

# Propriétés des aciers et emplois

- 5.1. Normalisation . . . . . 166
- 5.1.1. Norme DIN . . . . . 167
- 5.1.2. Aciers de construction . . . . . 167
- 5.1.3. Aciers de cémentation . . . . . 167
- 5.1.4. Aciers d'amélioration . . . . . 167
- 5.1.5. Aciers pour travail à froid . . . . . 168
- 5.1.6. Aciers pour travail à chaud . . . . . 168
- 5.1.7. Aciers pour soupapes . . . . . 169
- 5.1.8. Aciers au tungstène . . . . . 169
- 5.2. Influence des éléments d'alliages . . . . . 170
- 5.3. Tableaux des aciers: . . . . .
- 5.3.1. Aciers fins au carbone . . . . . 172
- 5.3.2. Aciers alliés de cémentation . . . . . 173
- 5.3.3. Aciers alliés d'amélioration . . . . . 174-175
- 5.3.4. Aciers de nitruration . . . . . 176
- 5.3.5. Aciers de construction pour travail à chaud . . . . . 177
- 5.4. Tableaux des aciers spéciaux: . . . . .
- 5.4.1. Aciers de décolletage . . . . . 178
- 5.4.2. Aciers pour travail à chaud . . . . . 179
- 5.4.3. Aciers pour travail à froid . . . . . 180
- 5.4.4. Aciers pour soupapes . . . . . 182
- 5.4.5. Aciers pour roulements . . . . . 182
- 5.4.6. Aciers à ressorts . . . . . 183
- 5.4.7. Aciers réfractaires . . . . . 184
- 5.4.8. Aciers rapides . . . . . 186
- 5.4.9. Aciers inoxydables . . . . . 187-188

5

**Généralités**

Le choix d'un acier aussi judicieux soit-il, ne donnera en service pleine satisfaction que si des soins ont été pris, au cours des opérations suivantes:

- **Tracé des pièces** (bureau de construction)
- **Transformation des produits en objets finis** (matricage, filage, etc...)
- **Application correcte des traitements thermiques** (trempes, revenu, cémentation, nitruration)
- **L'usinage soigné des surfaces sur lesquelles s'exercent les efforts principaux** (tournage, fraisage, meulage)

## 5. 1. Normalisation

La normalisation a pour but de grouper en un certain nombre de types les nombreuses sortes d'aciers existantes pouvant servir à un même usage, en faisant abstraction de leur origine et de leur marque commerciale. Cette limitation du nombre de type a pour conséquence de faciliter l'approvisionnement, en imposant des conditions standards.

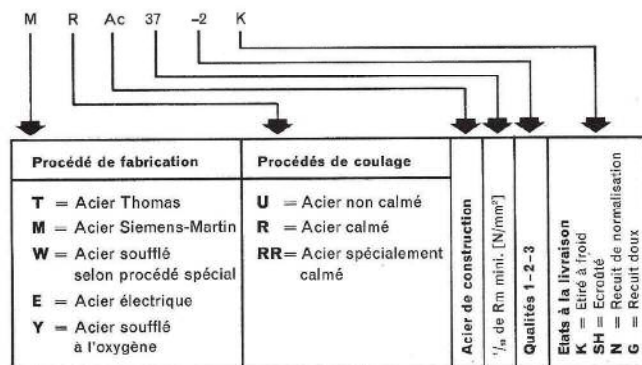
### 5. 1. 1. Normes DIN

Quelques indications pour la lecture des tableaux basés sur les normes DIN.

#### Aciers fins au carbone (page 172)

### 5. 1. 2. Aciers de construction

Exemple: **M R Ac 37-2 K**



5

### 5. 1. 3. Aciers de cémentation

Exemple: **Ck 10**

- C** = Symbole du carbone
- k** = Teneur minimum de soufre et de phosphore
- 10** = Teneur moyenne de carbone en centièmes de pour-cent

### 5. 1. 4. Aciers d'amélioration

Exemple: **C 60 V**

- C** = Symbole du carbone
- 60** = Teneur moyenne de carbone en centièmes de pour-cent (0,60)
- V** = Amélioré (traitement thermique obtenu à la livraison)

## Aciers faiblement alliés (alliages au-dessous de 5%)

Facteurs de multiplication			
4	10	100	
Chrome <b>Cr</b>	Aluminium <b>Al</b>	Carbone <b>C</b>	
Cobalt <b>Co</b>	Béryllium <b>Be</b>	Azote <b>N</b>	
Manganèse <b>Mn</b>	Bore <b>B</b>	Phosphore <b>P</b>	
Nickel <b>Ni</b>	Cuivre <b>Cu</b>	Soufre <b>S</b>	
Silicium <b>Si</b>	Molybdène <b>Mo</b>		
Tungstène <b>W</b>	Plomb <b>Pb</b>		
	Tantale <b>Ta</b>		
	Titane <b>Ti</b>		
	Vanadium <b>V</b>		

### 5. 1. 5. Aciers pour travail à froid (page 180)

Exemple: **61 Cr Si V 5**

- 61** = teneur moyenne de carbone en centièmes de pour-cent (0,61)
- Cr 5** = teneur moyenne en chrome  $\frac{5}{4} = 1,25\%$  (facteur 4)
- Si et V** = teneurs moyennes non indiquées de silicium et de vanadium dans la norme

### 5. 1. 6. Aciers pour travail à chaud (page 179)

Exemple: **21 Cr Mo V 5 11**

- 21** = teneur moyenne de carbone en centièmes de pour-cent (0,21)
- Cr 5** = teneur moyenne en chrome  $\frac{5}{4} = 1,25\%$  (facteur 4)
- Mo 11** = teneur moyenne en molybdène  $\frac{11}{10} = 1,10\%$  (facteur 10)
- V** = teneur non indiquée de vanadium dans la norme

**Aciers fortement alliés** (alliages au-dessus de 5%)

**5. 1. 7. Aciers pour soupapes** (page 182)

Exemple: **X 45 Cr Ni W 18 9**

- X** = symbole des aciers fortement alliés
- 45** = teneur moyenne de carbone en centièmes de pour-cent (0,45)
- Cr 18** = teneur moyenne 18% de chrome
- Ni 9** = teneur moyenne 9% de nickel
- W** = teneur non indiquée de tungstène

**Aciers rapides**

**5. 1. 8. Aciers au tungstène** (page 186)

Exemple: **S 10 - 4 - 3 - 10**

- S** = symbole des aciers rapides
- Ordre des alliages**
- 10** = teneur moyenne de tungstène (10%)
- 4** = teneur moyenne de molybdène (4%)
- 3** = teneur moyenne de vanadium (3%)
- 10** = teneur moyenne de cobalt (10%)

51

Tableau 5.2. Influence des éléments d'alliages

Éléments d'alliages	Déplacement de l'autocontrainte (page 127)		Déplacement des points Ac 1 - Ac 3 - Ac cm (page 127)		Déplacement des courbes (page 131)		Agnage du grain / Formation de courbes		Influence
	↑	↓	↑	↓	↑	↓	+	-	
<b>SOUFRE</b> S					non				Diminue La ductilité
<b>PHOSPHORE</b> P						non			Le longement La résistance aux chocs
<b>SILICIUM</b> Si						non	non		La solubilité du carbone La soudabilité
<b>MANGANESE</b> Mn					oui	oui			L'usabilité Le pourcentage de transformation (3-12% de Mn, l'acier, reste austénitique)

Éléments	↑	↓	oui	La résistance à la fatigue La résistance à la corrosion La trempabilité	La vitesse de grossissement du grain Le danger de surchauffe
<b>NICKEL</b> Ni	↑	↓	oui		La déformation à la trempe «aciers indéformables»
<b>CHROME</b> Cr	↑	↓	oui	La résistance Rm La résistance à l'usure La résistance à la corrosion La capacité de coupe La pénétration de trempe	Le longement La forgeabilité
<b>MOLYBDÈNE</b> Mo	↑	↓	oui	La résistance Rm La résistance à la fatigue La résistance au revenu La dureté La trempabilité	L'alignement La forgeabilité
<b>TUNGSTÈNE</b> W	↑	↓	oui	La résistance à l'usure La dureté La capacité de coupe L'insensibilité à la surchauffe Les qualités magnétiques	
<b>VANADIUM</b> V	↑	↓	oui	La résistance au chaud La résistance à la fatigue La résistance aux chocs La trempabilité La limite élastique Re	
<b>COBALT</b> Co	↑	↓		La perméabilité magnétique	

51

Tableau 5.3.1. Aciers fins au carbone

Catégories	DIN	Matière N°	Analyse	HB recuit	Rm N/mm²	HRC revenu	K d/cm²	Usinabilité	Généralités		
									Recuit	Usinabilité	
Aciers de construction	Ac 37-2	1.0034	C 0.12	110	330-410	—	—	—	Aux essais: La dureté et la résistance à la traction augmentent avec le pourcentage de carbone. Le pourcentage d'allongement diminue avec l'augmentation de carbone. Aux traitements thermiques: Faible pénétration de trempe. Grand vissage critique (requis de tapures) pour les pièces de diamètre de plus de 100 mm. Ces aciers ne sont généralement employés qu'à l'état brut ou recuit, pour des pièces peu sollicitées. Meilleurs de chocs, achives à cannes, arbres de moteurs, broches, manivelles, clavettes, leviers, douilles, pièces filetées, endroquets, etc... Plèces soumises à des efforts modérés, à surface dure et lustrée. Acier, outils pour machines à coudre et à écrire.	Les caractéristiques sont obtenues par trempe et revenu (900 à 600 °C, 1 min).	Acquiescent par la trempe une zone superficielle très dure mais de faible épaisseur
	Ac 45	1.0040	C 0.45	130	390-440	—	—				
	Ac 50-2	1.0045	C 0.50	130	410-480	—	—				
	Ac 50-2	1.0050	C 0.45	130	410-480	—	—				
Aciers de cimentation	Ck 10	1.1121	C 0.10	—	400-780	—	120	—	Plèces travaillant sous faible charge. Arbres, broches, accouplements, vils, arbres cannelés, porte-fraisiers, raccords et bagues filetés, bagues extensibles, etc...	Cisailles, poinçons, matrices, outils tranchants, limes, acies, Outils à travailler le bois	
	Ck 15	1.1141	C 0.15	—	590-560	—	70	—			
Aciers d'antialloration	Ck 22	1.1151	C 0.22	—	Trançé 400-730	—	80	—	Plèces travaillant sous faible charge. Arbres, broches, accouplements, vils, arbres cannelés, porte-fraisiers, raccords et bagues filetés, bagues extensibles, etc...	Cisailles, poinçons, matrices, outils tranchants, limes, acies, Outils à travailler le bois	
	Ck 33	1.1151	C 0.33	—	590-730	—	80	—			
	Ck 45	1.1151	C 0.45	—	690-840	—	40	—			
	Ck 60	1.1221	C 0.60	—	740-980	—	—	—			
Aciers à outils (Acier argent)	C 80 W1	1.1552	C 0.80	130	Recuit 600	—	—	—	Cisailles, poinçons, matrices, outils tranchants, limes, acies, Outils à travailler le bois		
	C 110 W2	1.1554	C 1.10	200	600	—	—	—			
	C 125 W2	1.1554	C 1.25	210	680	—	—	—			



Tableau 5.3.2. Aciers alliés de cémentation

Catégories	DIN	Matériau N°	Analyse %	Après cémentation à cœur		HB
				Rm N/mm²	K J/cm²	
Chrome	15 Cr 3	1.7015	C 0.15 Cr 0.85	890	70	118
				1030		174
Chrome-Nickel	14 Ni Cr 11	1.6792	C 0.15 Cr 1.20 Ni 3.50	880	90	170
				1380		230
Chrome-Molybdène	18 Cr Ni 8	1.6920	C 0.18 Cr 1.05 Ni 2.00	1000	50	170
				1470		235
Chrome-Molybdène	15 Cr Mo 5	1.7282	C 0.15 Cr 1.30 Mo 0.25	640	60	170
				1180		207
Chrome-Molybdène	20 Cr Ni 5	1.7284	C 0.20 Cr 1.20 Mo 0.25	780	40	179
				1370		217
Manganèse-Chrome	20 Mn Cr 6	1.7147	C 0.20 Mn 1.50 Cr 1.15	780	40	170
				1370		217
Manganèse-Chrome	16 Mn Cr 5	1.7131	C 0.16 Mn 1.10 Cr 1.10	640	60	140
				1180		207
Nickel-Chrome-Molybdène	17 Cr Ni Mo 6	1.6657	C 0.15-0.19 Cr 1.50-1.30 Ni 1.40-1.70 Mo 0.25-0.35	800	60	169
				1480		239

5

**Généralités**  
Les aciers de cémentation sont utilisés pour pièces de construction devant présenter, à côté des caractéristiques mécaniques requises pour le noyau, une dureté superficielle supérieure; en outre on leur demande souvent une limite de fatigue élevée.

Pour pièces de construction soumises à des exigences extraordinaires, même en cas de fortes sections, surtout où une résistance du noyau est nécessaire, on a une haute résistance à la fissure de la coque cémentée sont demandés.  
Engrenages de changement de vitesses, vis sans fin, croix de différentiel et de cardan, engrenages à rendement maxima, pour la construction d'arbres et de camions, ainsi que pour la mécanique générale.

Pour éléments de construction soumis à des efforts élevés de tous genres en construction automobiles, roues dentées, engrenages de changement de vitesses, arbres à cames, pièces de l'appareil de direction, etc...

Axes, engrenages, pistons, leviers de direction, pièces de sécurité, pièces devant présenter une bonne résistance aux chocs, etc...

Tableau 5.3.3.

Catégories	DIN	Matériau N°	Analyse %	Traité		Soudabilité
				Rm N/mm²	K J/cm²	
Chrome	41 Cr 4	1.7035	C 0.41 Cr 1.00	780	50	
				1180	80	
Chrome-Vanadium	50 Cr V 4	1.8151	C 0.50 Cr 1.05 V 0.10	980	30	
				1570	80	
Chrome-Molybdène	42 Cr Mo 4	1.7225	C 0.42 Cr 1.05 Mo 0.20	780	50	non
				1270	80	
Chrome-Molybdène	25 Cr Mo 4	1.7218	C 0.25 Cr 1.05 Mo 0.20	640	70	oui
				1080	80	
Chrome-Molybdène-Vanadium	33 Cr Mo V 9	1.7707	C 0.30 Cr 2.50 Mo 0.20 V 0.15	630	50	non
				1270		
Nickel-Chrome	31 Ni Cr 14	1.5755	C 0.31 Ni 3.50 Cr 0.75	780	80	non
				1080	90	
Nickel-Chrome	35 Ni Cr 18	1.5864	C 0.35 Ni 4.50 Cr 1.30	1080	50	non
				1270	80	
Chrome-Nickel-Molybdène	36 Cr Ni Mo 1	1.6511	C 0.36 Cr 1.05 Ni 1.05 Mo 0.20	780	60	non
				1275	70	
Chrome-Nickel-Molybdène	30 Cr Ni Mo 8	1.6580	C 0.30 Cr 1.95 Ni 1.95 Mo 0.40	980	50	non
				1420	70	
Chrome-Nickel-Molybdène	34 Cr Ni Mo 5	1.6582	C 0.34 Cr 1.55 Ni 1.55 Mo 0.20	890	60	non
				1370	85	
Manganèse	40 Mn 4	1.1157	C 0.40 Mn 1.00	690	50	non
Manganèse-Silicium	37 Mn Si 5	1.5122	C 0.37 Mn 1.20 Si 1.20	780	30	non
				1180	80	

d'amélioration

Généralités
Les aciers de traitement alliés sont utilisés pour les échelons les plus divers de résistance. Le traitement améliorant: ce traitement consiste en une trempe (refroidissement brusque) suivie d'un revenu (environ 530° à 570°) pour une résistance à la traction donnée.
Acier spécial de boulonnerie pour métillage à froid et à chaud. Se prête à la trempe de surface autogène et par induction. <b>Tendance à la fragilité de revenu</b>
Pièces de construction fortement sollicitées, essieux, arbres, etc. Se prête à la trempe de surface autogène et par induction. <b>Tendance à la fragilité de revenu</b>
Pour la construction d'avions, d'automobiles et de machines fortement sollicitées, vilebrequins, fusées d'essieux, leviers de direction, bielles, arbres d'essieux, essieux de tramways, arbres de générateurs électriques, broches de perceuses, tiges de pompes. <b>Sans tendance à la fragilité de revenu</b>
Spécialement pour pièces de grandes dimensions et de grande résistance pour la construction d'avions et d'automobiles, pièces d'engrenages fortement sollicitées, etc... <b>Sans tendance à la fragilité de revenu</b>
Même emploi que l'acier 35 Cr Ni Mo 4 — 30 Cr Ni Mo 8 — 34 Cr Ni Mo 6
Pour pièces de dimensions moyennes très fortement sollicitées, d'une résistance élevée aux chocs. Se prête également à la trempe à l'air. <b>Tendance à la fragilité de revenu</b>
Pièces soumises à la torsion alternée, à la flexion et aux chocs répétés pour la construction de moteurs d'avions et d'automobiles, vilebrequins, bielles, arbres d'engrenages, arbres de pont AR, fusées d'essieux, arbres de cardans, pièces de direction, construction mécanique, arbres de commandes, accouplements, leviers, etc... <b>Sans tendance à la fragilité de revenu</b>
<b>Aciers recommandés plus tenaces et moins sensibles à la fragilité de revenu</b>
Pièces de construction de faibles sections, essieux, arbres, tiges de pompes, boulons, vis, écrous. <b>Tendance à la fragilité de revenu</b>
Pour pièces de haute résistance à l'usure et fortement sollicitées, vilebrequins, roues d'engrenage, boulons, vis, etc... <b>Tendance à la fragilité de revenu</b>

5

Tableau 5.3.4. Aciers de nitruration

DIN	Matériau N°	Analyse %	HB	Rm N/mm²	K J/cm²	Dureté de la couche nitrurée	Généralités
34 Cr Al 6	1.8504	0.34 C 1.50 Al 1.00	217	780	60	900	Pièces pour la construction de machines textiles, galets, etc. Pièces pour la résistance à chaud, des arbres de robinetterie de vapeur surchauffe, etc.
34 Cr Al S 5 Acier pour automobiles	1.8506	0.34 C 1.50 Cr 0.25 S 0.05	217	930	—	900	<b>Autres emplois</b> Roues et couronnes dentées
34 Cr Al Mo 5 Pièces de faible section	1.8507	0.34 C 1.00 Cr 1.05 Mo 0.20	248	780	60	800	Arbres-vilebrequins et arbres à cames Pistons et tiges de piston
31 Cr Mo V 9 Pièces de grandes exigences	1.8519	0.31 C 2.50 Cr 1.05 V 0.15	248	1080	1230	750	Pièces pour pompes à huile d'automobiles Tige de soupape
34 Cr Al Ni 7 Pour des pièces d'un diamètre supérieur à 70 mm	1.8550	0.34 C 1.70 Al 1.00 Ni 1.00	245	1470	50	800	Glaçebros Chemises ou cylindres Broches de rectifieuses Outils de mesure, jauges, calibres, etc.



Tableau 5.3.5. Aciers de construction pour travail à chaud

Catégorie	DIN	Matière N°	Analyse %	Rm N/mm²	K/CM²	HB	Résistance au fluage N/mm²		Généralités
							Durée en heures	Température °C	
Aciers faiblement alliés	15 Mo 3	1.5415	C 0,15 Mo 0,3	450 550	70 170	130 170	10 000 100 000	177 103	700 900
	24 Cr Mo 5	1.7258	C 0,25 Cr 1,10 Mo 0,25	600 750	80 220	175 220	10 000 100 000	177 118	—
	24 Cr Mo V 5 5	1.7133	C 0,25 Cr 1,30 Mo 0,55 V 0,15	700 850	80 250	205 250	10 000 100 000	284 191	—
Aciers fortement alliés	21 Cr Mo V 5 11	1.8070	C 0,18 Cr 1,35 Mo 1,73 V 0,30	880 980	30 250	205 250	10 000 100 000	384 211	—
	X 18 Cr Mo 12 1	1.4160	C 0,17 Cr 11,50 Mo 1,00	700 850	70	—	10 000 100 000	177 118	60 36
Aciers austénitiques	X 20 Cr Ni Mo V 12 1	1.4922	C 0,20 Cr 12,00 Ni 10,00 Mo 1,00 V 0,30	700 850	70	—	10 000 100 000	191 127	103 59
	X 20 Cr Mo W V 12 1	1.4935	C 0,20 Cr 12,00 Mo 1,00 W 0,50 V 0,30	780 880	100 270	—	10 000 100 000	205 167	106 59
Aciers	X 8 Cr Ni Mo 16 13	1.4981	C 0,08 Cr 18,00 Ni 10,00 Mo 1,00	590 700	150	—	10 000 100 000	215 147	137 44
	X 8 Cr Ni Mo Nb 16 16	1.4981	C 0,08 Cr 18,50 Ni 10,50 Mo 1,00 Nb 0,10	590 690	150	—	10 000 100 000	225 132	83 44

51

Tableau 5.3.5.

Tableau 5.4.2. Aciers pour travail à chaud

DIN	Matière N°	Analyse %	HB	HRC	Rm N/mm²	Usinabilité	Emplois principaux		Généralités
							Matrices de forgeage	Matrices à froid	
X 30 W Cr V 4 1	1.2564	C 0,30 W 4,00 Cr 0,20 V 0,20	231	38 50	1200 1500	B	X	X	Matrices de forge — matrices et poinçons de perforation à chaud — lames de cisailles à chaud — outils d'ure — résistance jusqu'à 1.600 N/mm², etc... L'arrosage à l'eau peut s'effectuer avec précaution
X 30 W Cr V 9 3	1.2631	C 0,30 W 6,50 Cr 0,20 V 0,40	250	38 50	1200 1700	B	X	X	Pour matrices à chaud à grand rendement pour la fabrication de vis et autres pièces de machines (écrous, boulons, etc...) — machines de forge — bouteilles, etc...
X 37 Cr Mo W 5 1	1.2696	C 0,37 Cr 3,50 Mo 0,30 W 1,30	231	38 50	1300 1700	B	X	X	Acier particulièrement recommandé pour une température de travail de 550° environ. Moules pour la fonte injectée d'aluminium et alliages — machines à laminer les tôles à chaud — etc...
55 Ni Cr Mo V 6	1.2713	C 0,55 Ni 5,00 Cr 0,70 Mo 0,30 V 0,10	240	30 41 51	860 1300 1800	B	X	X	Acier spécial pour matrices de forge dont la résistance peut aller, selon leurs dimensions, jusqu'à 1.600 N/mm² Poinçons de presse à froid les métaux, etc...

51

Tableau 5.4.2.

Tableau 5.4.1. Aciers de décolletage

Catégories	DIN	Matière N°	Analyse %	HB	Rm N/mm²	Généralités
Acier de concentration	10 S 20	1.0721	C 0,10 S 0,20	149 159	360 500	Aciers pour grands vitesses de coupe, non trempés, non trempables, se prêtent particulièrement bien pour la fabrication de vis, écrous, de pièces spéciales ne sont pas demandés.
Aciers pour amélioration	35 S 20	1.0726	C 0,35 S 0,25	192 197	480 600	Acier calé, il possède après la décarbonation une ténacité remarquable et s'utilise pour des pièces telles que vis, boulons, axes, etc...
Acier trempable	45 S 20	1.0727	C 0,45 S 0,25	229 250	590 750	Pièces de mécanique soumises à de plus gros efforts.
Acier de décolletage classique	60 S 20	1.0728	C 0,60 S 0,25	270 280	660 860	Pour des pièces dans l'industrie de l'horlogerie, axes, vis, pignons, etc...
Aciers de décolletage inoxydables	9 S Mn Pb 20	1.0718	C 0,14 S 0,27 Mn 1,10 Pb 0,20	159 170	380 570	Acier semi-calé, non trempable. Très grandes vitesses de coupe pour la fabrication de vis, écrous, de pièces spéciales dans tous genres, mais il est recommandé pour les pièces à petits diamètres.
	X 12 Cr Mo S 17	1.4104	C 0,12 Cr 16,5 Mo 0,25 S 0,08	190 235	700 850	Acier ferritique, sa liaison très bien usinée. Pour résister à la corrosion l'acier doit subir un polissage. Il est employé pour la fabrication de vis, rivets, pièces détachées d'appareils, d'articles ménagers, etc...
Aciers de décolletage	X 12 Cr Ni S 13 8	1.4305	C 0,15 Cr 10,00 Ni 13,00 S 0,15	130 180	500 700	Acier austénitique, se laisse très bien usiner. L'acier se prête à la fabrication de pièces d'appareils de cuisine, d'outils, appareils de l'industrie alimentaire.

Tableau 5.4.1.

Tableau 5.4.3. Aciers pour travail à froid

DIN	Matière N°	Analyse %	HB	HRC	Rm N/mm²	Usinabilité	Emplois principaux		Généralités
							Matrices de forgeage	Matrices à froid	
C 125 W 2	1.1665	C 1,25 W 2,00	210	65	54 62		X	X	La dénomination « Aciers pour travail à froid » est donnée à tous les aciers destinés à la fabrication d'outils qui ne subissent aucun échauffement en cours de travail.
140 Cr 3	1.2008	C 1,30 Cr 0,50	235	66	66		X	X	Acier pour la fabrication de limes.
100 Cr 6	1.2067	C 1,00 Cr 1,50	211	64	66 64	TB	X	X	Acier spécial caractérisé par sa bonne résistance à l'usure et sa bonne aptitude au travail au bois — Petites poinçons et matrices d'horlogerie.
X 210 Cr 12	1.2080	C 2,10 Cr 12,00	251	63	58 63	B	X	X	Acier auto-tempant et indéformable — Matrices et poinçons à rouler les fils de câbles — Outils à bois — Lames de scalpel — Alésages, etc.
125 Cr S 5	1.2109	C 1,25 Cr 0,20 S 0,20	230	64	58 64	TB	X	X	Acier pratiquement indéformable, ténacité remarquable et haute résistance à l'usure — Etrépeurs de trappe à froid pour cadrans de montres, médailles, blouterie, etc.
115 Cr V 3	1.2210	C 1,15 Cr 0,70 V 0,10	211	64	58 64	TB	X	X	Acier acier allié — Acier standard pour tous usages.
61 Cr Si V 5	1.2643	C 0,61 Cr 1,20 Si 0,90 V 0,10	217	62	45 62	TB	X	X	Son alliage particulier favorise la trempe bainitique — Pièces de machines fortement sollicitées.
105 W Cr 3	1.2419	C 1,05 W 2,00 Cr 1,00	225	65	54 62	TB	X	X	Acier indéformable — Matrices à papier — Jauges — Celliers — Moules pour les plastiques, etc.

Tableau 5.4.3.







Tableau 5.4.7.

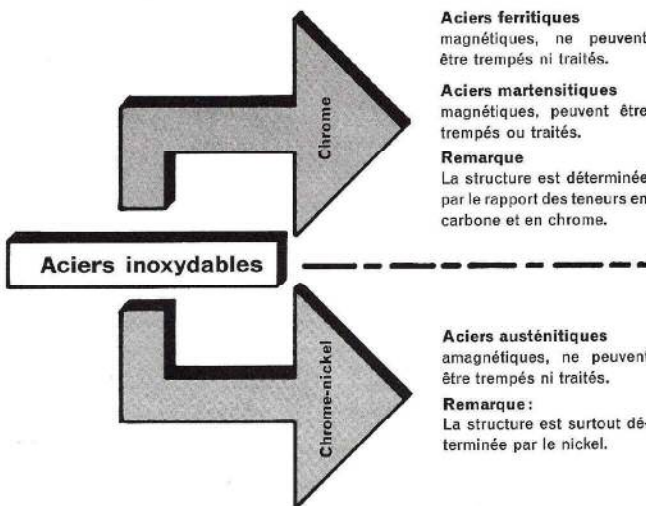
<p><b>Généralités</b> Les aciers réfractaires au feu ont réussi, en beaucoup de cas, à remplacer les matériaux de construction en céramique, qui jusqu'à ce temps étaient les seuls à résister à des températures élevées.</p>
<p><b>Classification</b> Suivant leur structure, les aciers réfractaires se divisent en trois groupes.</p>
<p><b>Aciers austénitiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ils conservent invariablement leur structure austénitique à toutes les températures</li> <li>Excellente aptitude au façonnage, notamment à la température ambiante</li> <li>Haute résistance mécanique à chaud, respectivement grande capacité de charge</li> <li>Résistance élevée à la formation de calamine en atmosphère oxydante</li> <li>Bonne soudabilité</li> <li>Une certaine sensibilité aux gaz sulfureux</li> </ul>
<p><b>Aciers austéno-ferritiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>M meilleure aptitude au façonnage par rapport à celle des aciers ferritiques, mais n'atteint pas celle des aciers austénitiques</li> <li>Résistance mécanique à chaud, respectivement capacité de charge moins élevée</li> <li>Haute résistance à la calamine</li> <li>M meilleure ténacité à l'état soudé, par rapport aux aciers ferritiques, cependant moins bonne que celle des aciers austénitiques</li> </ul>
<p><b>Aciers ferritiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Déformation limitée à la température ambiante</li> <li>Résistance élevée à la calamine</li> <li>Bonne résistance contre l'attaque de gaz sulfureux</li> <li>Ténacité réduite à l'état soudé</li> <li>Résistance mécanique à chaud, respectivement capacité de charge moins élevée</li> </ul>
<p><b>Emplois:</b> Châssis de cimentation — tubes de trempe — plaques de renforcement pour roues — pots, tubes, caisses et cloches de recuit — garnitures pour fours rotatifs (rubans, rails, chaînes) — récipients pour moulature — ventouseurs —</p>

57

Tableau 5.4.8.

**Aciers rapides**

Catégories	DIN	Matière N°	Analyse %	HB recuit	HRC suivant revenu	Usinabilité	Caractéristiques	
							Emplois	Matériaux d'usinage
Aciers au tungstène	S 18-0-1	1.3285	C 0,80 W 18,50 Mo 0,1 V 1,00	240 300	64	M	Outils de tous genres — couteaux à bricoler, mèches, hélicodales —	Excellente ténacité — Bonne aptitude au meulage
	S 18-1-2-5 W-M-V-®	1.3285	C 0,80 W 18,50 Mo 0,80 V 1,70 Co 5,00	240 300	64	M	Outils soumis à de gros efforts — couteaux à bricoler, mèches, hélicodales —	Excellente ténacité — Bonne aptitude au meulage
	S 18-1-2-10	1.3285	C 0,75 W 18,50 Mo 0,8 V 1,70 Co 10,00	240 300	64	M	Outils de tous genres pour des conditions de travail particulièrement difficiles (géométries, etc.)	Excellente ténacité — Bonne aptitude au meulage
Aciers au molybdène	S 10-4-9-10	1.3207	C 1,20 W 9,50 Mo 4,00 Ni 0,50 Co 10,00	240 300	65	M	Outils soumis à de gros efforts — couteaux à bricoler, mèches, hélicodales —	Excellente ténacité — Bonne aptitude au meulage
	S 6-5-2	1.3348	C 0,80 W 6,70 Mo 3,20 V 2,00	205 280	64	M	Outils soumis à de gros efforts — couteaux à bricoler, mèches, hélicodales, etc.	Excellente ténacité — Bonne aptitude au meulage
	S 2-9-1	1.3346	C 0,80 W 2,00 Mo 3,30 V 1,00	225 280	64	M	Outils soumis à de gros efforts — couteaux à bricoler, mèches, hélicodales, etc.	Excellente ténacité — Bonne aptitude au meulage
	S 6-5-3	1.3344	C 1,20 W 6,50 Mo 3,00 V 3,00	230 280	64	M	Fraisés de grand diamètre, lègues exposés à de gros efforts, roueuses à l'acier, etc.	Résistance maximum à l'usure



57

**Aciers inoxydables**

Structure	DIN	Matière N°	Analyse %	HB	Rm N/mm²	Usinabilité				Généralités
						Emboutissage	Facilage à froid	Soudabilité	Entretien de copeaux	
Martensitique	X 10 Cr 13	1.4006	C 0,10 Cr 13,00	140 180	550 700	M	M	B	B	Les aciers inoxydables et résistants aux acides sont des alliages d'acier présentant une résistance aux attaques atmosphériques et à l'action de certains acides organiques et inorganiques. Ils sont caractérisés par la présence en grande quantité de Cr, sans qu'il y ait d'autres éléments en plus petite quantité, le Mo, Mn, Co, Ti, Nb, Cu et S.
	X 20 Cr 13	1.4021	C 0,20 Cr 13,00	230 275	800 950	M	M	B	B	Batteries de cuisine — Garnitures — Instruments médicaux — Canons de fusils de chasse — Gouberite — Rivets — Pièces de pompes — Stages de soupape, etc.
	X 40 Cr 13	1.4034	C 0,40 Cr 13,00	225	800	—	—	B	B	Pièces de moulage tels que: hélices de navire, roues et godets pour turbines — Pièces forgées, arbres, boulons, etc. — Garnitures — Stages de soupape
	X 35 Cr Mo 17	1.4122	C 0,35 Cr 16-17,5 Mo 1-1,50	225 275	780 930	—	—	B	B	Durée élevée et bonnes propriétés de coupe; instr. de mesure de précision — Pièces de machines — Pièces de glorieux de turbines hydrauliques — Pieds à coulisages...
	X 22 Cr Ni 17	1.4057	C 0,22 Cr 16-17,5 Ni 2,0	275	950	—	—	B	B	Acier inoxydable à l'usage de mer; il possède en outre une bonne résistance à chaud — Pièces de machines et de construction devant posséder une haute résistance et des pièces devant posséder une bonne résistance à chaud
	X 8 Cr Mo 17	1.4113	C 0,07 Cr 16-17,5 Mo 0,8-1,2	130 180	450 550	—	—	B	B	Pièces pour la construction automobile d'une haute résistance à la corrosion.
Ferrite + Martensite	X 12 Cr Mo S 17	1.4104	C 0,12 Cr 16-17,5 Mo 0,25 S +	160 210	550 700	—	—	—	TB	Usinabilité très facile, convient excellentement au décolletage — Vis et écrous, etc.
	X 8 Cr 17	1.4016	C 0,08 Cr 15,5-17,0	130 170	450 600	B	B	B	B	Réservoirs — Ferrures, portes et fenêtres — Réacteurs de compteurs — Batteries de cuisine — Cultirs, etc.

		Fertile		Austénite		Amagnétique	
X 8 Cr Ti 17	1.4510	C 0,08 Cr 17,0-18,5 Ti +	130 600	450 600	B B	B B	Résistant contre la corrosion intercrystalline Becs, etc... Appareils résistants aux acides chimiques indiguéses. Sulfate d'ammoniac bouillant - Acide borique bouill- lant - Chlorure de soufre froid - Révélateur photo- graphique - Vinaigre et acide acétique froids et bouillants à chaud - Eau oxygénée - Trichloroéthylène froid et bouillant - Acides, cinqus.
X 8 Cr Mo Ti 17	1.4563	C 0,08 Cr 15,5-18,0 Mo 1,60-1,8 Ti +	140 640	440 640	B B	B B	Poignées et ferrures de portes et fenêtres - Mirrors en acier inoxydable - Instruments de chirurgie - Crochets et rails à viande - Instruments de chirurgie - Sièges de souppes, etc...
X 12 Cr Ni 18 8	1.4500	C 0,12 Cr 17,5-19,0 Ni 8,0-9,0	130 690	490 690	B B	TB TB	Pour toute les emplois demandant la meilleure aptitude au façonnage - Ustensiles et appareils pour l'industrie chimique - Pièces de construction pour réacteurs nucléaires
X 8 Cr Ni 18 9	1.4301	C 0,05 Cr 17,5-19,0 Ni 9,0-10,0	130 700	500 700	TB TB	TB TB	Crochets à viandes - Ecrous, contre-écrous - Vis à bielles, etc...
X 10 Cr Ni Ti 18 9	1.4541	C 0,1 Cr 17,5-18,5 Ni 9,0-10,0 Ti +	130 690	500 700	B B	TB TB	Ustensiles et appareils pour l'industrie chimique et alimentaire...
X 12 Cr Ni S 18 8	1.4305	C 0,05 Cr 17,5-19,0 Ni 8,0-9,0 S	130 690	500 700	-	B TB	Acier pour conduite d'eau résiduaire - Armatures pour l'industrie de la cellulose - Alambres pour la distillation - Gicleurs résistants aux acides - Escelles à révélateur - Arbres et vis résistants aux acides - Clous et vis chirurgicaux pour ostéosynthèse...
X 8 Cr Ni 18 10	1.4306	C 0,03 Cr 18,0 Ni 11,0	130 690	450 700	TB TB	TB TB	
X 8 Cr Ni Mo 18 12	1.4436	C 0,05 Cr 17,0-18,5 Ni 11,0-12,5 Mo 2,0-2,8	130 700	500 700	B TB	TB TB	
X 5 Cr Ni Mo Cu Nb 18 18	1.4505	C 0,05 Cr 17,0-18,5 Ni 19,0-20,5 Mo 2,0-2,8 Cu 2,00 Nb +	130 740	490 740	B B	TB TB	

5