



Fiche Technique

Fonte de précision

Alliages

Le procédé de coulée à la cire perdue n'a quasi pas de limite dans le choix des alliages utilisés. Cette fiche technique reprend les principaux alliages avec leurs analyses et des valeurs indicatives de leurs propriétés mécaniques.

Autres alliages sur demande.

Aciers

NORME	N°	ANALYSE CHIMIQUE							PROPRIETES MECANIQUES min.-max.				COMMENTAIRES
		C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	Reste %	HB	R: MPa	R.0.2: MPa	A %	

Aciers de cémentation

Acier	N°	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	Reste %	HB	R: MPa	R.0.2: MPa	A %	Commentaires
C15 XC12 C1015	1.0401	0.12 0.18	0.15 0.35	0.30 0.60						DIN 17 210			Très bonne résistance aux chocs
16MnCr5 16MC5 5115(SAE)	1.7131	0.14 0.19	0.40	1.00 1.30	0.80 1.10					DIN 17210			Nuance universelle à usage général
16CrMo4 18CD4	1.7242	0.13 0.20	0.15 0.35	0.50 0.80	0.90 1.20	0.40	0.20 0.30			NF A 35-551			Bonne résistance mécanique et à la fatigue
15CrNi6 16NC6	1.5919	0.14 0.17	0.15 0.40	0.40 0.60	1.40 1.70	1.40 1.70				DIN 17 210			Combinaison d'une bonne limite élastique et d'un bon allongement avant rupture
21NiCrMo2 20NCD2 8620	1.6523	0.17 0.23	0.15 0.40	0.60 0.90	0.35 0.65	0.40 0.70	0.15 0.25			DIN 17 210			Bonnes caractéristiques mécaniques à cœur

Aciers de nitruration

Acier	N°	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	Reste %	HB	R: MPa	R.0.2: MPa	A %	Commentaires
31CrMo12 30CD12	1.8515	0.28 0.35	0.15 0.40	0.40 0.70	2.80 3.30		0.30 0.50		305 395	950 1200	750 800	12 11	Dureté après nitruration et trempé: 800Hv
31CrMoV9	1.8519	0.26 0.34	0.40	0.40 0.70	2.30 2.70		0.15 0.25	V:0.10 0.20	305 395	1050 1200	700 900	12 8	Dureté après nitruration et trempé: 900Hv



Fiche Technique

Fonte de précision

Aciers au carbone et faiblement alliés

C22 C20 1020	1.0402	0.17 0.24	0.15 0.35	0.30 0.60					150 210	500 700	300 360	22 20	Bonne soudabilité Bonne résistance aux chocs
C35 XC35 1035	1.0501	0.32 0.39	0.15 0.35	0.50 0.80					180 240	600 780	350 430	19 17	Bonne combinaison de propriétés mécaniques
C45 XC42 1045	1.0503	0.42 0.50	0.15 0.35	0.50 0.80					195 270	650 850	400 490	16 14	Limite de rupture élevée Bonne usinabilité Bonne tenue aux chocs
C60 XC60 1060	1.0601	0.57 0.65	0.15 0.35	0.60 0.90					230 305	750 950	460 580	14 11	Limite de rupture élevée Bonne résistance à l'usure
25CrMo4 25CD4 4130	1.7218	0.22 0.29	0.15 0.40	0.50 0.90	0.90 1.20		0.15 0.30		210 350	700 1100	470 700	15 12	Limite de rupture élevée Bonne résistance au fluage Bonne résistance à la fatigue et à l'usure
34CrMo4 35CD4 4135	1.7220	0.30 0.37	0.15 0.40	0.60 0.90	0.90 1.20		0.15 0.30		230 390	750 1200	510 79	14 11	
42CrMo4 42CD4 4140	1.7225	0.38 0.45	0.15 0.40	0.60 0.90	0.90 1.20		0.15 0.30		250 445	800 1300	570 900	13 10	
50CrV4 50CV4 6150	1.8159	0.47 0.55	0.15 0.40	0.70 1.10	0.90 1.20			V:0.10 0.20	285 395	900 1200	700 800	12 10	Haute limite élastique Bonne résistance à l'usure Bonne tenue jusqu'à 300°C
15CrMoV6 15CDV6	1.7734	0.12 0.18		0.80 1.10	1.25 1.50		0.80 1.00	V:0.20 0.30	305 410	900 1300	550 850	12 10	Haute résistance mécanique et bonne soudabilité
30NiCr11 30NC11 3435	1.5737	0.27 0.34	0.10 0.40	0.35 0.60	0.60 0.90	2.50 3.00			250 360	800 1150	550 780	12 8	Excellent compromis entre haute résistance mécanique et bonne résilience



Fiche Technique

Fonte de précision

NORME	ANALYSE CHIMIQUE								PROPRIETES MECANIQUES min.-max.				REMARQUES
	DIN AFNOR AISI	N°	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	Reste %	HB	R: MPa	R.0.2: MPa	

Aciers outils														
105WCr6 100C6 51100(SAE)	1.2419	1.00 1.10	0.10 0.40	0.10 0.40	0.80 1.10	0.90 1.10				W.1.00 1.30				Dureté supérieure à 60 HRC après traitement thermique
X210Cr12 Z200C12 O2	1.2080	1.90 2.20	0.10 0.40	0.15 0.45	11.00 12.00									Dureté supérieure à 60 HRC après traitement thermique Très bonne résistance à l'usure
90MnCrV8 90MV8 O2	1.2842	0.85 0.95	0.10 0.40	1.90 2.10	0.20 0.50					V.0.05 0.15				Bonne aptitude à la coupe et au poinçonnage
35NiCrMo16 35NCD16	1.2766	0.32 0.38	0.15 0.30	0.40 0.60	1.20 1.50	3.80 4.30	0.20 0.40							Bonne tenue aux chocs alliée à une haute résistance mécanique jusqu'à 600°C

Aciers à faible rémanance magnétique														
C10 CC10 1008	1.0301	0.12 max	0.35 max	0.50 max										14500 Gauss à 25 At/cm 17500 Gauss à 100 At/cm
RSi 5Si2		0.05 max	1.20 1.60	0.20 max										Induction équivalente mais rémanance plus faible que l'acier C10

Aciers inoxydables austénitiques															
X2CrNi18 9 Z2CN18 10 304L	1.4306	0.03 max	2.00 max	2.00 max	17.00 20.00	10.00 12.50					130	400	170	35	Très bonne résistance à la corrosion; convient Pour les applications cryogéniques
GX6CrNi18 9 Z6CN18 10 304	1.4308	0.08 max	1.00 max	2.00 max	18.00 20.00	8.00 12.00					130	450	180	30	Très bonne résistance à la corrosion oxydante jusqu'à 850°C
X2CrNiMo1810 Z2CND17 12 316L	1.4404	0.03 max	1.00 max	2.00 max	16.00 18.00	10.00 14.00	2.00 3.00				130	400	190	40	Très bonne résistance à la corrosion et bonne tenue mécanique à très basse température
GX6CrNiMo1810 Z6CND17 11 316	1.4408	0.08 max	1.00 max	2.00 max	16.00 18.00	10.00 14.00	2.00 3.00				140	500	200	35	Excellente résistance à la corrosion oxydante Convient pour l'industrie alimentaire
X10CrNiNb189 Z6CnNb18 10 347	1.4550	0.10 max	1.00 max	2.00 max	17.00 19.00	9.00 11.50		Nb>=8x%C			140	500	200	35	Destiné aux applications soudées Bonne résistance à la corrosion oxydante jusqu'à 900°C
X12CrNiS18 8 Z10CNF18 09 303	1.4305	0.15 max	1.00 max	2.00 max	17.00 19.00	8.00 10.00		S:0.15			140	500	210	35	Spécialement destiné à faciliter le décolletage
GX7NiCrMoCuNb25 20 Z3NCDU25 20	1.4500	0.08 max	1.50 max	2.00 max	19.00 21.00	24.00 26.00	2.50 3.50	Nb 8x%C Cu:1.50 2.50			130	440	180	18	Très bonne résistance aux acides forts
GX5CrNiMoNb18 10 Z6CNDNb17 12 316Cb	1.4581	0.06 max	1.50 max	1.50 max	18.00 20.00	10.50 12.50	2.00 2.50	Nb 8x%C			130	440	180	18	Destiné aux applications dans l'industrie chimique et alimentaire



Fiche Technique

Fonte de précision

NORME	ANALYSE CHIMIQUE							PROPRIETES MECANIQUES min.-max.				REMARQUES
	DIN AFNOR AISI (ASTM)	N°	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	Reste %	HB	R: MPa	

Aciers inoxydables martensitiques														
X10Cr13 Z12C13 410 (CA15)	1.4006	0.08 0.12	1.00 max	1.00 max	12.00 14.00					165 240	550 800	400 500	12 8	Résistance moyenne à la corrosion Bonne tenue à l'usure
X15Cr13 Z15C13 410 (CA15)	1.4024	0.12 0.17	1.00 max	1.00 max	12.00 14.00					180 230	650 800	450 500	18 12	Résistance moyenne à la corrosion Bonne ductilité
X20Cr13 Z20C13 420	1.4021	0.17 0.22	1.00 max	1.00 max	12.00 14.00					180 255	650 950	450 550	16 14	Résistance moyenne à la corrosion Bonne tenue à chaud
X30Cr13 Z30C13	1.4028	0.25 0.35	1.00 max	1.00 max	12.00 14.00					201 255	700 950	450 550	13 11	Résistance moyenne à la corrosion Bonne tenue à l'abrasion
X40Cr13 Z40C14 (CA40)	1.4034	0.40 0.50	1.00 max	1.00 max	12.00 14.00					215 55HRC	8 0 0	(adouci) (trempé)		Acier destiné à être utilisé pour sa trempabilité en faible épaisseur (< 10 mm)
X20CrNi17.2 Z15CN17 03 431	1.4057	0.10 0.23	1.00 max	1.00 max	15.50 17.50	1.50 2.50				215 255	800 950	600 650	14 9	Bonne tenue aux atmosphères oxydantes jusqu'à 750°C
X35CrMo17 Z10CF17 430F	1.4122	0.33 0.43	1.00 max	1.00 max	15.50 17.50		1.00 1.30			190 290	700 110 0	500 900	10 2	Haute limite de rupture Bonne résistance au fluage
X12CrMoS17 Z10CF17 430F	1.4104	0.10 0.17	1.00 max	1.50 max	15.50 17.50		0.20 0.50	S0.15 0.35		165 220	540 740	200 300	16 10	Usinabilité améliorée Faible coefficient de dilatation thermique
X5CrNiCuNb17.4 Z6CNU17 04 17 4PH	1.4542	0.07 max	1.00 max	1.00 max	15.50 17.50	3.00 5.00		CU 3.00 5.00 Ta + Nb 0.15 0.45		300 400	1050 1400	750 1250	8	Bonne tenue à la corrosion jusqu'à 480°C Bonne propriétés mécaniques dues au durcissement par précipitation structurale

Acier inoxydable austéno-ferritique														
GX3CrNiMoCu26.5 Z3CNUD26.5M A743GrCD4MCU(ASTM)	1.8429	0.04 max	1.00 max	1.00 max	24.00 26.50	4.75 8.50	1.50 2.25		Cu2.75 3.25	180	600	320	15	Meilleur compromis entre haute résistance à la corrosion et bonne résistance mécanique

Aciers réfractaires														
X12CrNi25.21 Z12CN25.20 310S	1.4845	0.15 max	0.75 max	2.00 max	24.00 26.00	19.00 22.00				150	500	210	8	Bonne résistance à la corrosion oxydante jusqu'à 1100°C
GX40CrNiSi25.20 Z40CN25.20 A608GrHK30(ASTM)	1.4848	0.30 0.50	1.50 2.50	0.50 1.50	24.00 26.00	19.00 21.00				150	450	190	8	Bonne résistance mécanique à haute température et bonne tenue aux cycles thermiques



Fiche Technique

Fonte de précision

Tableau 1: Tolérances

Cote nominale (mm)		Longueur, largeur, hauteur (mm)				Distance entre axes (mm)		Nervures
		Degré de précision				Degré de précision		Degré de précision
de	à	D1 Tolérance	D2 Tolérance	D2 Champs de tolérance	D3 Champs de tolérance	D1 Tolérance	D3 Tolérance	D1 Tolérance
	6	± 0,10	± 0,08	0,16	0,12	± 0,25	± 0,16	-0,20
6	10	± 0,12	± 0,10	0,20				
10	14	± 0,15	± 0,12	0,24				
14	18	± 0,20	± 0,14	0,28	0,18			-0,40
18	24	± 0,25	± 0,17	0,34	0,23	± 0,32	± 0,20	-0,60
24	30	± 0,30	± 0,20	0,40	0,27			
30	40	± 0,37	± 0,25	0,50	0,33	± 0,50	± 0,30	
40	50	± 0,44	± 0,30	0,60	0,39			
50	65	± 0,52	± 0,38	0,76	0,46	± 0,71	± 0,45	
65	80	± 0,60	± 0,46	0,92	0,53			
80	100	± 0,68	± 0,53	1,06	0,60	± 0,90	± 0,60	
100	120	± 0,76	± 0,60	1,20	0,66			
120	140	± 0,84	± 0,65	1,30	0,71	± 1,15	± 0,85	
140	160	± 0,92	± 0,72	1,44	0,76			
160	180	± 1,02	± 0,80	1,60	0,81			
180	200	± 1,12	± 0,88	1,76	0,86	± 1,180	1,00	
200	225	± 1,28	± 0,95	1,90	0,93			
225	250	± 1,44	± 1,05	2,10	1,02			
250	280	± 1,64	± 1,15	2,30	1,12	± 2,20	± 1,25	
280	315	± 1,84	± 1,25	2,50	1,26			
315	355	± 2,10	± 1,40	2,80	1,42	± 2,60	± 1,60	
355	400	± 2,40	± 1,60	3,20	1,60			
400	450	± 2,70	± 1,80	3,60	1,80	± 3,10	± 2,00	
450	500	± 3,00	± 2,00	4,00	2,00			

En règle générale nous travaillons avec le degré de précision D1.



Fiche Technique

Fonte de précision

Tableau 2: Surépaisseurs d'usinage

Cote maximale (mm)		Surépaisseur (mm)	
de	à	Normale	Serrée
	18	0.5	0.3
18	50		
50	80	0.8	
80	120	1.0	

Tableau 3: Tolérances de géométrie

Dimensions (mm)				
de	à	D1 (mm) Normal	D2 (mm) Premium	
0	50	± 0,25	± 0,10	Rectitude 
51	130	± 0,50	± 0,30	
131	255	± 1,00	± 0,50	
256	380	± 1,56	± 0,90	Planéité 
0	50	± 0,25	± 0,13	Equerrage 
51	130	± 0,75	± 0,25	
131	255	± 1,25	± 0,50	
256	380	± 2,00	± 0,90	
0	50	± 0,25	± 0,13	Paralléité 
51	130	± 0,75	± 0,25	
131	255	± 1,25	± 0,50	
256	380	± 2,00	± 0,90	
		± 1°	± 0,5°	Tolérance sur angle 



Fiche Technique

Fonte de précision

Spécification du produit

Pour établir un devis exact, nous avons besoin des informations suivantes:

- ! Le plan de la pièce avec indication des tolérances souhaitées. Le plan de la pièce finie est la meilleure base pour proposer la pièce de fonderie la mieux adaptée au procédé « à la cire perdue » (tolérances, surépaisseurs, forme, etc.).
- ! L'alliage et le traitement thermique souhaités avec les exigences éventuelles de dureté, de charge de rupture, etc.
- ! Les usinages et/ou traitements éventuels à réaliser par nos soins (tournage, fraisage, forage, taraudage, traitements de surface).
- ! Les critères de réception, les contrôles requis et certificats exigés.
- ! Les besoins annuels et la cadence des appels

Nous souhaitons également obtenir les informations suivantes:

- ! Les départs d'usinage et les références de contrôle.
- ! Le poids de la pièce en spécifiant s'il s'agit d'une pièce brute ou usinée.
- ! Les conditions d'utilisation de la pièce (atmosphère corrosive, hautes températures, etc.).

Tolérances des pièces coulées

„ à la cire perdue“

Les pièces de précision coulées répondent aux tolérances reprises au tableau 1 (VDG – Merkblatt P-690).

Comme pour toutes les autres méthodes de production, le prix des pièces coulées « à la cire perdue » augmente avec le resserrement des tolérances. Il est donc recommandé de ne pas fixer des tolérances plus serrées que celles indispensables aux exigences fonctionnelles de la pièce. Le degré de précision des pièces coulées dépend de la précision des outillages d'injection de cire ainsi que des dimensions et forme de la pièce.

Les pièces qui, de par leur forme, sont sujettes à des retraits contrariés, diffèrent en précision des pièces présentant des retraits non contrariés.

Le tableau 1 reprend les tolérances qu'il est possible de tenir par le procédé de coulée « à la cire perdue ».

Pour l'utilisation judicieuse de ce tableau, il est indispensable de tenir compte des points suivants :

Faces de références et points d'appui

! Les faces de référence sont les faces de départ pour la cotation des pièces (voir DIN 406).

Il est conseillé de choisir les faces de référence aussi près que possible de l'axe la pièce.

! Les points d'appui sont des points situés sur des faces d'accès facile de la pièce et qui, ultérieurement, serviront de base pour le contrôle et de départ d'usinage.

Degré de précision D1

Ces tolérances sont applicables sans restriction à toute pièce de fonderie « à la cire perdue » et peuvent être utilisées comme tolérances générales.

Degré de précision D2

Ces tolérances peuvent être appliquées sans restriction aux pièces de fonderie « à la cire perdue » dont aucune cote n'est supérieure à 100 mm. Pour les pièces ayant des cotes supérieures à 100 mm, ces tolérances peuvent uniquement être appliquées à un nombre limité de cotes importantes du point de vue fonctionnel et/ou sujettes à des retraits non contrariés ou fortement contrariés.

Degré de précision D3

Des restrictions importantes limitent l'utilisation de ces tolérances. Le champ de tolérance correspond, en fait, à la dispersion dimensionnelle rencontrée sur les pièces d'une même production. Il est donc indispensable d'apporter des corrections dimensionnelles à l'outillage après analyse des résultats obtenus sur une série d'essai.

De plus, les remarques faites au niveau de l'utilisation du degré de précision D2 doivent être prises en considération. Le degré de précision D3 ne peut donc être utilisé que pour quelques cotes fonctionnelles importantes. Comme cette précision élevée nécessite des outillages stables en acier ou en aluminium avec des mises au point coûteuses, elle ne peut se justifier que pour des séries importantes.

Distances entre axes

Les distances entre axes se rapportent à des tourillons qui impliquent toujours des retraits

contrariés difficilement prévisibles. De plus, indépendamment du degré de précision, on observe une plus grande dispersion dimensionnelle.

Tolérances géométriques

Les écarts de rectitude, de planéité, de parallélisme et de respect de profil aussi bien d'une ligne que d'une surface sont fonction de la forme de la pièce. La tolérance normalement réalisable pour ces définitions de géométrie est de 0.4% de la plus grande dimension concernée.

Surépaisseurs d'usinage

Des surépaisseurs d'usinage doivent être prévues aux endroits où les tolérances exigées ne peuvent être obtenues directement de fonderie. Ces surépaisseurs tiennent compte des écarts de planéité et de gauchissement inévitables sur pièces coulées (voir tableau 2 rubr. normale) et doivent être ajoutées aux valeurs supérieures ou inférieures du champ de tolérance suivant qu'il s'agit de cotes inférieures du champ de tolérance suivant qu'il s'agit de cotes extérieures ou intérieures. Ces surépaisseurs peuvent être réduites dans le cas où un calibrage de précision sur presse hydraulique est prévu (voir tableau 2 rubr. serrée). Cette opération implique la création d'un outillage spécifique.

Rayon intérieurs et extérieurs

Suivant les dimensions de la pièce, il est souhaitable de prévoir des rayons de 0,5 à 1,5 mm.

- ! Les rayons intérieurs dont la réalisation est peu coûteuse, améliorent les caractéristiques mécaniques de la pièce.
- ! Les rayons extérieurs augmentent les frais d'outillage d'injection et ne devraient être prescrits que s'ils sont indispensables au point de vue fonctionnel.

Trous et rainures

Les possibilités normales de réalisation de trous et rainures sont reprises au tableau 3.

L'utilisation de noyaux céramiques préformés permet la réalisation de trous et rainures plus profonds et/ou plus étroits.

Cette technique, qui implique la création d'un outillage supplémentaire et qui augmente le prix des pièces, n'est généralement intéressante que pour des séries importantes.

Rugosité

L'état de surface dépend de l'alliage utilisé, des dimensions et du poids de la pièce. La rugosité varie de Ra 3 à Ra 7 µm ce qui correspond à Rz 10 à 30 µm et aux classes N 7 à N 9.