. En effet, le cuivre améliore le frottement, par contre il diminue la résistance à la corrosion. L'aluminium améliore la coulabilité.

Les alliages de zinc présentent une bonne capacité d'amortissement. Il est conseillé, pour les pièces soumises aux vibrations, de privilégier un tracé mince et nervuré plutôt que des épaisseurs importantes. La qualité du métal en sera meilleure (grains plus fins, absence de porosité), l'inertie plus élevée (effet des nervures) et les contraintes plus faibles (poids réduit).

Aptitudes principales

Tableau 2

Alliages	Propriétés principales
Zamak 2	Il peut être utilisé sans risque. C'est le meilleur compromis dureté/résistance à la traction. Recommandé dans le cas de pièces à fonctions mécaniques (engrenages).
Zamak 3	Meilleure résistance aux chocs, Meilleure résistance à la corrosion, Meilleur maintien de la précision dimensionnelle,
Zamak 5	Meilleure résistance à la traction comme pour le zamak 2, Résistance aux chocs et stabilité dimensionnelle, Résistance à la corrosion de même que pour le zamak 3

■ Autres alliages :

Les Kayem sont surtout utilisés pour la fabrication des outillages de découpe et des moules d'injection de matières thermoplastiques.

En effet, la durée de vie, la précision dimensionnelle, l'état de surface, la facilité de réalisation de ces outillages leur sont favorables.

Les autres avantages des Kayem sont :

- de bonnes propriétés de frottement,
- une résistance à l'usure satisfaisante,
- un polissage facile à exécuter,
- la possibilité de stockage des outillages à l'air libre,
- la possibilité de recyclage.

6. Propriétés

6.1. Composition chimique

5.2. Limites d'utilisation

Les pièces en Zamak sont souvent poreuses à cœur et renferment des cavernes, des bulles d'air dissimulées sous une peau de moulage impeccable.

La dispersion des caractéristiques mécaniques qui en résulte peut être importante.

Limite de la résistance à la chaleur : les alliages de zinc ne peuvent être utilisés pour la construction d'objets qui pourraient se trouver pendant un certain temps à des températures supérieures à 200°C.

Facilité et danger de la pollution : il faut faire attention au contact avec les autres alliages d'usage courant (laiton et bronze) qui contiennent des métaux (plomb et étain), dont la présence altère profondément les propriétés, la résistance au viellissement et à la corrosion intercristalline des alliages de zinc.

Tableau 3 : Composition chimique des alliages de zinc sous forme de lingot ou de liquide Désignation Désignation Elément Al Cu Mg Сг Ti Zn Cd Sn Fe Ni Si de l'alliage abrégée ZP0400 ZP3 min. 3,7 0,025 Reste max 4,3 0,1 0,06 0,005 0.005 0,002 0,05 0,02 0,03 ZP0410 ZP5 min 0.025 3.7 0,7 Reste max 4.3 1,2 0,06 0,005 0,005 0,002 0,05 0.02 0,03 ZP0430 ZP2 min. 0.025 3.7 2.7 Reste 4.3 3,3 0,005 max 0.06 0,005 0,002 0,05 0,02 0,03 ZP0610 ZP6 min. 5.4 1,1 Reste 6,0 0.005 1,7 max 0,005 0,005 0,002 0,05 0,02 0,03 ZP0810 ZP8 min. 8,0 8,0 0,015 Reste 8,8 0,006 1,3 0,03 max 0,006 0,003 0,06 0,02 0,045 ZP1110 ZP12 min. 10,5 0,5 0,015 Reste 11,5 1,2 0,03 0.006 max 0,006 0,003 0,07 0,02 0,06 ZP2720 ZP27 min. 25,0 2,0 0,01 Reste 28,0 0,003 max 2,5 0,02 0,006 0.006 0,10 0,02 0,08 ZP0010 ZP16 0,01 1,0 min. 0,1 0,15 Reste max 0,04 1,5 0,02 0,2 0,005 0,004 0.25 0,005 0.05 0,05

6.2. Propriétés physiques

Tableau 4 : Propriétés physiques (à titre indicatif) des pièces moulées sous pression en alliages de zinc à 20°C

Propriétés physiques	Propriétés physiques				Kay	yem	Alliages ZA		
		ZP3	ZP5	ZP2	ZP6	ZP16	ZP8	ZP12	ZP27
Masse volumique	Kg/dm3	6,7	6,7	6,8	6,5	7,2	6,3	6,0	5,0
Intervalle de solidification	°C	382 à 387	379 à 388	379 à 389	375 à 395	410 à 420	375 à 404	377 à 432	377 à 484
Retrait (en moulage sous pression)	0/00	4 à 6	4 à 6	4 à 6	6 à 10	4 à 6	11	12,5	12,5
Coefficient de dilatation thermique	μm/(m.K)	27	27	27	25	-	23	24	26
Conductivité thermique	W/(m.K)	113	110	119	115	109	115	116	126
Conductivité électrique	% IACS	26	26	26	27	24	28	28	30
Résistivité à 10°C	Ω.m	0,064x10 ⁻⁶	0,065x10 ⁻⁶	0,066x10 ⁻⁶		-	0,062x10 ⁻⁶	0,061x10 ⁻⁶	0.058x10 ⁻⁶
Capacité thermique massique	J.g ⁻¹ .K ⁻¹	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,435	0,45	0,525
Chaleur de fusion	J.g-1	104,6	104,6	105	105	-		- 1857 -	-

6.3. Caractéristiques mécaniques

Tableau 5 : Caractéristiques mécaniques (à titre indicatif) des pièces moulées sous pression en alliages de zinc, à 20°C

MPa MPa	ZP3 280	ZP5	ZP2	ZP6	ZP16	700	2/20/202	
3746 327	280	000			21 10	ZP8	ZP12	ZP27
MPa		330	355		220	370	400	425
IVIFA	200	250	270			220	300	370
%	10	5	5			8	5	2,5
j	57	58	59			40	30	10
MPa	450	600	640	800	680	250		385
MPa	220	270	317		1	275	248 à 262	325
MPa	48	56	60			100		145
	83	92	102			100	100	120
HV	80 à 90	85 à 95	100 à 110	100 à 110	140 à 150	100	105 à 125	120
GPa	85	85	85	N .		86	82	78
MPa	80	100	130			160		100
	j MPa MPa MPa MPa HV GPa	% 10 j 57 MPa 450 MPa 220 MPa 48 83 HV 80 à 90 GPa 85	% 10 5 j 57 58 MPa 450 600 MPa 220 270 MPa 48 56 83 92 HV 80 à 90 85 à 95 GPa 85 85	% 10 5 5 5 5 5 7 58 59 MPa 450 600 640 MPa 220 270 317 MPa 48 56 60 83 92 102 HV 80 à 90 85 à 95 100 à 110 GPa 85 85 85	% 10 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	% 10 5 5 j 57 58 59 MPa 450 600 640 800 680 MPa 220 270 317 MPa 48 56 60 83 92 102 HV 80 à 90 85 à 95 100 à 110 100 à 110 140 à 150 GPa 85 85 85	% 10 5 5 j 57 58 59 MPa 450 600 640 800 680 250 MPa 220 270 317 275 MPa 48 56 60 100 83 92 102 100 HV 80 à 90 85 à 95 100 à 110 100 à 110 140 à 150 100 GPa 85 85 85 85	% 10 5 5 j 57 58 59 MPa 450 600 640 800 680 250 MPa 220 270 317 275 248 à 262 MPa 48 56 60 100 100 HV 80 à 90 85 à 95 100 à 110 100 à 110 140 à 150 100 105 à 125 GPa 85 85 85 85

Remarques importantes

(1) Incidence du revêtement de surface : il influe sur certaines caractéristiques mécaniques. Par exemple le nickel chimique peut provoquer des ruptures fragiles (très forte diminution de la résistance à la flexion par choc).

(2) Incidence du procédé d'élaboration : le procédé de moulage sous pression confère aux pièces injectées une structure cristalline très compacte et d'une grande finesse. Les caractéristiques mécaniques telles que résistance à la traction et limite élastique sont alors bien supérieures à un même alliage moulé par gravité.

(3) Incidence de l'épaisseur des pièces : lors du remplissage des moules, l'alliage liquide subit un refroidissement et une solidification très rapide au contact du moule. Cette peau de pièce d'une structure cristalline très fine possède des caractéristiques mécaniques très élevées et a une épaisseur d'environ 0,2 à 0,3 mm.

(4) Ce phénomène de trempe "superficielle" est d'autant plus important que les sections de pièces sont faibles. La résistance spécifique de la section considérée en est alors largement améliorée.

6.4. Caractéristiques mécaniques en fonction de la température d'utilisation

Les caractéristiques mécaniques des Zamak évoluent en fonction de la température d'utilisation (voir tableau 6).

Lorsqu'une pièce est amenée à fonctionner à des températures supérieures à l'ambiante, sous charge, il y a un risque de déformation due au fluage.

Les vitesses de fluage, pratiquement négligeables à l'ambiante, augmentent rapidement avec la température, notam-ment pour l'alliage ZP3 auquel on préférera le ZP5 pour des applications difficiles.

Toutefois, il convient d'imposer une température limite de 80°C pour une utilisation en continu (voire de 90°C dans le cas de pièces non soumises à des contraintes mécaniques).

Tableau 6

Température		ZP3		ZP5			
	Résist. à rupture (MPa)	Along. (%)	Dureté (HV)	Résist. à rupture (MPa)	Along. (%)	Dureté (HV)	
95°C	200	15	43	250	12	62	
40°C	250	8	68	300	6	89	
20°C	280	5	82	340	4	90	
0°C	300	4,5	82	380	4	99	
- 20°C	300	3,5	87	380	2,5	104	
- 40°C	320	2,5	91	380	1,5	107	

7. Résistance à la corrosion

Le Zamak est sensible à la corrosion et cela d'autant plus qu'il contient du cuivre. Le comportement des alliages ZP3 et ZP5 est voisin de celui du zinc, le premier étant un peu plus résistant que le second.

La corrosion se manifeste par l'apparition de sels métalliques blanchâtres, volumineux, qui dénaturent rapidement leur aspect.

Leur sensibilité dépend des ambiances auxquelles ces alliages sont soumis :

- eau de mer : les alliages de zinc sont attaqués lentement en immersion permanente. Dans le cas d'immersions alternées, la vitesse de corrosion est accrue. Un revêtement de protection efficace est indispensable.
- eau douce : immergés ou en contact, ils sont presque toujours le siège de phénomènes de corrosion dont la vitesse et l'ampleur sont très variables.
- solutions acqueuses: immergés, ils présentent une corrosion faible dans les solutions froides et non agitées, faiblement acides (pH > 6,5) ou moyennement alcalines (pH < 12).
- les alcools courants anhydres ont peu d'action sur le Zamak. Cependant, la corrosion par le mélange d'alcool et d'eau est importante.
- les lubrifiants d'origine minérale ne présentent pas d'inconvénient. Pour les autres, ils doivent être exempts de constituants acides et de produits d'origine animale ou végétale.
- les liquides organiques stables n'ont pas d'effet sur le Zamak.
- les Zamak peuvent être utilisés dans un environnement agro-alimentaire. Les pièces produites en alliages de zinc doivent être obligatoirement revêtues d'une couche de cuivre, de nickel et d'une couche de chrome.
- en atmosphère sèche ou protégée la corrosion est presque nulle.

8. Mise en œuvre

8.1. Coulée sous pression

La passivité des alliages de zinc vis-à-vis des aciers et leur température modérée de moulage (400 à 425°C) ont pour avantage une longévité des moules (jusqu'à un million d'injections sans remise en état importante).

Le retrait moyen est de 0,4 à 0,5 %.

8.2. Usinage

Tous les modes d'usinage peuvent être utilisés sans outils spécifiques, y compris le poinçonnage, le sertissage, le collage, le brochage et le taraudage par refoulement de matière.

8.3. Formage à froid

Les pièces en alliages de zinc, notamment en ZP3, peuvent subir, en observant certaines précautions, des opérations de pliage, cambrage, etc.

Elles peuvent aussi être assemblées par sertissage, bouterollage de collerettes et de parois minces, de rivets et de reliefs divers venus de fonderie.

8.4. Soudage

Les pièces en alliages de zinc offrent une bonne aptitude au soudage électrique par résistance et par friction.

8.5. Collage

De nombreuses types de colles peuvent être utilisées (prise à froid ou à chaud), le choix dépendant des surfaces à coller, du jeu permettant l'application du film de colle et des matériaux en présence.

8.6. Coulabilité

La fonderie sous pression du Zamak permet d'obtenir directement des pièces finies :

- de forme complexe,
- sans reprise d'usinage,
- avec un bel état de surface,
- sans perte de métal.

Il est plus facile de couler saines des pièces minces que des pièces épaisses (risque de porosité).

Néanmoins dans certains cas, une opération d'ébavurage reste nécessaire.

9. Traitement thermique de stabilisation

Tous les alliages de fonderie sont sujets à de petites variations dimensionnelles.

Un traitement thermique de stabilisation (3 à 6 heures à 100°C, 5 à 10 heures à 85°C ou 10 à 20 heures à 70°C) peut être effectué quand une grande précision est exigée ou pour des pièces de grandes dimensions.

Dans la plupart des cas il n'est pas nécessaire.

10. Traitement de surface

Les possibilités de revêtement sur pièces en alliages de zinc sont multiples et permettent d'améliorer certaines caractéristiques comme la résistance au frottement ou à l'abrasion, d'obtenir une grande variété de présentations et d'aspects décoratifs, de renforcer leur tenue dans des conditions corrosives particulières.

Les possibilités de revêtement sur pièces en alliages de zinc sont multiples et permettent d'obtenir une grande variété de présentations, de renforcer la tenue à la corrosion et d'améliorer certaines caractéristiques (résistance au frottement par exemple).

Les revêtements les plus utilisés sont :

- les traitements de conversion (traitement chimique), surtout la chromatation et, à un degré moindre, la phosphatation (avant peinture), l'anodisation, etc.,
- les revêtements organiques : peintures, vernis, résines thermoplastiques,
- les dépôts métalliques électrolytiques de chrome, moins souvent de zinc, cuivre, laiton, nickel, etc.
- la métallisation sous vide pour le dépôt de métaux tels que l'aluminium, le cuivre, l'or, le nickel.

Remarque 1 : il convient de ne pas dégrader la "peau de moulage" durant la préparation des surfaces, sinon la présence de porosités débouchantes aura pour effet :

- d'altérer la qualité des revêtements,
- de favoriser l'apparition de cloques sur les surfaces protégées.

Remarque 2 : il est toujours préférable de ne déposer que des peintures de température de mise en œuvre aussi basse que possible (ne pas dépasser 165 - 170°C), afin d'éviter le risque d'apparition de soufflures et de cloques pouvant résulter d'un éventuel dégazage des pièces.

11. Qualité dimensionnelle des pièces

Suivant NF A 66-002

11.1. Classes de tolérances

Il existe trois classes principales de tolérances données par ordre croissant de précision et de coût d'obtention :

- tolérances courantes,
- tolérances moyennes,
- tolérances fines.

Les tolérances générales d'une pièce moulée en alliage de zinc doivent être en classe courante.

Les tolérances générales s'appliquent à toutes les cotes non affectées de tolérances individuelles (ou particulières).

Ces tolérances sont obtenues au prix d'une fabrication courante. Aucun moyen de fabrication et aucune procédure de contrôle ne sont exigés.

Les tolérances particulières d'une pièce moulée en alliage de zinc doivent être en classe moyenne ou éventuellement en classe fine.

Les tolérances particulières s'appliquent aux cotes fonctionnelles et aux cotes clairement tolérancées sur le plan.

La classe fine, classe la plus précise, entraîne un renchérissement des outillages et de la pièce.

11.2. Indications à porter sur le plan

Les tolérances applicables aux cotes fonctionnelles doivent être écrites en clair sur le dessin pour la ou les cote(s) intéressé(e), quelle que soit la classe de précision choisie. Les autres cotes sont tolérancées par la référence aux tolérances générales.

L'indication de tolérances générales sur le plan apparaît dans ou près du cartouche. Elle doit obligatoirement comporter :

- le terme "tolérances générales",
- le numéro de la norme prise en référence (NF A 66-002),
- la classe de tolérance.

De plus devront être indiqués sur le dessin :

- les parties usinées,
- les éléments (points ou faces) d'appui et de maintien et les points de départ d'usinage,
- les emplacements des éjecteurs, des plans de joints, des repères des pièces (après concertation avec les services interessés),
- la valeur du seuil d'injection et, éventuellement, l'état de surface de la pièce (Ra),
- la (ou les) dépouille(s).

11.3. Ecarts dimensionnels admissibles

Le tableau 7 indique les écarts admissibles par rapport aux cotes nominales en fonction, d'une part de la valeur absolue des cotes considérées et, d'autre part, de deux critères qui sont l'encombrement général des pièces et le degré de précision demandé.

Ces tolérances s'appliquent :

- hors déformation liées à la forme des pièces,
- hors bavures,
- avant traitement de surface,
- après traitement thermique.

Remarque : encombrement des pièces.

Les tolérances qu'il est possible de respecter en fonderie sous pression varient en fonction de l'encombrement général des pièces.

La grandeur retenue pour caractériser celui-çi est la diagonale du parallélépipède enveloppe ou diagonale dans l'espace : $D_e = v?L^2+l^2+h^2$ où L, I, et h sont respectivement les plus grandes dimensions de la pièce dans les sens longueur, largeur et hauteur.

11.4. Tolérances complémentaires

■ Cote perpendiculaire ou parallèle au plan de joint

Lorsque la dimension envisagée, perpendiculaire ou parallèle au plan de joint (voir fig. 1 et 2) est limitée par des parties fixes du moule situées de part et d'autre du plan de joint, la tolérance complémentaire à ajouter à la tolérance lue dans le tableau 7 dépend de la surface de la projection des empreintes sur le plan de joint (voir tableau 8).

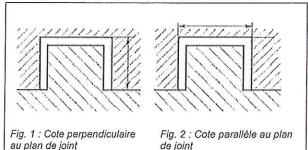


Tableau 8

Surface de la projection des empreintes sur le	Tolérances (mm) complémentaires pour :				
plan de joint S (mm ²)	Cote ⊥ au plan de joint	Cote au plan de joint			
S ≤ 1 000	0 + 0,10	± 0,02			
10 000 < S ≤ 40 000	0 + 0,15	± 0,05			
40 000 < S ≤ 80 000	0 + 0,20	± 0,10			
80 000 < S	0 + 0,25	± 0,15			

Tableau	7
---------	---

Diagonale	Précision	Qualité de	Tolérances admissibles (±) pour cotes nominales (mm)									
De (mm)		tolérance TF	≤ 10	> 10-18	>18-30	>30-50	>50-80	>80-120	>120-180	>180-250	>250-315	>315-400
	Fine	10,5	0,036	0,044	0,052	0,065						
≤ 50	Moyenne	11,5	0,060	0,070	0,085	0,10						
	Courante	12,5	0,090	0,11	0,13	0,16						
	Fine	11,5	0,060	0,070	0,085	0,10	0,12	0,14	0,16			
>50 à 180	Moyenne	12,5	0,090	0,11	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25			
	Courante	13	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,27	0,32			
>180 à 500	Fine	12,5	0,090	0,11	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36
	Moyenne	13	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,27	0,32	0,36	0,41	0,45
	Courante	13,5	0,14	0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,40	0,45	0,50	0,56

■ Cote comprenant le plan de glissière

Lorsque la dimension envisagée est limitée par une glissière (voir fig. 3), la tolérance complémentaire à ajouter à la tolérance lue dans le tableau 7 dépend de la surface de la projection sur un plan perpendiculaire à la glissière de la zone moulée par celle-çi; elle est indiquée dans le tableau 9.

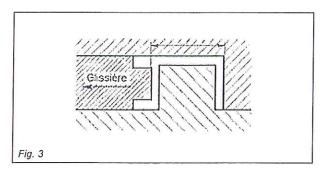


Tableau 9

Surface de la projection de la zone moulée par la glissière S (mm ²)	Tolérance complémentaire en mm
S ≤ 1 000	± 0,02
1 000 < S ≤ 10 000	± 0,05
10 000 < S ≤ 20 000	± 0,10
20 000 < S ≤ 40 000	± 0,15
40 000 < S ≤ 80 000	± 0,20
80 000 < S	± 0,25

12. Tolérances dimensionnelles

12.1. Tolérances pour toutes les dimensions hors rayons, congés et chanfreins de raccordement

Ces tolérances sont données :

- tableau 7 pour les tolérances générales,
- tableau 8 et tableau 9 pour les tolérances complémentaires.

12.2. Tolérances sur l'épaiseur des parois

Elles n'entrent pas dans le cadre des tolérances générales et doivent faire l'objet d'un accord particulier.

12.3. Tolérances sur angle coté

L'écart ∆∞ sur l'angle est mesuré en prenant le grand coté comme base de référence.

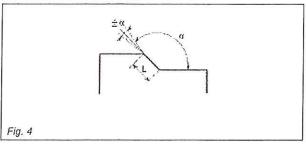


Tableau 10 : écart admissible ∆∝

L (mm)	Classe normale	Classe réduite	Classe de précision
≤ 10	± 3°	± 1° 30'	± 1°
10 < L ≤ 50	± 2°	± 50'	± 30'
50 < L ≤ 120	± 1°	± 25'	± 20'
> 120	± 30'	± 15'	± 10'

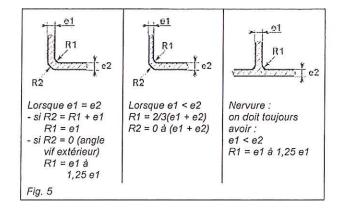
12.4. Rayons, congés, chanfreins de raccordement jusqu'à 5 mm

Tolérances courantes : ± 25% de la valeur nominale (jusqu'à 2 mm), écart arrondi au 1/10 mm supérieur (voir tableau 11).

Tableau 11

Cote nominale (mm)	Ecart (mm)	
0,3 (1)	± 0,10	
0,5	± 0,20	
1	± 0,30	
1,5	± 0,40	
2, 3, 4, 5	± 0,50	
(1) A éviter		

En règle générale, les congés appliqués aux angles rentrants doivent avoir un rayon au moins égal au quart de la moyenne arithmétique des épaisseurs des parois auxquelles ils se rapportent.



12.5. Tolérances de forme et de position

■ Dépouille

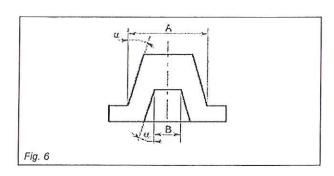
La dépouille facilite le démoulage de toute partie enrobée par le métal (broche, noyau, etc).

Dépouille classe courante : 0,75 à 1%

Pour des valeurs de dépouille inférieures, il conviendra d'obtenir un accord préalable et de les faire apparaître en clair sur le dessin.

Sauf indication contraire sur les dessins :

- pour les parties mâles ou extérieures, la dépouille est en moins de la cote indiquée (A), la tolérance s'applique seule-ment à la partie la plus grande;
- pour les parties femelles ou intérieures, la dépouille est en plus de la cote indiquée (B), la tolérance s'applique seulement à la partie la plus petite (voir fig. 6).



■ Conicité des trous

Afin d'éviter des arrachements au moment du démoulage, il est nécessaire de prévoir une certaine conicité pour les trous venant de fonderie qu'ils soient borgnes ou débouchants (voir tableau 12).

Tableau 12

Diamètre des trous	Profondeur maxima de leur diamètre	ale des trous en fonction	Profondeur maximale des trous en mm pour une conicité c donnée					
d (mm)	Trous borgnes	Trous débouchants	c = 0,1 mm	c = 0,2 mm	c = 0,3 mm	c/h = 0,3 %		
3	9	24	24					
4	20	37	33	37				
5	30	47	1	47				
6	45	57		57				
7	60	70		67	70			
8	75	80			80			
9	90	90			90			
10	100	100			100			
11 à 20	10 d	10 d				10d		
d > 20	12 d	12 d				12d		

Remarque : lorsque la conicité minimale n'est pas nécessaire, il est préférable d'adopter des valeurs de conicité supérieures d'environ 50%.

Surépaisseur d'usinage

Les parties devant être usinées reçoivent un excédant de métal dit "surépaisseur d'usinage" destiné à assurer, dans le cas le plus défavorable d'écart dimensionnel, une marge suffisante pour le travail de l'outil.

Cette marge est au moins égale à 0,3 mm, augmentée d'une demi-tolérance.

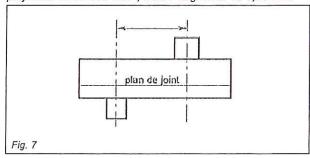
Exemple : soit une cote devant être usinée à 150 mm et affectée d'une tolérance de moulage de \pm 0,4 mm. La surépaisseur minimale sera de 0,3 + 0,4 = 0,70 mm ; la cote nominale de la pièce coulée brute sera donc : 150,70 \pm 0,40 soit un minimum de 150,30 mm.

■ Tolérances de circularité (ou ovalisation), tolérances de symétrie (ou désaxage), coaxialité ou concentricité

Les tolérances de forme et de position s'expriment par un écart maximal, dont la valeur correspond au demi-intervalle de tolérance du tableau 7 augmenté éventuellement de l'écart de la tolérance complémentaire indiqué selon le tableau 8 et le tableau 9.

Exemple 1 : pièce avec tolérances de la classe normale : ovalisation admissible d'une cote ϕ 35, limitée par les parties fixes d'un même bloc de moule. L'écart est de 0,16 mm pour $D_{\rm e}$ = 50 mm.

Exemple 2 : pièce avec tolérances de la classe réduite : désaxage admissible d'une cote de 45 parallèle au plan de joint, limité par des parties fixes d'un moule situées de part et d'autre du plan de joint (fig. 7). L'écart est de 0,16 mm pour D_e compris entre 50 et 180 mm; pour une surface de projection de 20 000 mm², il sera augmenté de 0,05 mm.



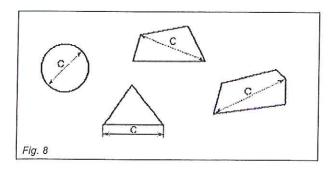
■ Tolérances de parallélisme et de planéité

Les tolérances sur ces deux paramètres s'expriment par un écart maximal. La valeur de cet écart correspond au demintervalle de tolérance de la classe de tolérance du tableau 7.

Ces deux paramètres sont fonction de l'encombrement général des pièces soit la diagonale D_e (voir remarque paragraphe 11.3).

Détermination de la cote nominale C du tableau 7 :

- parallélisme : la cote C est égale à la distance entre les deux faces dont on veut vérifier le parallélisme,
- planéité: la cote C est égale au diamètre, à la diagonale ou à la plus grande distance d'un angle à un autre de la surface dont on veut vérifier la planéité.



Exemple : Pour cote nominale C = 40 et un encombrement D_{Θ} = 100 : le demi-intervalle dans la classe des tolérances normales est égal à : 0,20.

■ Perpendicularité

Tolérance de perpendicularité d'un élément par rapport à une référence sans tenir compte de la dépouille, en tolérance courante : ≤ 30 minutes.

■ Niveau des traces d'éjecteurs

Tolérance courante :

- relief maxi: 0

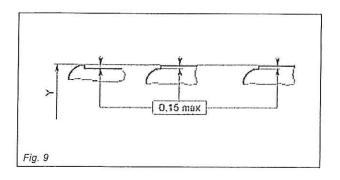
- creux maxi: 0,30 mm

■ Etat de surface des pièces

Sauf indication contraire portée sur le dessin, en tolérance courante : R_a max = 0,8 μ m.

Décalage dû aux parties du moule

Sauf indication contraire du dessin, la cote considérée sur la pièce est la cote Y hors tout (fig. 9).



12.6. Tolérances de finition

■ Bayures

Tableau 13

Types	Tolérance normale (mm)
Bavures au plan de joint et sur traces d'éjecteur	≤ 0,4 mm
Bourrelet d'usure au plan de joint	≤ 0,4 mm

Seuils d'injection et masselottes

En classe courante : valeur de saillie ou de creux selon le mode d'élimination choisi, en l'absence de précision complémentaire sur le dessin.

Tableau 14

Mode d'élimin	ation	
meulé	coupé	cassé
± 0,30	+ 0,4 + 0	+ 1,5 - 0,3

13. Marquage et étiquetage

Dans les cas où cela est possible, le marquage ou l'étiquetage des pièces doit comporter les informations suivantes, à moins que le fournisseur et l'acheteur ne conviennent d'omettre certains des marquages suivants :

- la marque du fabricant,
- la désignation abrégée (voir tableau 3),
- le symbole de recyclabilité (voir annexe),
- la période de production.

14. Identification de la fourniture et documents de contrôle

Si l'acheteur l'a demandé au moment de la commande, le fournisseur doit produire un document de contrôle avec chaque bordereau de livraison de pièces moulées. La documentation est au choix de l'acheteur et être en conformité avec :

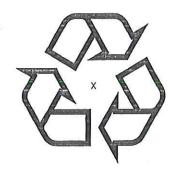
- soit un certificat conformément à l'EN 10204 basé, soit sur des essais effectués sur le lot fourni, soit l'existance d'un système de contrôle de qualité de producteur,
- soit une déclaration de conformité de la livraison avec les exigences de la commande, signée par le représentant mandaté du fournisseur

15. Référence

- NF EN 12844 1999 : Zinc et alliage de zinc. Pièces moulées. Spécifications.
- NF A 66-002 1985 : produits de fonderie. Alliages d'aluminium et alliages de zinc. Tolérances dimensionnelles des pièces coulées sous pression.
- Publications de zinc et fonderie (Les traitements de surface, les Zamak, Guide du tracé des pièces..).
- Le moulage sous pression des alliages de zinc Editions techniques des industries de la fonderie - 2001.

16. Annexe : Symbole de recyclabilité

Le symbole de recyclabilité (fig. C.1) doit être en conformité avec l'ISO 7000, symbole n° 1135-BA.



X désignation abrégée.

Figure C.1 : Symbole de recyclabilité

EXEMPLE Pièce moulée en alliage de zinc ZP0410.





Figure C.2

17. Correspondances de nuances : anciennes désignations nationales

Désignation européenne		ISO 301	France	Allemagne	UK	Italie	Espagne	USA	Japon
Chimique	Code		NF A55-010	DIN 1743-2	BS 1004	UNI 3717 UNI 9408	UNE 37302	ASTM B86 B791	JIS H 5301
ZnAl4	ZP3	ZnAl4	Z-A4G	Z400	Alliage A	G-ZnAl4	ZnAl4	AG40A	ZDC2
ZnAl4Cu1	ZP5	ZnAl4Cu1	Z-A4U1G	Z410	Alliage B	G-ZnAl4Cu1	ZnAl4Cu1	AG41A	ZDC1
ZnAl4Cu3	ZP2	ZnAl4Cu3	Z-A4U3G	Z430		G-ZnAl4Cu3	ZnAl4Cu3	AG43A	
ZnAl6Cu1	ZP6			Z610		1	ZnAl6Cu1		
ZnAl8Cu1	ZP8					G-ZnAl8Cu1		ZA8	
ZnAl11Cu1	ZP12	ZnAl11Cu1				G- ZnAl11Cu1	ZnAl11Cu1	ZA11	
ZnAl27Cu2	ZP27					G- ZnAl27Cu2		ZA27	
ZnCu1CrTi	ZP16								