

Master I (FMP) : UEF : Coupe des métaux - 2**Chapitre III.B : L'Usinabilité des matériaux****SOMMAIRE****USINABILITE DES MATERIAUX**

- 2 Aciers
- 3 Aciers inoxydables
- 4 Fontes
- 5 Aluminium et magnésium
- 6 Cuivre et alliages
- 7 Alliages de titane et alliages de nickel
- 8 Matériaux durs > 45 HRC
- 9 Matériaux non-métalliques
- 10 Usinabilité des matériaux durs par rapport aux matériaux ductiles
- 11 Matériaux et usinabilité

USURE, GLOSSAIRE, DURETE

- 12 Modes de dégradation des outils
- 13 Types d'usure
- 14 Modes de dégradation et types d'usure
- 15 Modes de dégradation et vitesse de coupe
- 16 Usure et durée de vie d'outil
- 17 Glossaire multilingue – Usinage et outils
- 18 Glossaire multilingue – Matériaux
- 19 Glossaire multilingue – Symboles
- 20 Comparaisons de duretés

**LE CONSEIL DE
L'OUTILLEUR**

*Les outils en acier
rapide sont le choix
le plus polyvalent
pour l'usinage
des aciers !*

**Aciers doux
< 550 Mpa**

Incluant les aciers au carbone resulfurés et au phosphore contenant moins de 0,65% de manganèse, 0,60% de silicium et 0,60% de cuivre. Les aciers magnétiques et les aciers au plomb sont également inclus.

- Utilisation : appareils magnétiques et électriques ainsi que de nombreuses autres applications.
- Excellente usinabilité.

**Aciers de construction
et aciers au carbone
< 850 Mpa**

- Utilisation : bâtiment, ponts, arbres machines, axes, vis, écrous, bielles, engrenages, éléments de structure, maillons de chaîne, pièces cémentées et pièces obtenues par déformation à froid.
- Bonne usinabilité.

Aciers alliés

Contiennent du manganèse, du silicium, du nickel, du chrome, du molybdène.

- Utilisation : roulements, pièces de machines, axes, engrenages, récipients sous pression, chaînes, outils à main, machines agricoles et camions.
- Bonne usinabilité générale pour les aciers alliés < 850 MPa. Usinabilité plus difficile quand la dureté augmente.



**LE CONSEIL DE
L'OUTILLEUR**

*L'excellente acuité
des arêtes de
coupe des outils en
acier rapide permet
d'éviter
l'écrouissage dans
les aciers
inoxydables*

**Les aciers inoxydables
ferritiques de décolletage**

Ont une structure ferritique, avec parfois des carbures de chrome dans la matrice.

Ne contiennent pas de nickel, peu de carbone, et ne sont pas durcissables

- Utilisation : électronique, échappement automobile, matériel de manutention, réservoirs d'eau chaude.
- Mauvaise usinabilité

Aciers austénitiques

Procurent une grande résistance à la corrosion.

Aciers inoxydables les plus utilisés.

- Utilisation : électronique, industrie pharmaceutique, chimique, industrie alimentaire, bâtiment.
- Usinabilité difficile comparée aux aciers inoxydables ferritiques et martensitiques. Possèdent une grande résistance aux hautes températures, écrouissables, demandent des machines-outils robustes. De faibles vitesses de coupe et de grandes avances sont recommandées.

**Aciers inoxydables
austéno-ferritiques,
ferritiques, martensitiques,
et aciers inoxydables à
durcissement structural**

- Applications : marine, usines de dessalinisation, échangeurs de chaleur et usines pétrochimiques, pièces de structure.
- Bonne usinabilité pour les aciers à basse teneur en carbone et en chrome. Mauvaise pour les aciers martensitiques à haute teneur en carbone, à cause de leur haut pouvoir abrasif.

**LE CONSEIL DE
L'OUTILLEUR**

*Utilisez des outils en
acier rapide revêtu
TiAlN pour usiner les
fontes et ainsi éviter
les écaillages sur
pièces lorsque l'outil
sort de la matière*

Fonte grise (fonte à graphite lamellaire)	Fonte ductile	Fonte traitée
<p>Fonte de base à faible coût.</p> <ul style="list-style-type: none">• Utilisation : tambours de freins, blocs-cylindres, corps de vanne, bâtis de machines.• Excellente usinabilité.	<p>Présente la résistance la plus élevée, en concurrence avec les aciers de construction dans les applications automobiles.</p> <ul style="list-style-type: none">• Utilisation : arbres à cames, vilebrequin, etc.• Excellente usinabilité.	<ul style="list-style-type: none">• Utilisation : engrenages.• Mauvaise usinabilité



**LE CONSEIL DE
L'OUTILLEUR**

*Utiliser des outils en
acier rapide permet
de prévenir la
formation d'arêtes
rapportées lors de
l'usinage d'alliages
d'aluminium et
de produire
des copeaux épais
dans le magnésium
en toute sécurité.*

**Aluminium
non allié**

L'aluminium pur ($\geq 99\%$ Al) montre d'excellentes qualités de formabilité et de résistance à la corrosion.

- Utilisation: réservoirs, industrie chimique, équipements pour la marine, ustensiles de cuisine, charpente, emboutissage
- Excellente usinabilité mais avec formation de copeaux longs et collants.

**Alliages
d'aluminium**

Grande résistance mécanique et bonne résistance à la corrosion atmosphérique.

- Utilisation : applications structurales en aéronautique, tubes et fixations, équipements hydrauliques, cycles et motocycles.
- Usinabilité : bonne à excellente, dépendant du traitement thermique. Plus facile avec les duretés élevées.

**Alliages
d'aluminium
5 % < Si < 10%**

Alliages les plus largement utilisés pour la fonderie sous pression.

- Utilisation : culasse, cylindre, carter pour l'automobile et l'aéronautique, corps de bâtis, décoration.
- Bonne usinabilité

**Alliages
d'aluminium
Si > 10%**

Alliages de forge et coulés sous pression.

- Utilisation : tambours de frein, poulies, chemises de cylindre, pistons forgés, pièces de fonderie complexes
- Usinabilité correcte, mais moins bonne lorsque la teneur en silicium augmente

Magnésium

Plus léger que l'aluminium

- Utilisation : châssis d'ordinateur, outils portatifs, carters automobiles.
- Bonne usinabilité, mais nécessité de produire des copeaux épais pour éviter tout risque d'incendie.

LE CONSEIL DE L'OUTILLEUR

Ayez confiance dans la fiabilité des outils en acier rapide pour l'usinage des alliages de cuivre

Cuivre pur

- Utilisation : électrodes d'électro-érosion, composants électriques.
- Bonne usinabilité mais collant.

Alliages de cuivre

Laiton (5-45 % Zn) et bronze (3-20 % Sn)

- Utilisation : composants électriques et électroniques, bâtiment, serrurerie, robinetterie, micromécanique, soupapes automobiles.
- Bonne usinabilité.

Bronze d'aluminium

- Utilisation : industrie chimique, sièges de pompes et de soupapes, applications pour la marine (hélices), usines de dessalinisation.
- Usinabilité moyenne.



**LE CONSEIL DE
L'OUTILLEUR**

*Les outils en acier
rapide fritté revêtus
TiAIN sont un
excellent choix pour
l'usinage du titane et
des alliages de nickel*

Titane non allié

(ou titane pur)

Présente une très bonne résistance à la corrosion

- Utilisation : industrie de transformation chimique.
- Usinabilité : moyennement écrouissable mais nécessite des outils avec une bonne acuité d'arête, des montages rigides, des vitesses de coupe basses, des avances importantes et un débit important de fluide de coupe. Les revêtements sont utiles contre la tendance au grippage.

Alliages de titane

(ou alliages alpha-bêta de titane)

Peuvent atteindre de très hauts niveaux de résistance mécanique par traitement thermique.

- Utilisation : Pales de compresseur, pièces de moteur d'avions, composants de capsules spatiales, sous-marins, fixations, pièces de rotor d'hélicoptère.
- Usinabilité : montages rigides, basses vitesses de coupe et débit important de fluide de coupe sont recommandés.

Nickel non allié

(ou nickel pur)

Caractéristiques mécaniques similaires à celles des aciers au carbone. Résistance à la corrosion bonne à excellente.

- Utilisation : chimie, catalyseurs, piles, monnaie.
- Usinabilité : basses vitesses obligatoires à cause des hautes températures atteintes durant l'usinage.
- Les revêtements sont utiles contre l'écaillage et la création d'arêtes rapportées.

Alliages de nickel

Contiennent souvent du chrome

Ils montrent de bonnes caractéristiques mécaniques aux hautes températures, avec une grande résistance à l'oxydation et à la corrosion.

- Utilisation : turbines, composants de centrales électriques, marine.
- Usinabilité : mauvaise.
- Nécessite des bridages rigides et des outils spécifiques, avec des revêtements TiAIN.

**LE CONSEIL DE
L'OUTILLEUR**

*Les outils en acier
rapide fritté revêtus
sont " la solution
tout-terrain " pour
l'usinage des
matériaux durs*

**Aciers à outils
> 45 HRC**

Aciers alliés à haute teneur en carbone.

- Utilisation : outils de découpe et de formage, poinçons, cylindres de laminage, calibres, cames et brides.
- Usinabilité : mauvaise.

**Acier résistant
à l'usure
600 HB**

HISTOIRE D'UN SUCCES

Opération

- Perçage de trous débouchants Ø 18 mm, de profondeur 25 mm avec arrosage à l'huile soluble à 5 % sur boîtier multibroche.

Solution:

- Avantages par rapport aux forets en acier rapide traditionnels (les forets carbure ne sont pas capables de l'opération) :
 - Durée de vie d'outil plus importante (30 trous)
 - Conditions de coupe plus élevées (v_c 15 m/min, f 0,14 mm/tr)



Plastiques et thermoplastiques

- Utilisation : téléphones portables et ordinateurs, pièces automobiles, bâtiment, emballages.
- Usinabilité : excellente. Les aciers rapides sont le meilleur choix !

Plastiques renforcés

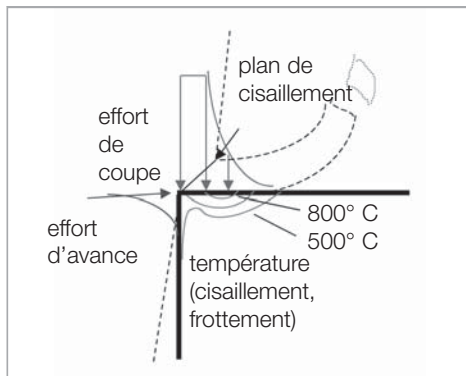
- Utilisations : pièces de véhicules, coques de bateaux, réservoirs de stockage, composants électriques et tuyaux, articles de sport, aviation, machines industrielles, ordinateurs.
- Usinabilité : bonne. La bonne acuité d'arête des outils en acier rapide est efficace contre le phénomène de délaminage avec des revêtements résistants à l'abrasion. Les outils en acier rapide fritté sont recommandés pour l'usinage de pièces sandwich multimatériau, ou pour les nids d'abeilles.

Graphite

- Utilisations : creusets, foyers de fours, fusées, pièces de centrale nucléaire, charbons moteur, électrodes.
- Usinabilité : mauvaise.

Bois

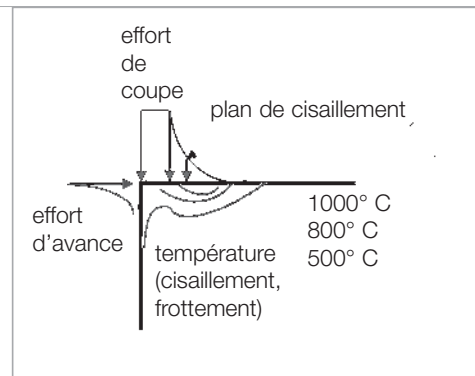
- Utilisations : meubles, construction, jouets, instruments de musique, ustensiles de cuisine.
- Usinabilité : excellente.



Matériaux durs, fragiles

- Copeaux courts, température moyenne.
- Efforts normaux de coupe et d'avance élevés.

Besoins : grande résistance à l'usure par abrasion et contraintes résiduelles de compression dans les revêtements.



Matériaux ductiles, doux

- Forces de cisaillement élevées.
- Tendance à créer des arêtes rapportées.

Besoins :
 + grande résistance à l'usure chimique
 + meilleure adhésion du revêtement
 + pas de tendance à coller

USINABILITE DES MATERIAUX DURS PAR RAPPORT AUX MATERIAUX DUCTILES

