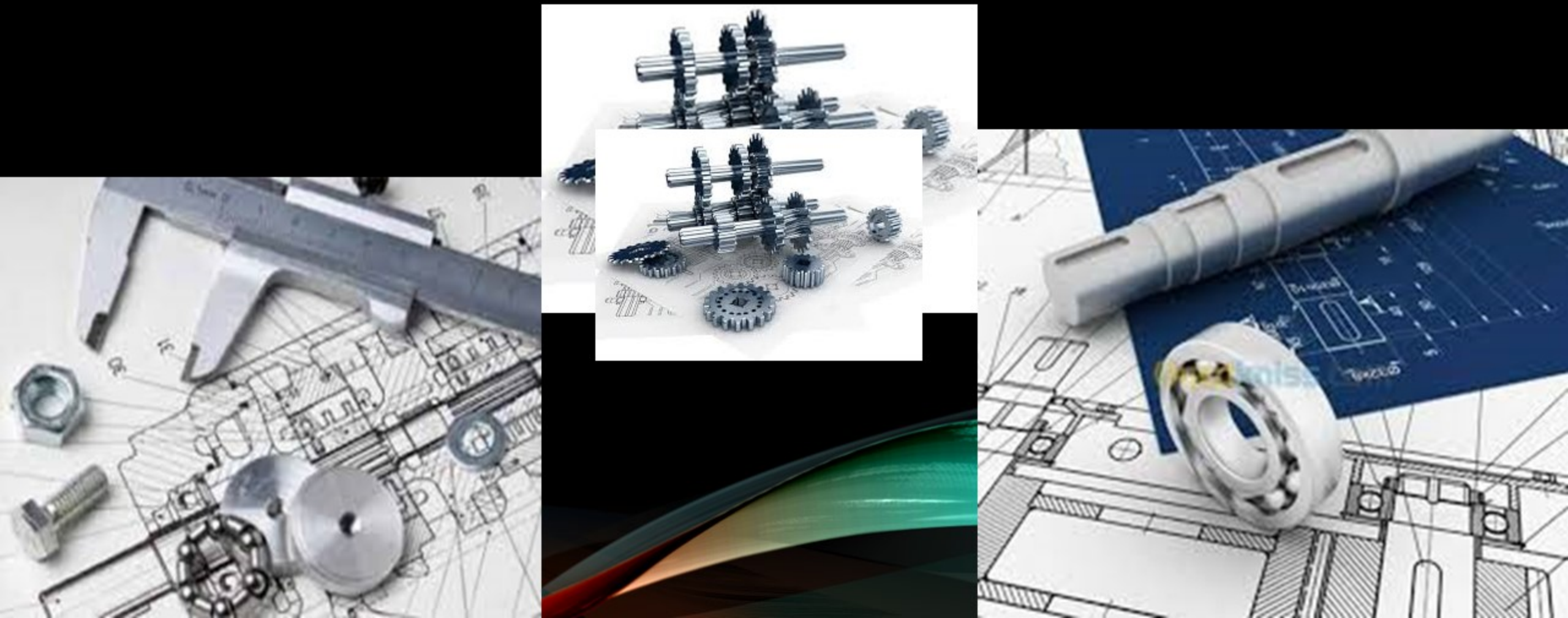


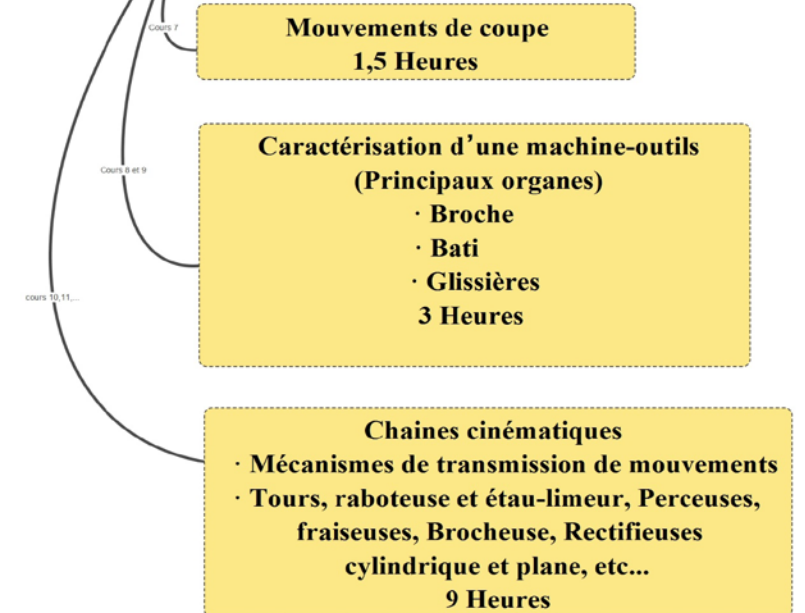
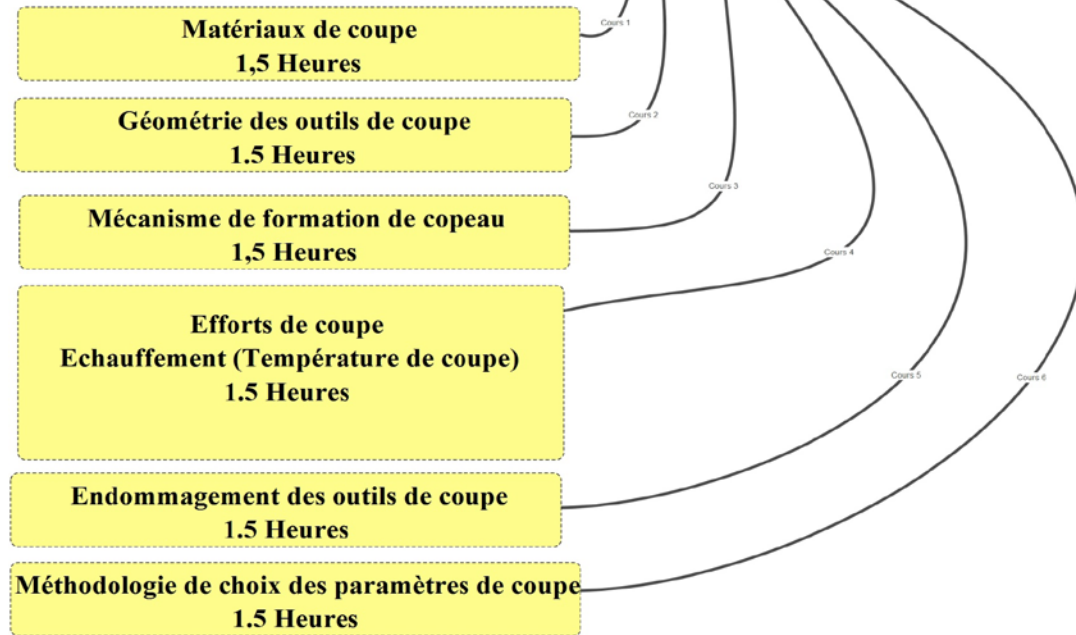
FABRICATION MÉCANIQUE



Fabrication Mécanique 22,5 Heures

Théorie de la coupe des métaux 9 Heures

Technologies des Machines-outils 13,5 Heures



Chapitre 1

THEORIE DE LA COUPE DES METAUX

Cours 01

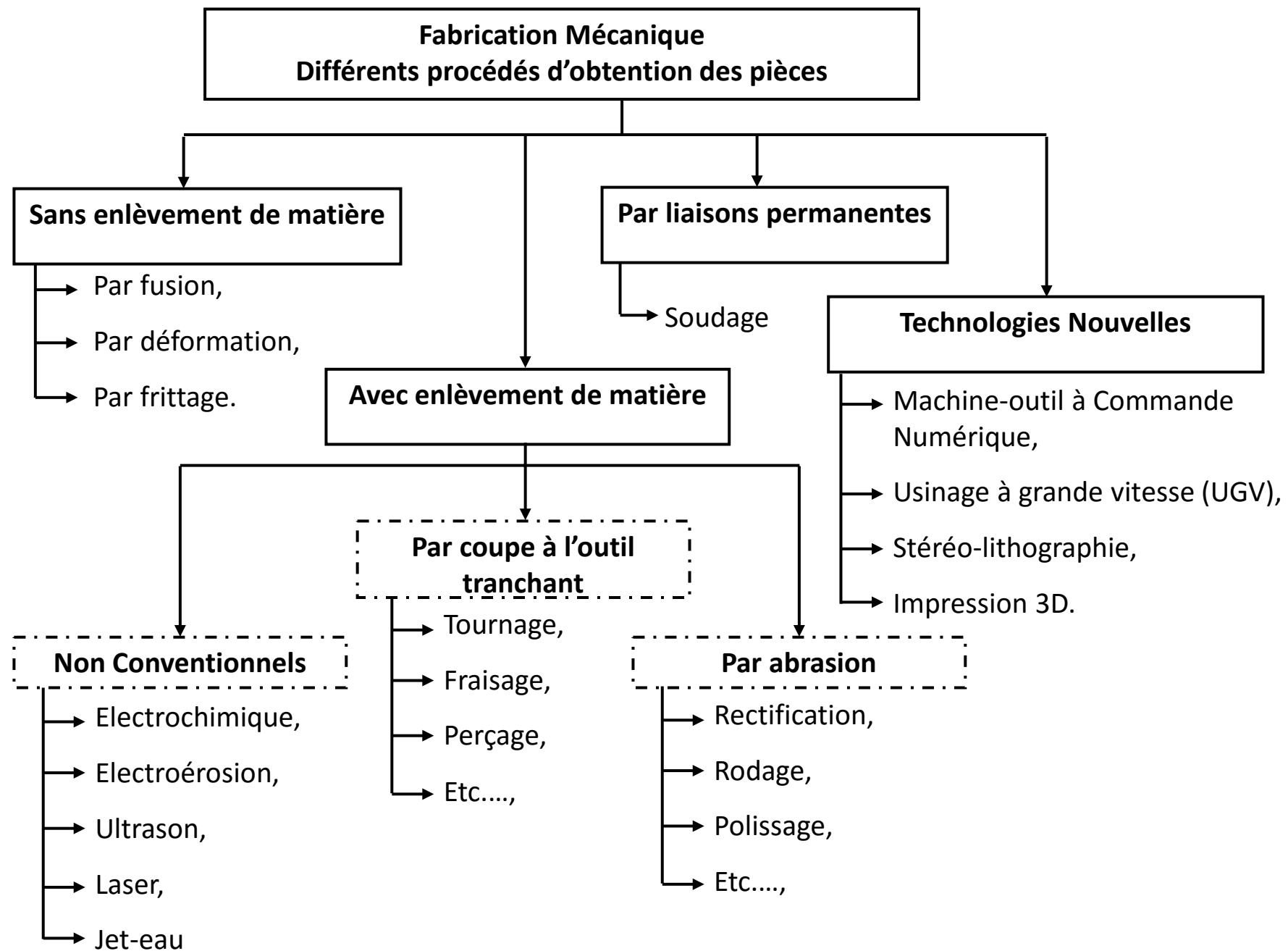
Matériaux de coupe

Généralités

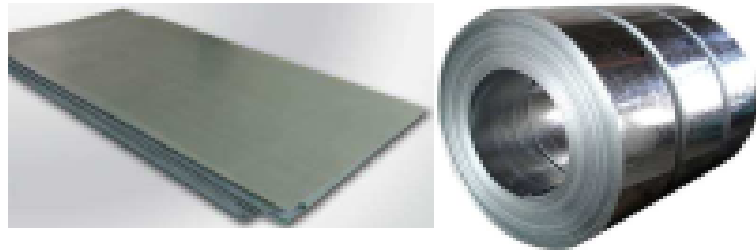
Généralités

Il existe de nombreuses techniques visant l'obtention d'une pièce par transformation de matière brute. Obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication (obtention de la pièce brute, puis obtention de la pièce finale).

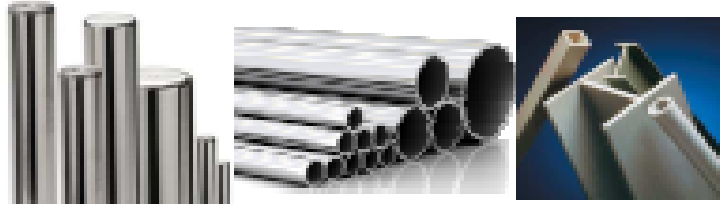
De plus, les pièces obtenues peuvent subir des traitements thermiques ou des traitements de surface afin de modifier leurs propriétés.



**Matériau brut,
obtenu par formage**



Tôles plates ou bobinées



Barres, tubes ou profilés



Pièces brutes de moulage



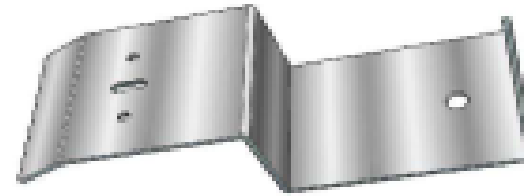
Cuivre

Alu

Bronze

Poudres métalliques

Obtention de la pièce



Découpe, Perçage, fraisage et pliage



Découpe, perçage, pliage et soudage



**Ébavurage, Fraisage, tournage, perçage
(et rectification)**



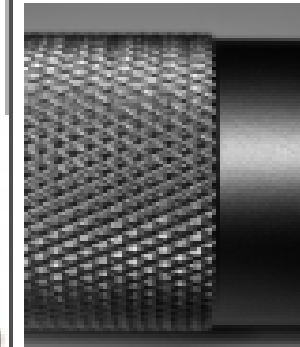
Frittage (et forgeage)



**Traitements thermiques
ou de surface**



Trempe



Moletage

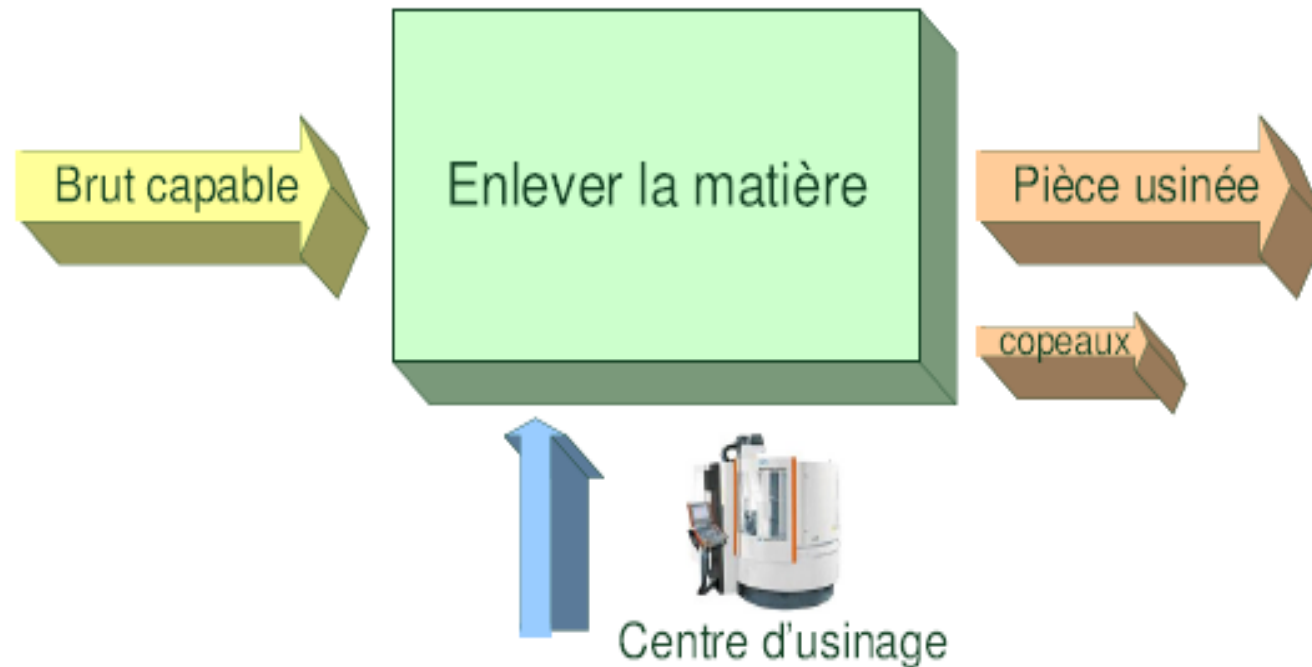


Sablage

Exemples du processus d'obtention d'une pièce Métallique

Enlèvement de matière

- Les procédés de réalisation pas enlèvement de matière les plus courants sont :
l'usinage à l'outil coupant (tournage, fraisage, perçage...)



Usinage à l'outil coupant

Matériaux de coupe

I.1. Introduction

Le choix d'un matériau et d'une nuance de coupe est un facteur important pour la réussite d'une opération d'usinage. Pour effectuer un bon choix pour une application donnée, il convient d'avoir une connaissance de base des propriétés des matériaux de coupe et de leurs performances.

I.2. Définition

Les matériaux de coupe sont des composants élaborés et utilisés pour des outils de coupe destinés à l'usinage mécanique.

I.3. Différents matériaux de coupe

I.3. 1. Acier au tungstène (dit acier rapide)

Les aciers rapides sont élaborés à partir d'un alliage fer-carbone (au minimum 0.7 %) subissant un traitement thermique. Le tungstène est le premier élément d'addition principal utilisé (jusqu'à 20 %) et quelques éléments d'addition (cobalt, manganèse, chrome, vanadium, molybdène).

La dureté de ces aciers après la trempe varie entre (60 HRC à 70HRC) et sera maintenue jusqu'à 550 °C. Les vitesses de coupe des matériaux en aciers à coupe rapide sont trois fois plus grandes que celle des matériaux en acier au carbone. Ils ne permettent pas une vitesse de coupe élevée car un échauffement trop important élimine la trempe de l'outil, et crée donc un effondrement rapide de l'arête de coupe. Ils sont principalement utilisés pour la fabrication d'outils monobloc (outils de tournage, forets, fraises et alésoirs).

Les désignations des aciers à coupe rapide sont :

- Acier Rapide Ordinaire : A.R.O;
- Acier Rapide Supérieur : A.R.S (ou HSS en anglais : High Speed Steel) ; 2
- Acier Rapide Extra Supérieur : A.R.E.S.

La composition chimique des aciers à coupe rapide est illustrée dans le tableau I.1:

ACIER	% C	% W	% C r	% V	% Mo	% Co
A.R.O	0,7	1,5	4	1,5	0,75	/
A.R.S	0,8	6,5	4	2	6,5	/
A.R.E.S	0,8	20	5	2	2	10

Tableau I.1: Composition chimique des aciers à coupe rapide.

I.3. 2. Carbures métalliques

Un carbure est un composé chimique du carbone avec un deuxième élément chimique comme le carbure de tungstène et le carbure de titane, de tantale ou le niobium .

L'outil en carbures est le plus utilisé actuellement. Il existe de toutes formes pour chaque type de matériau et pour chaque type d'usinage. Il se présente comme une plaquette (figure I.1) que l'on fixe rapidement sur un porte outil.

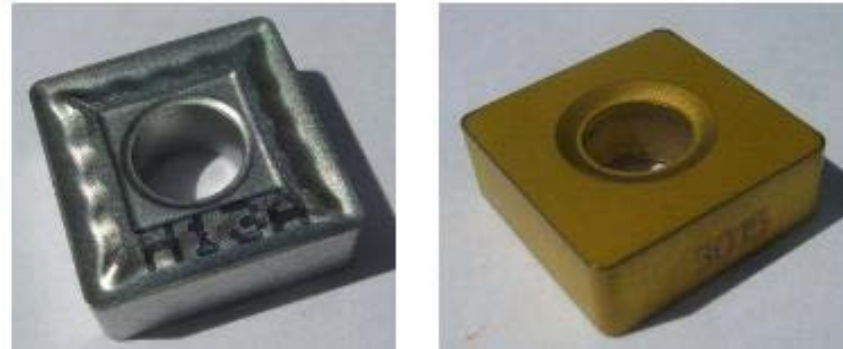


Figure I.1 : Plaquettes en carbure.

Le cobalt (ou nickel) servant de liant dans la composition du carbure est réalisé sous forme de plaquette grâce à la métallurgie des poudres par un procédé de frittage (un procédé de fabrication de pièces consistant à chauffer une poudre sans la mener jusqu'à la fusion). Sous l'effet de la chaleur, les grains se soudent entre eux, ce qui forme la cohésion de la pièce.. L'ajout du carbure de titane ou de niobium permet d'augmenter les propriétés à haute température (jusqu'à 1000°C) en réduisant le frottement, donc un choix de vitesses de coupe très importantes allant jusqu'à 100 m/min, et élément donne aussi à l'outil une durée de vie supérieure à celle des outils en AR ou ARS. La dureté des outils en carbure est de l'ordre de 80 à 90 HRC ce qui permet des vitesses de coupe très élevées :

4 fois celles des aciers rapides . Les outils à base de carbure métallique peuvent être classé en trois catégories :

- Carbure de tungstène (mono-carbure) ; composé principalement de grains de carbure de tungstène aggloméré par du cobalt : 8 % de Co et 92 % WC.

- Carbure de titane-tungstène (carbure double) : 30 % de TiC ; 4 % Co ; 66 % WC
- Carbure de titane – tantale - tungstène (carbure triple) : 30 % de TiC et TaC ; 12 % Co ; reste 58 % WC.

Les mono-carbures sont efficaces pour l'usinage de la fonte et des alliages non ferreux comparativement aux carbures doubles et triples qui sont efficaces principalement pour l'usinage des aciers.

I.3. 3. Céramiques

Ce sont des composés d'oxyde d'alumine très durs, de Nitrure de silicium, agglomérés dans des oxydes de chrome Cr_2O_3 comme liant, frittés à 1 800 °C.

Les céramiques ont une résistance à la compression suffisante (jusqu'à 5000 N/mm²), une grande dureté (89 HRC à 95 HRC), avec une stabilité thermique élevée (1200°C) et une résistance à l'usure remarquable. Les outils céramiques sont hautement réfractaires (point de fusion supérieur à 1500 °C).

Ils conviennent bien pour l'usinage à grande vitesse et l'usinage des alliages ferreux très durs jusqu'à 790 HV. Les plaquettes de céramiques présentent plusieurs arêtes de coupe à usage successif. La figure 24 montre deux plaquettes en céramique.

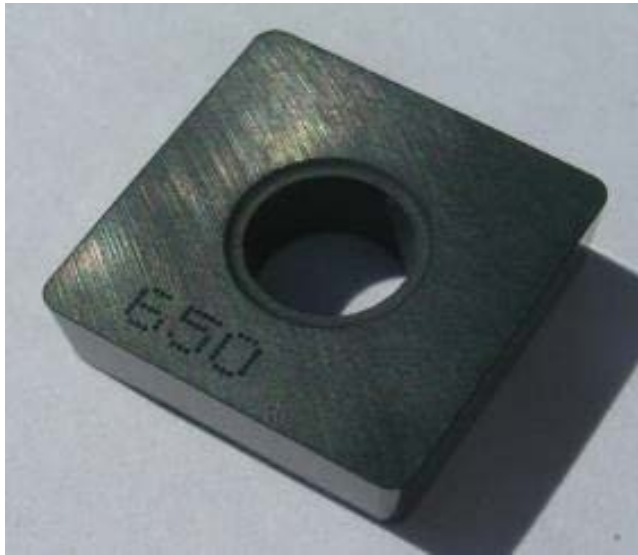


Figure I.2 : Plaquettes en céramique.

I.3. 4. Cermets

Le cermet est un terme formé de : Cer vient de céramique et met de métal. Les cermets sont des matériaux élaborés par la métallurgie des poudres, constitués par des particules de composés métalliques durs (carbures, nitrures, carbonitrures) liées par un métal (généralement du nickel). Leurs duretés sont de l'ordre de 1500 à 2000 HV. Ils ne perdent pas leur capacité à chaud en usinage à grande vitesse ou aux températures extrêmes allant jusqu'à 1000°C. Les cermets ne nécessitent pas obligatoirement de lubrification, ils sont destinés pour les opérations de finition et l'usinage de précision qui sollicitent un travail à grandes vitesses de coupe et à faibles avances.

La figure I.3 présente deux plaquettes en cermet.



I.3. 5. Diamants

Le diamant est un minéral rare, d'origine naturelle, composé de carbone. Il est la substance naturelle la plus dure connue (7000 HV).

Il a un faible coefficient de frottement et une faible aptitude à l'adhésion (collage, soudage aux métaux). Une tenue à la chaleur élevée, une résistance à l'usure importante.

L'utilisation du diamant est fortement répandue comme constituant des meules, ou des grains de réaffûtage des meules et aux travaux de finition.

Il est très fragile. Son coût est élevé. Il résiste à chaud pour une température de 1500 °C. Il exige des machines-outils rapides.

Les principales propriétés mécaniques ténacité (ténacité est la capacité d'un matériau à résister à la propagation d'une fissure) et la dureté pour les outils de coupes sont représentées dans la figure I.4.

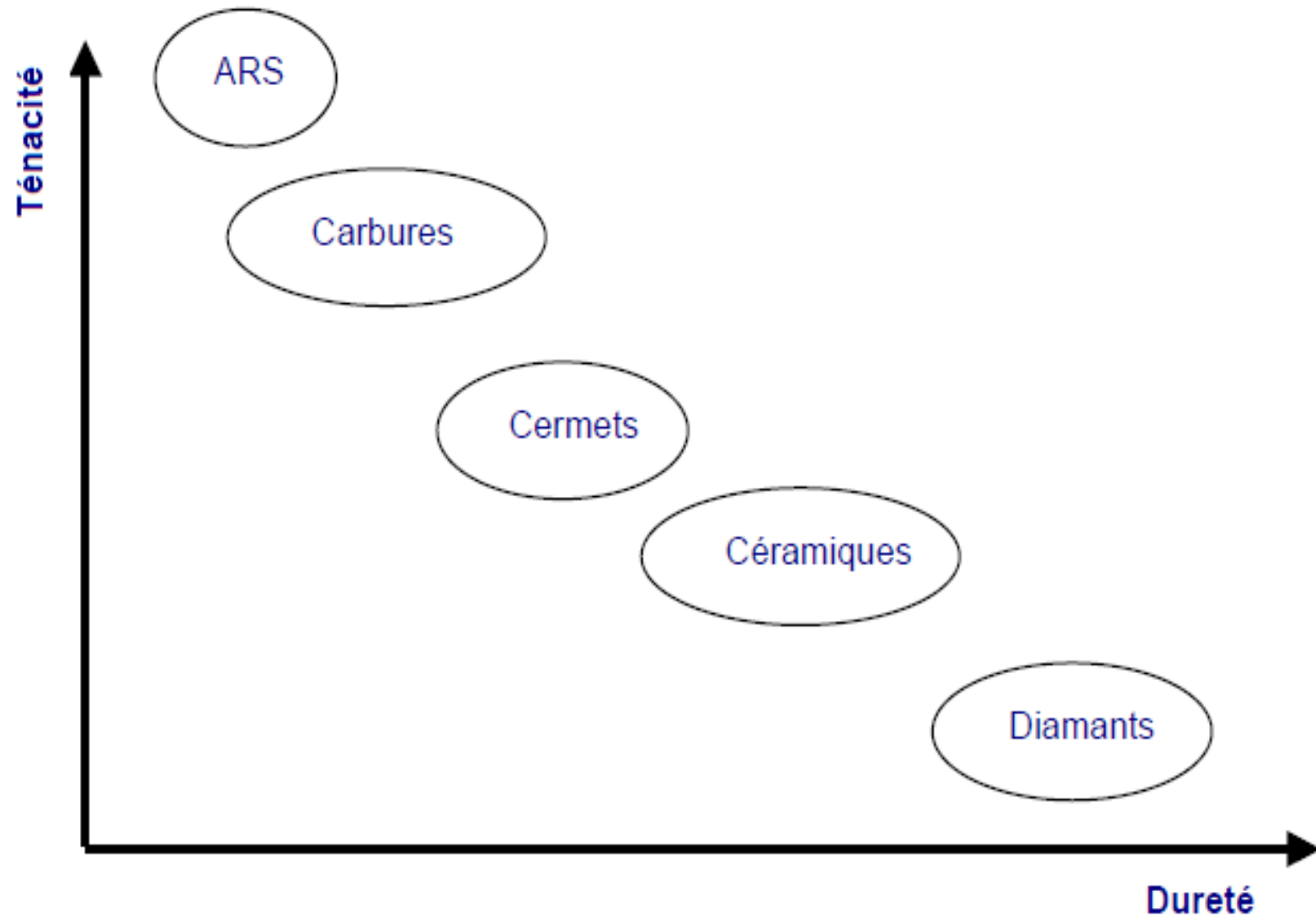


Figure I.4 : Dureté et ténacité des matériaux de coupe.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Ens: S.Hadef