

BTS ATI – Organisation Industrielle

---

# *LES PROCÉDES D'OBTEINTION*

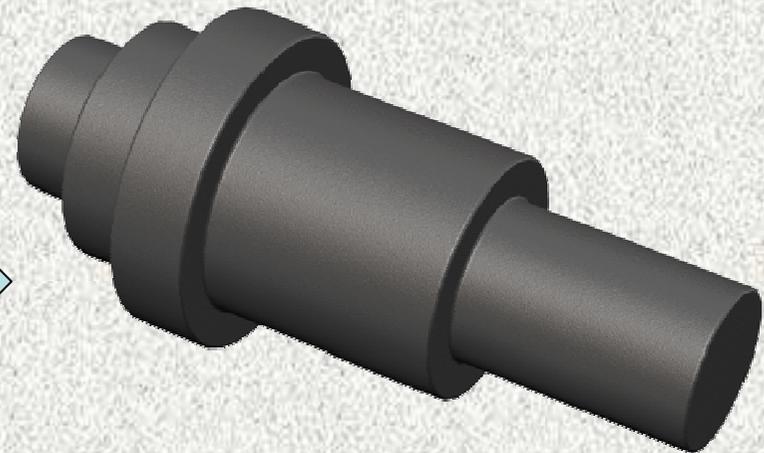
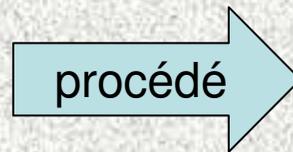
La notion « d'obtention » traduit le fait de **modifier la forme** d'une pièce solide.

Partant d'une **forme initiale**, on cherche donc à obtenir une **forme finale**.

Pour se faire, on **procède** d'une façon ou d'une autre.



**Forme initiale**

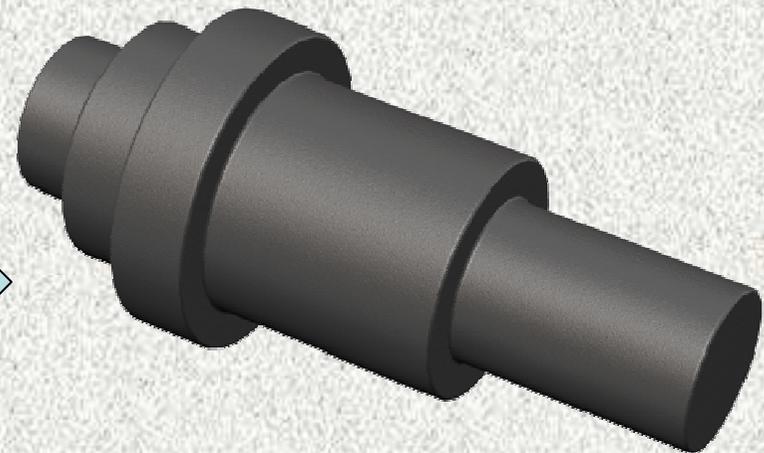
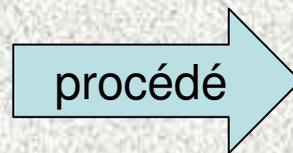


**Forme finale**

Le choix du **procédé** dépend de nombreux **critères techniques et économiques**.



**Forme initiale**



**Forme finale**

# SOMMAIRE

1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.

2 - Les critères de choix d'un procédé

3 – Les procédés

3.1 – Par enlèvement de matière

3.2 – Par déformation

3.3 – Par fusion

4 - Synthèse

# SOMMAIRE

1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.

2 - Les critères de choix d'un procédé

3 – Les procédés

3.1 – Par enlèvement de matière

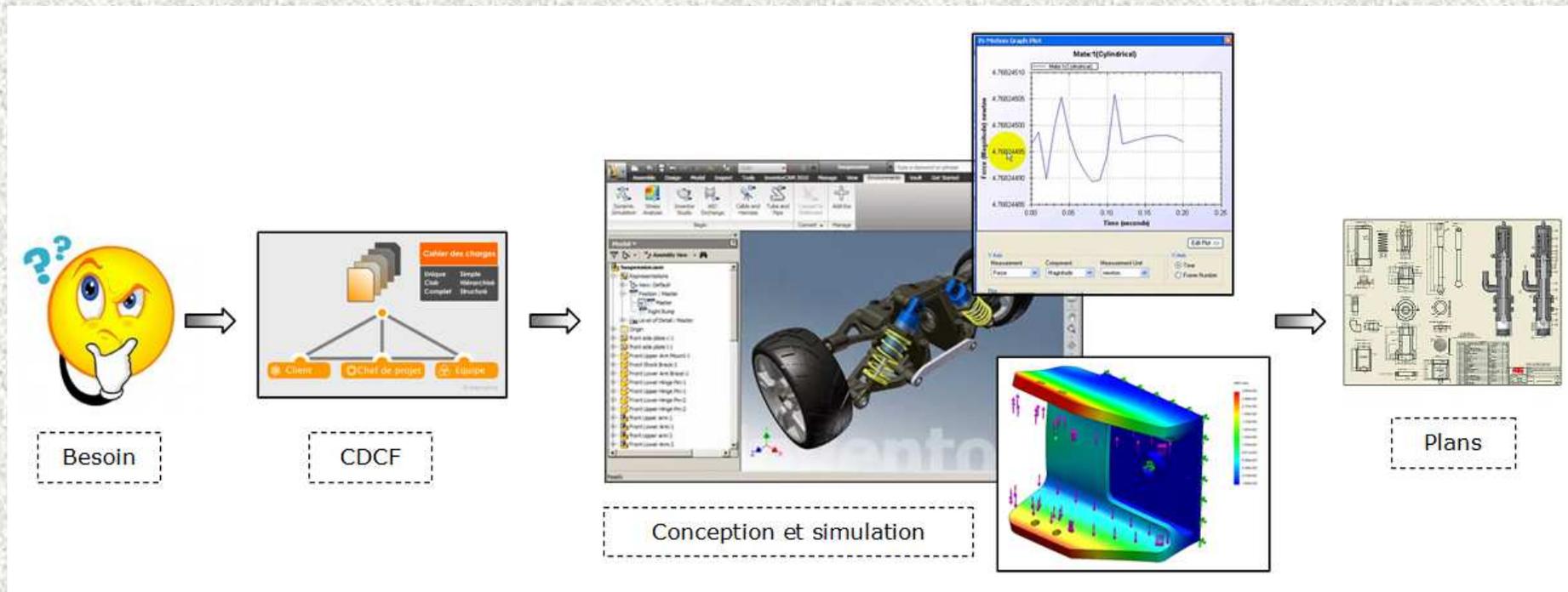
3.2 – Par déformation

3.3 – Par fusion

4 - Synthèse



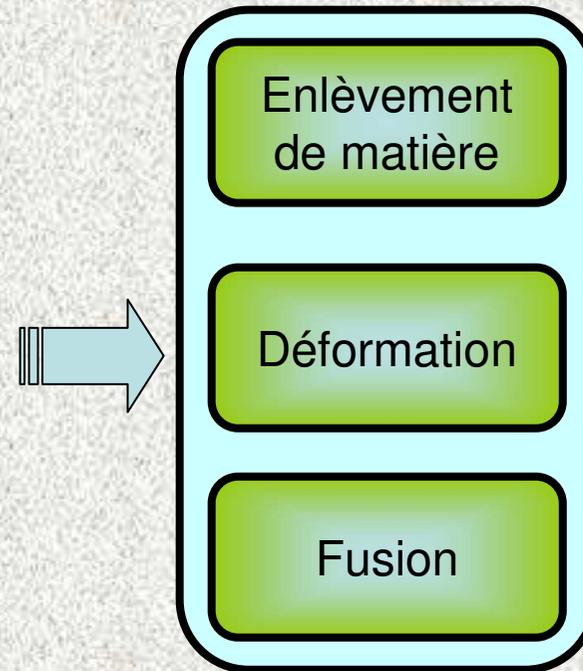
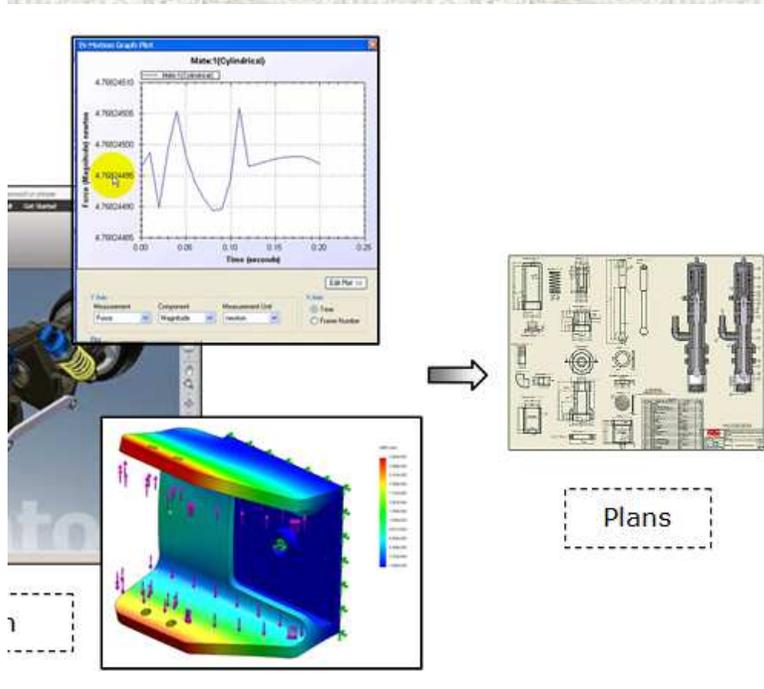
# 1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.



## Phase de conception (bureau d'étude)



1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.

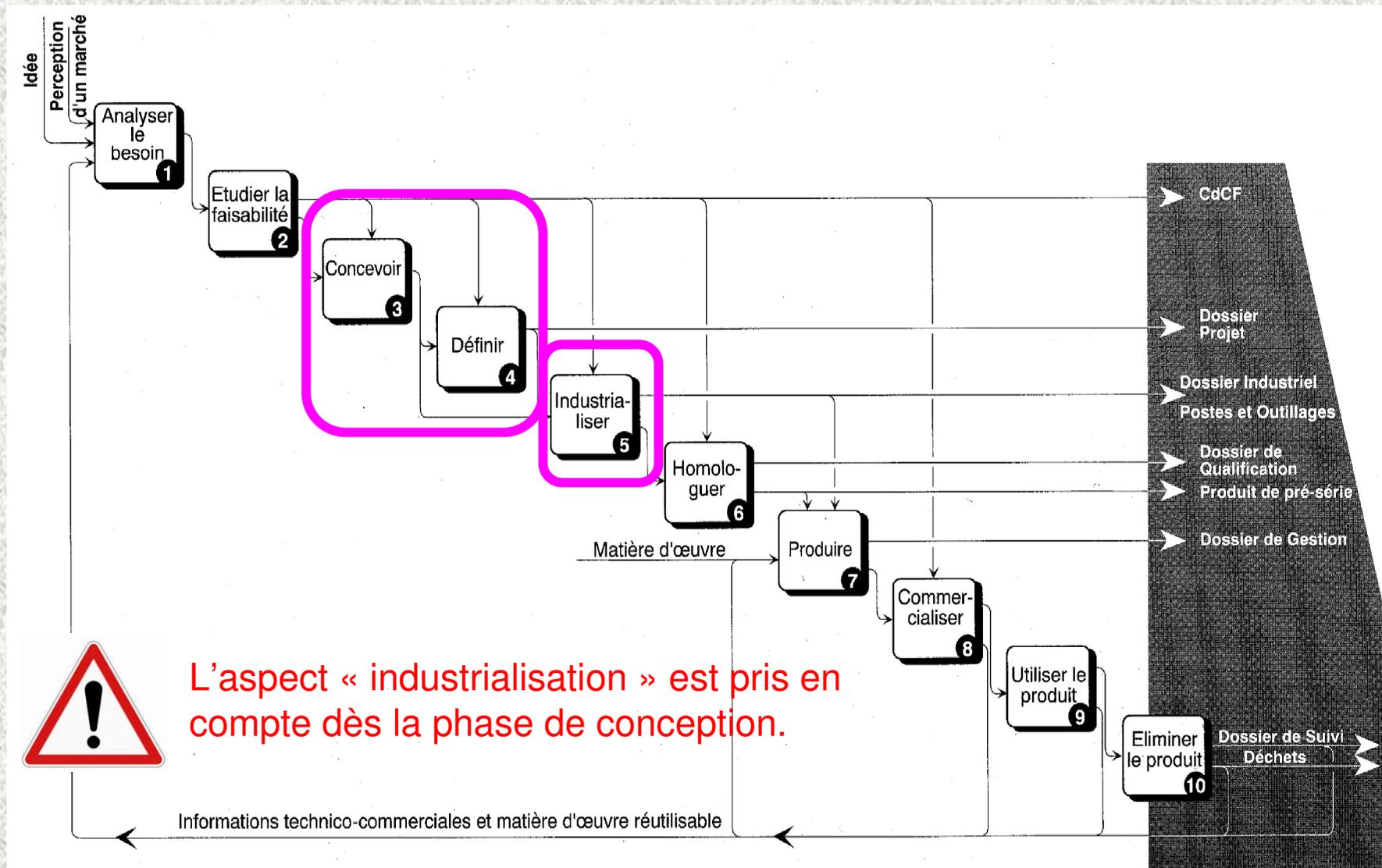


**Quelques critères de choix :**

- Matériau de la pièce,
- Formes de la pièce
- Quantité à produire

## Phase d'industrialisation (bureau des méthodes)

# 1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.



# SOMMAIRE

1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.

2 - Les critères de choix d'un procédé

3 – Les procédés

3.1 – Par enlèvement de matière

3.2 – Par déformation

3.3 – Par fusion

4 - Synthèse

## 2 - Les critères de choix d'un procédé

- Matériau de la pièce,
- Formes de la pièce,
- Tolérances dimensionnelles et géométriques à obtenir,
- Etats de surface,
- Quantité à produire,
- Machines disponibles à l'atelier (ou sous-traitance),
  
- Coût (si plusieurs procédés sont possibles, on retient le moins coûteux !)

# SOMMAIRE

1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.

2 - Les critères de choix d'un procédé

**3 – Les procédés**

3.1 – Par enlèvement de matière

3.2 – Par déformation

3.3 – Par fusion

4 - Synthèse

# SOMMAIRE

1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.

2 - Les critères de choix d'un procédé

3 – Les procédés

3.1 – Par enlèvement de matière

3.2 – Par déformation

3.3 – Par fusion

4 - Synthèse

### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière.

On distingue ici deux grands cas possibles :

La matière de la pièce est arrachée => **USINAGE**

Tournage

Fraisage

Perçage

Rabotage

Etc.

La matière de la pièce est érodée => **ETINCELAGE**

Rectifiage

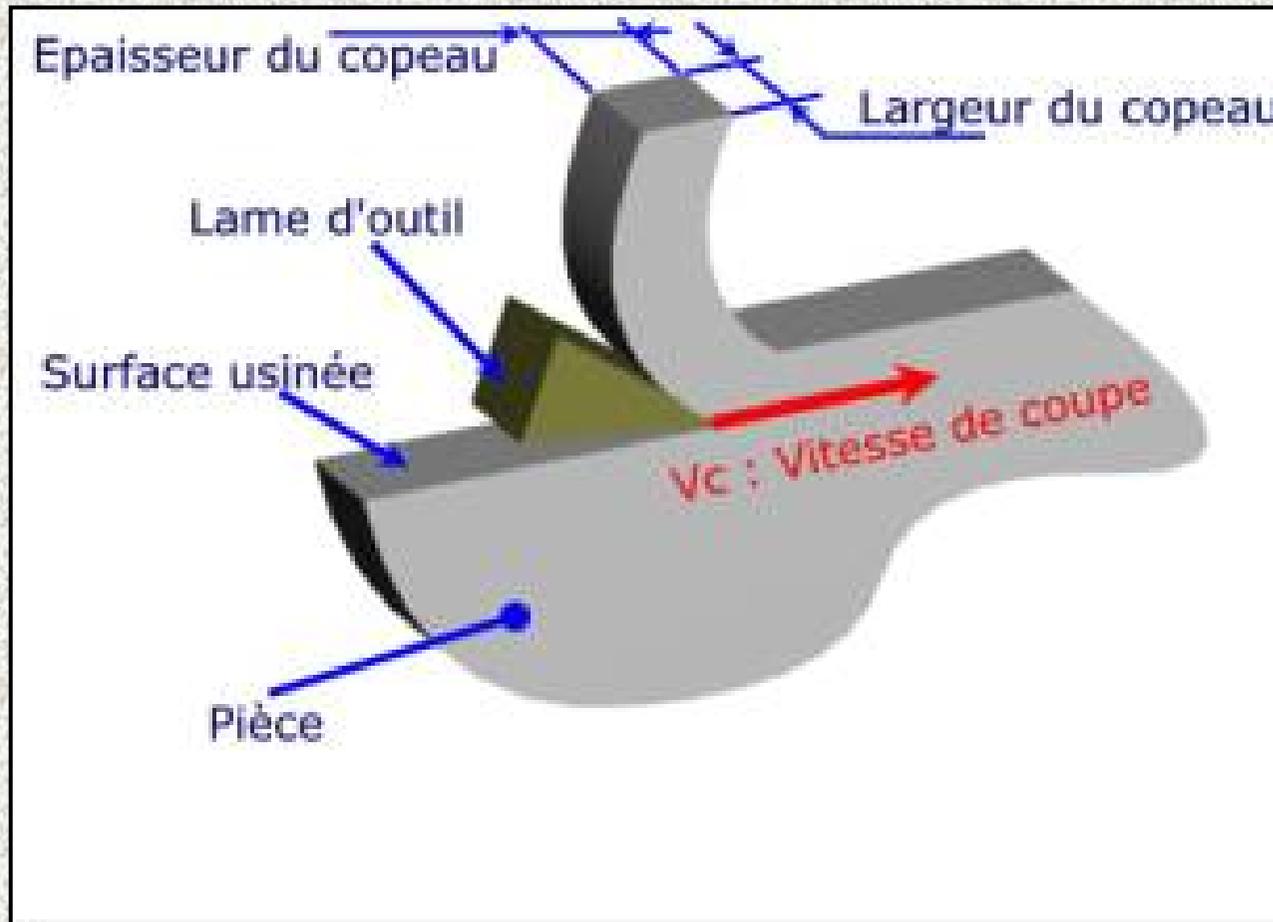
Electrode

Découpe au fil

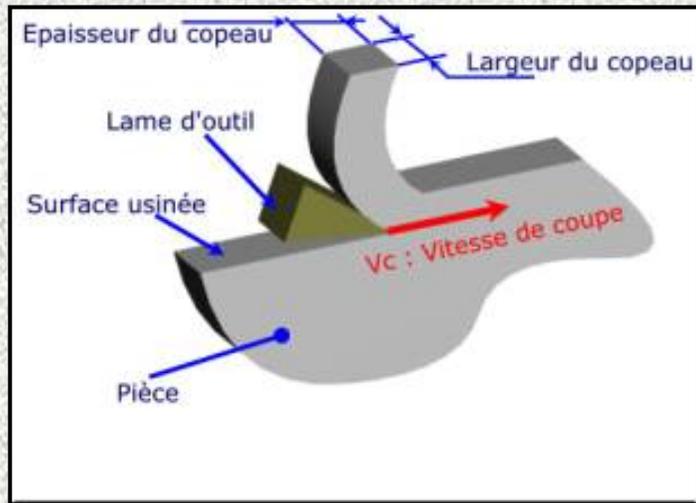
Découpe plasma

Etc.

### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> PRINCIPE.



### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> MATERIAUX.



#### Matériaux usinables : (pièce)

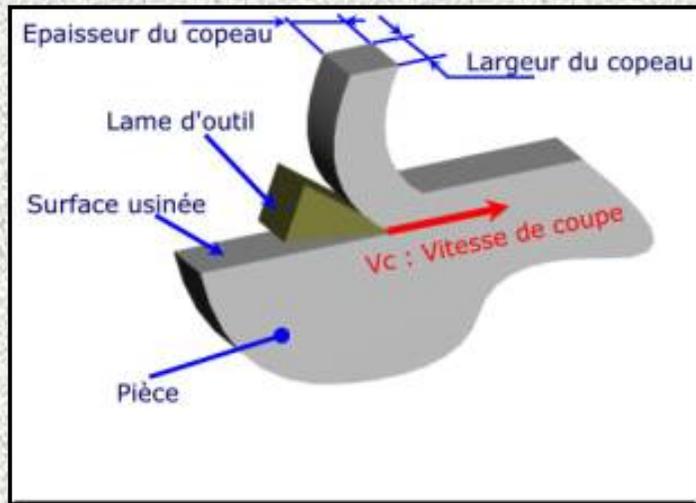
- Métaux (acier, fonte, alliages légers, alliages de cuivre, ...)
- Plastiques
- bois

#### Matériaux outils :

*Le matériau de l'outil doit être obligatoirement plus dur que celui de la pièce.*

- Acier rapide supérieur (ARS)
- Carbure

### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> **USINAGE** >> **VITESSE DE COUPE.**



*Il s'agit de la vitesse de déplacement de l'outil coupant par rapport à la pièce.*

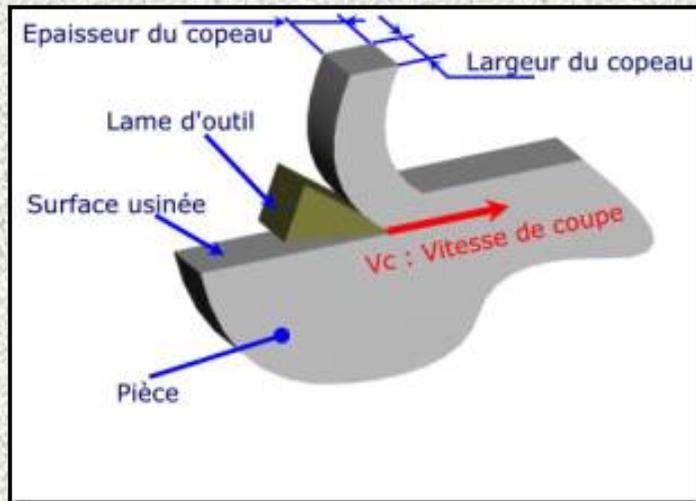
*Dans la pratique, elle s'exprime en **m/min**.*

Pour que l'usinage se passe dans de bonnes conditions, il faut respecter la vitesse de coupe sinon, on observe une **usure prématurée de l'outil** et aussi un **mauvais état de surface** de la surface usinée.

La vitesse de coupe est déterminée expérimentalement. Globalement, elle dépend des matériaux de la pièce à usiner et de l'outil.

Plus l'outil est dur, plus la vitesse de coupe est élevée ; plus la pièce est dure, plus la vitesse de coupe est réduite.

### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> VITESSE DE COUPE.



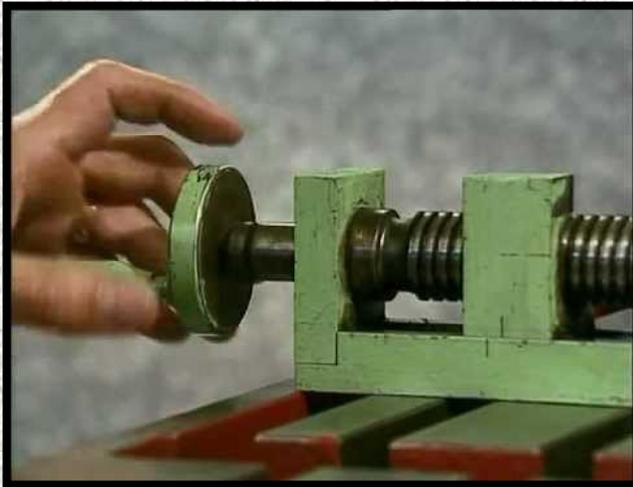
*Il s'agit de la vitesse de déplacement de l'outil coupant par rapport à la pièce.*

**Exemple : (unité : m/min)**

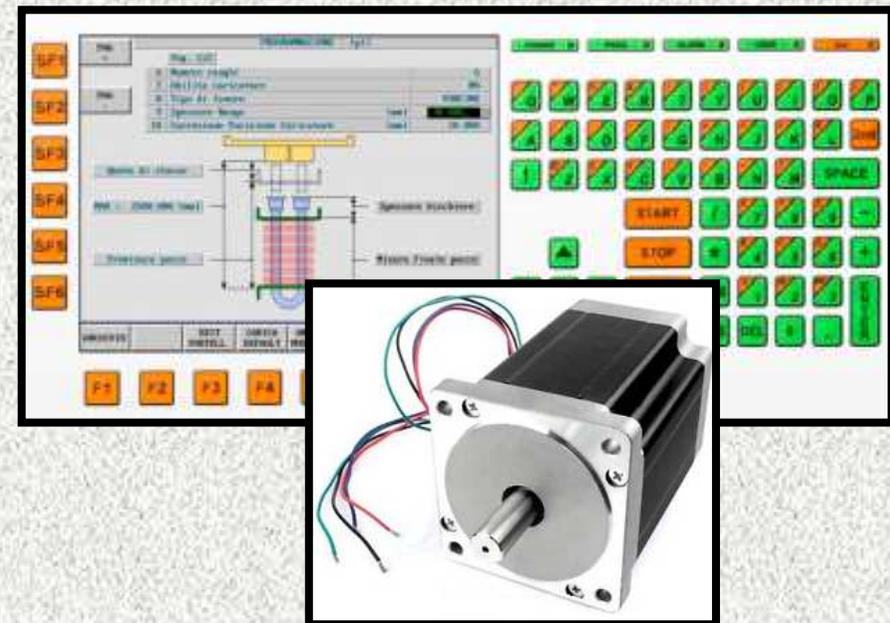
Fraisage de face	Outil A.R.S			Outil carbure	
	Vc		fz	Vc	fz
	Ebauche	Finition			
Aciers Rm ≤ 70 hbar	22	26	0,15	90	0,2
Aciers Rm de 70 à 100 hbar	18	22	0,12	70	0,2
Aciers Rm de 100 à 120 hbar	16	20	0,1	60	0,15
Fonte Ft 20	22	26	0,15	70	0,25
Fonte GS	16	20	0,12	60	0,2
Laiton	60	80	0,1	220	0,3
Bronze	40	55	0,1	180	0,2
Alliages d'aluminium	100	140	0,1	250	0,2

### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> LES MACHINES.

Conventionnelles



A commandes numériques



#### Remarque :

*Les règles fondamentales du l'usinage (respect de la vitesse de coupe notamment) sont identiques pour tous les types de machines.*

### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> LE FRAISAGE.

Conventionnelle



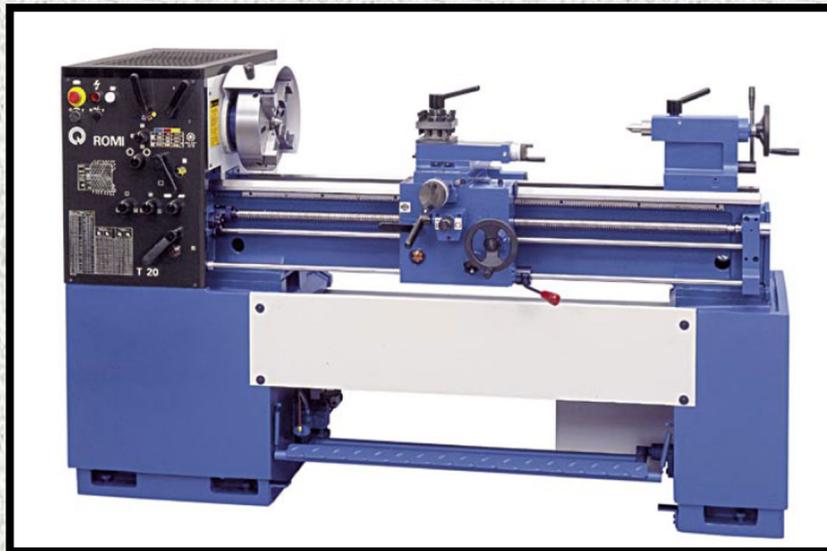
A commande numérique



=> CENTRE D'USINAGE (CU)

### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> LE TOURNAGE.

Tour conventionnel



Tour à commande numérique

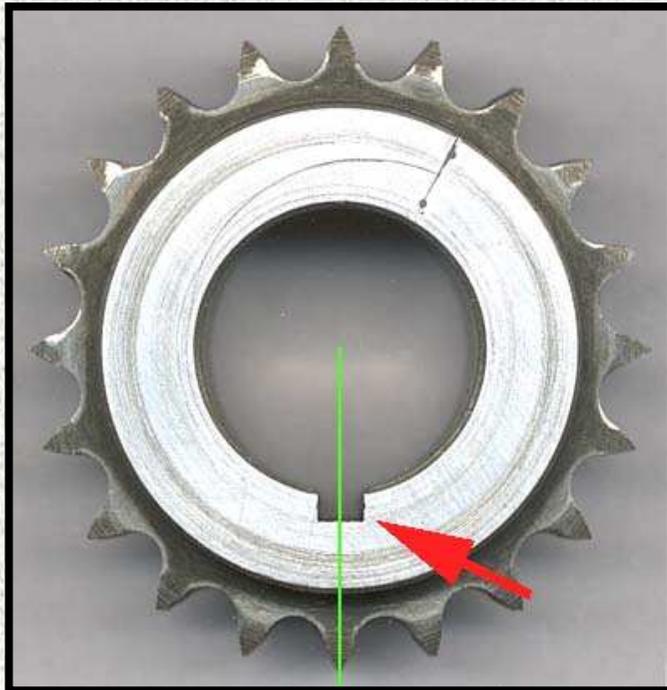


### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> EN PLUS...

Les fraiseuses, les tours et les centres d'usinage sont des machines universelles qui, par définition, permettent de faire de très nombreuses formes.

En usinage, d'autres machines existent, plus spécifiques, chacune dédiées à un type d'opération bien précis.

### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> EN PLUS...



Le brochage



### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> EN PLUS...

Le taillage d'engrenages



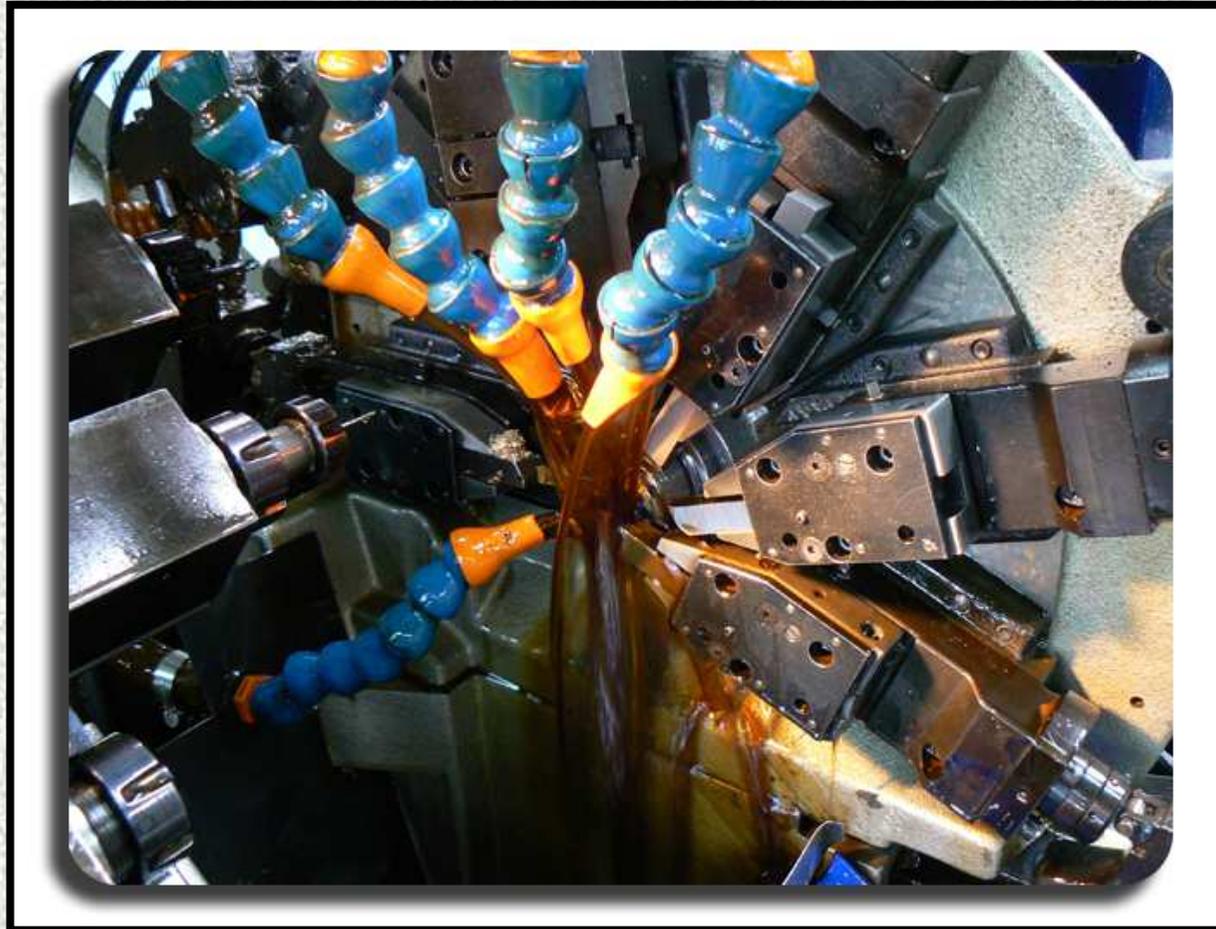
### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> EN PLUS...

Le décolletage

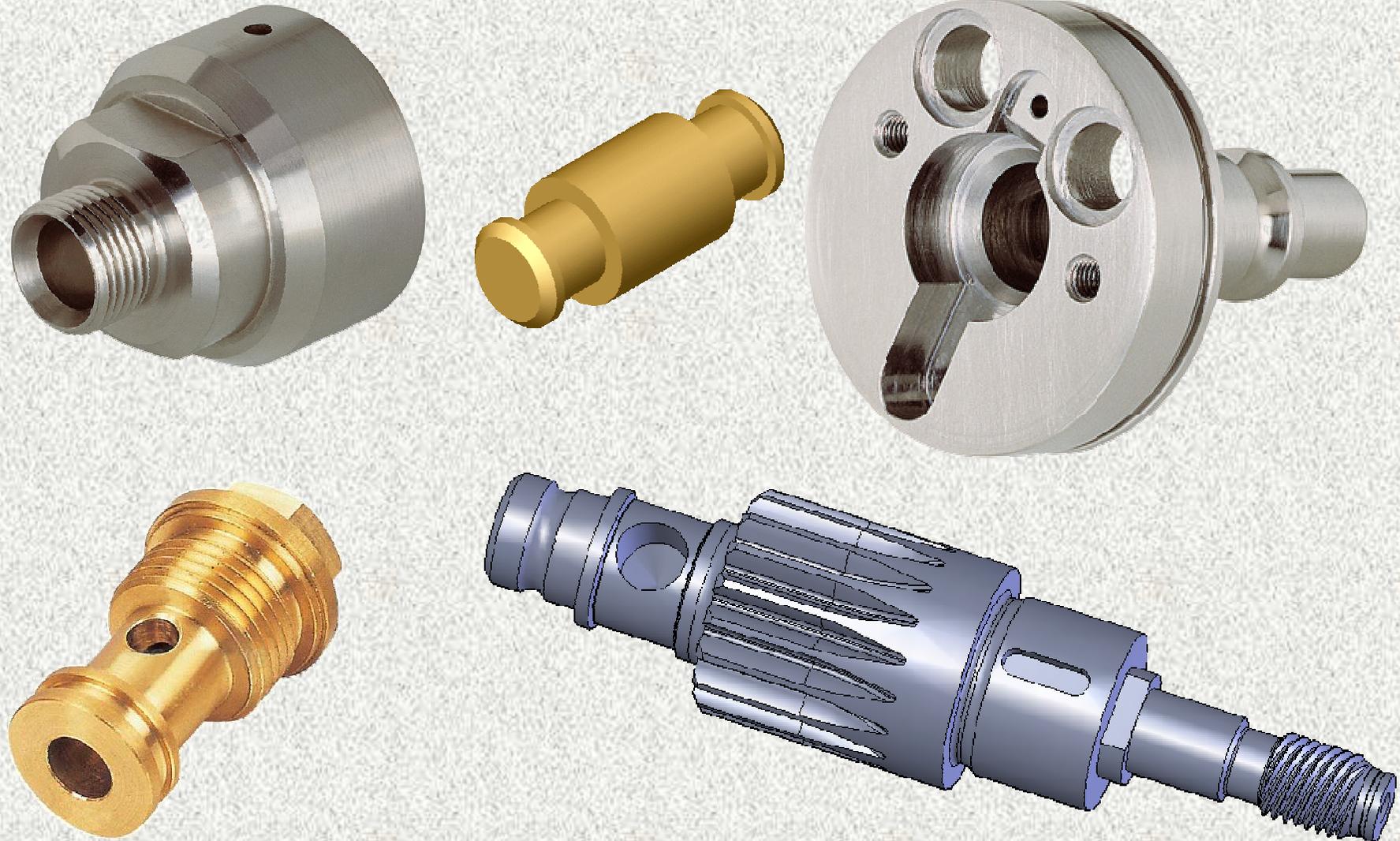


### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> EN PLUS...

Le décolletage

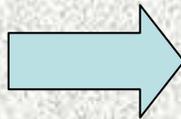


### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> type de pièces



### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> les bruts

L'usinage peut se faire à partir d'un brut découpé dans une barre :



### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> les bruts

Les bruts sont sciés dans la barre à l'aide d'une machine à débiter :



### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> les bruts

L'usinage intervient aussi souvent sur des bruts de fonderie ou de forge lorsqu'on a certaines cotes dont la précision n'est pas atteignable avec ces procédés :



### 3.1 – Les procédés par enlèvement de matière >> USINAGE >> type de séries

L'usinage est envisageable pour tout type de séries :

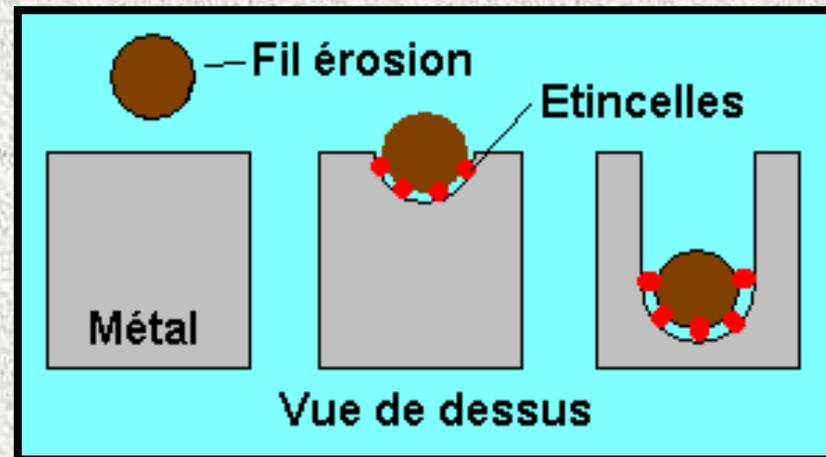
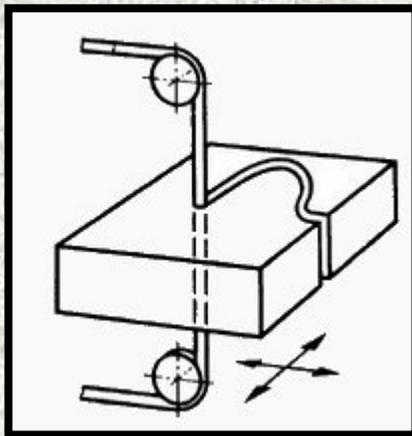
- ✓ Unitaire\*
- ✓ Petite\*
- ✓ Moyenne
- ✓ Grande
- ✓ Très grande

\* Sauf le décolletage.

### 3.1 – Enlèvement de matière >> ELECTRO-EROSION >> DECOUPE AU FIL

#### Principe :

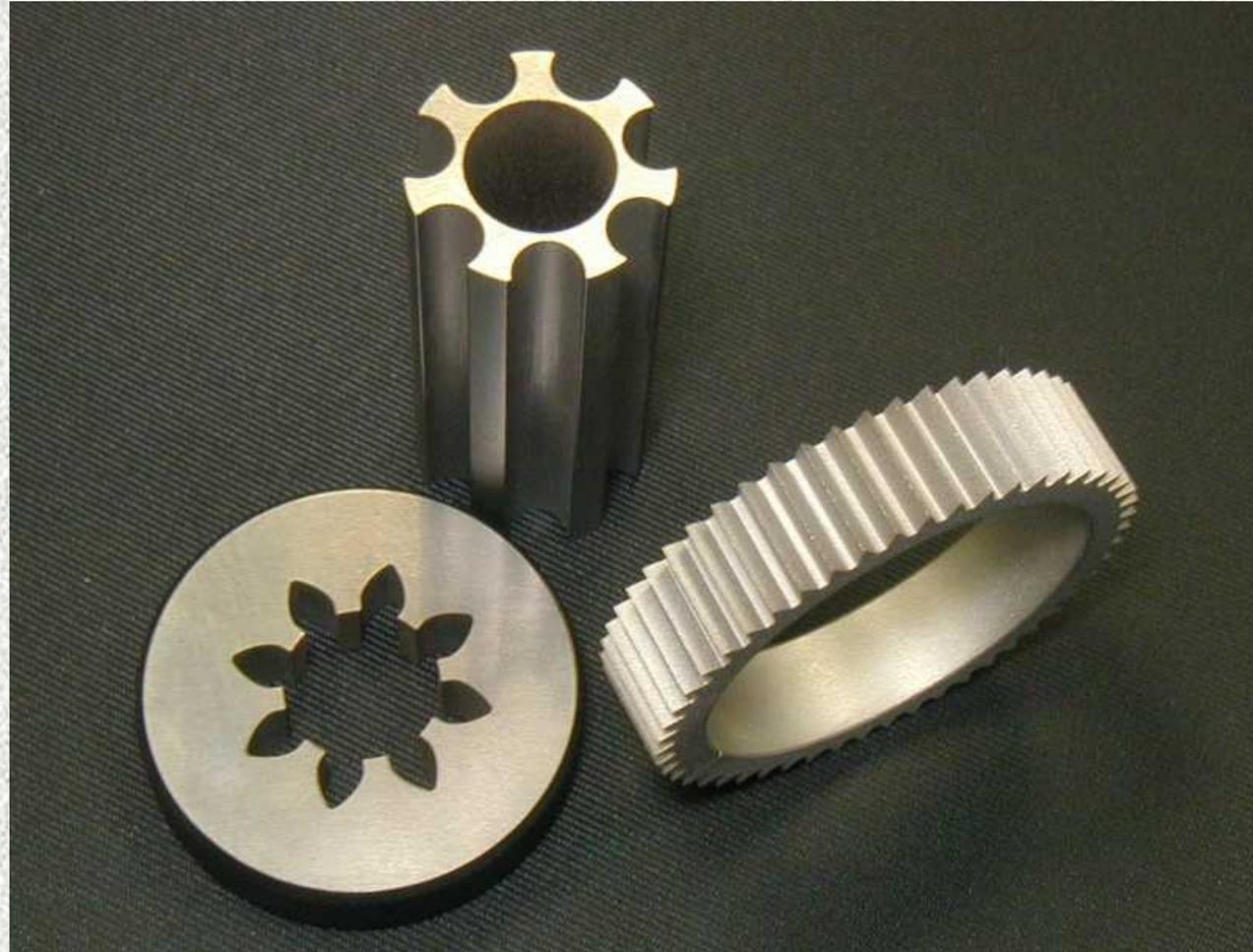
- L'outil est le fil ; c'est une bobine qui se déroule (pas fixe).
- La pièce doit être un matériau conducteur.
- Le tout baigne dans l'eau (liquide diélectrique) pour que l'étincelage ait lieu.



- La pièce se déplace très lentement => procédé très couteux.
- Formes complexes possibles ; aciers extra-durs acceptés (outillage).
- Procédé généralement réservé à la fabrication d'outillages.

### 3.1 – Enlèvement de matière >> ELECTRO-EROSION >> DECOUPE AU FIL

Exemples de pièces :



### 3.1 – Enlèvement de matière >> ELECTRO-EROSION >> DECOUPE AU FIL

La découpe au fil est envisageable pour :

- ✓ Unitaire
- ✓ Petite
- ✗ Moyenne
- ✗ Grande
- ✗ Très grande

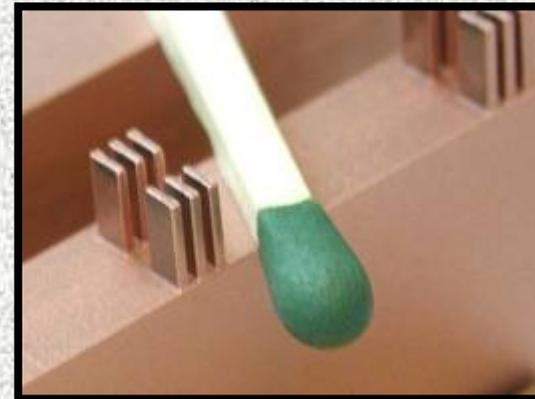
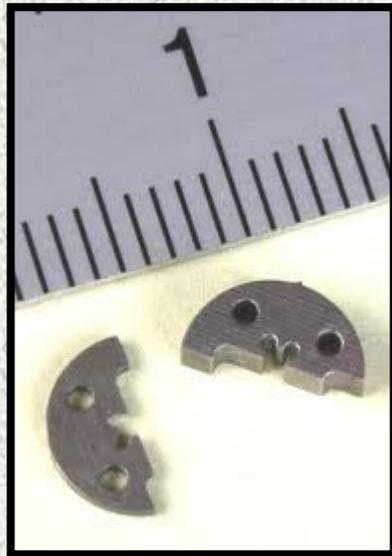
### 3.1 – Enlèvement de matière >> ELECTRO-EROSION >> ELECTRODE

#### Principe :

- L'outil est une électrode en graphite ou alliage de cuivre.
- La pièce doit être un matériau conducteur.
- Le tout baigne dans l'eau (liquide diélectrique) pour que l'étincelage ait lieu.
- Les électrodes sont obtenues par usinage.
- La pièce se déplace très lentement => procédé très couteux.
- Formes complexes possibles ; aciers extra-durs acceptés (outillage).
- Procédé généralement réservé à la fabrication d'outillages.



### 3.1 – Enlèvement de matière >> ELECTRO-EROSION >> ELECTRODE



### 3.1 – Enlèvement de matière >> RECTIFICATION

La rectification est un procédé qui souvent intervient après une phase d'usinage et ou de traitement thermique (visant à durcir la pièce)

La rectification permet d'obtenir de très bon états de surface et aussi de respecter des tolérances dimensionnelles et géométriques serrées (au micron près)

## 3.1 – Enlèvement de matière >> RECTIFICATION

La rectification est envisageable pour :

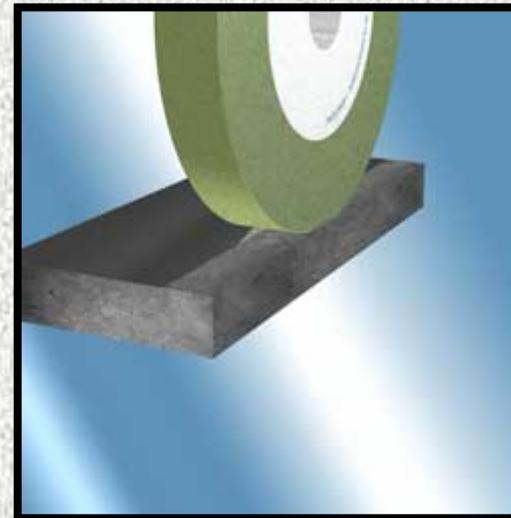
- ✓ Unitaire
- ✓ Petite
- ✓ Moyenne
- ✓ Grande
- ✓ Très grande

### 3.1 – Enlèvement de matière >> RECTIFICATION

Les deux grands principes :



Rectification cylindrique



Rectification plane

# SOMMAIRE

1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.

2 - Les critères de choix d'un procédé

3 – Les procédés

3.1 – Par enlèvement de matière

3.2 – Par déformation

3.3 – Par fusion

4 - Synthèse

## 3.2 – Les procédés par déformation >> les types.

### Principaux :

Découpe/emboutissage

Forge

### Autres :

Laminage

Repoussage

## 3.2 – Les procédés par déformation >> DECOUPE / EMBOUTISSAGE

### Définition :

Procédé de déformation des métaux obtenue sous presses, à partir d'une bobine ou d'un flan découpé.



**Pièces obtenues.**

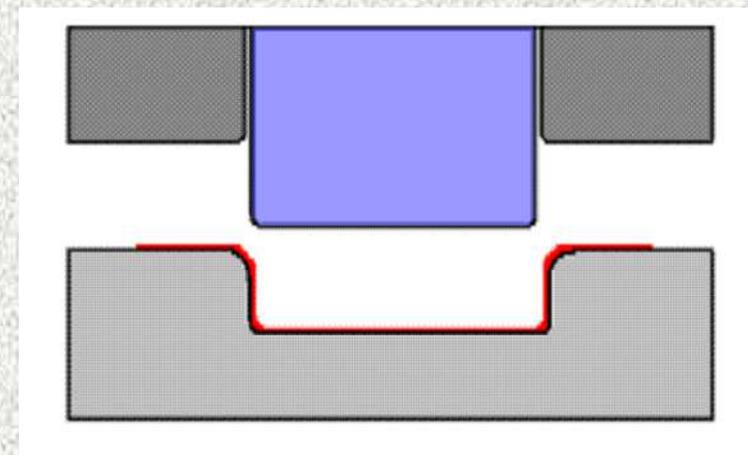
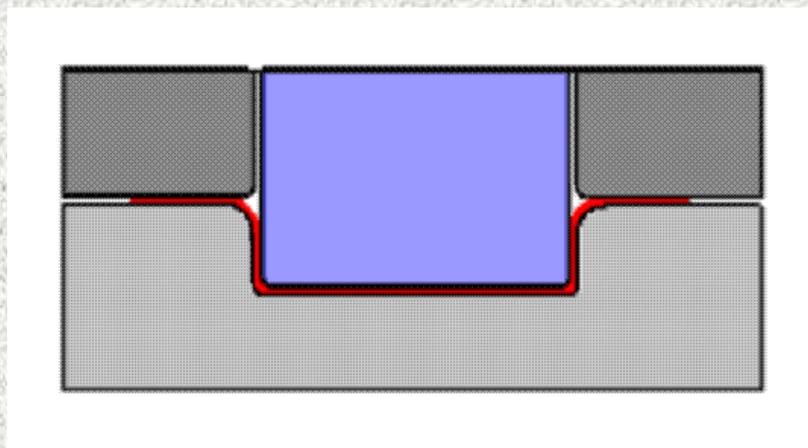
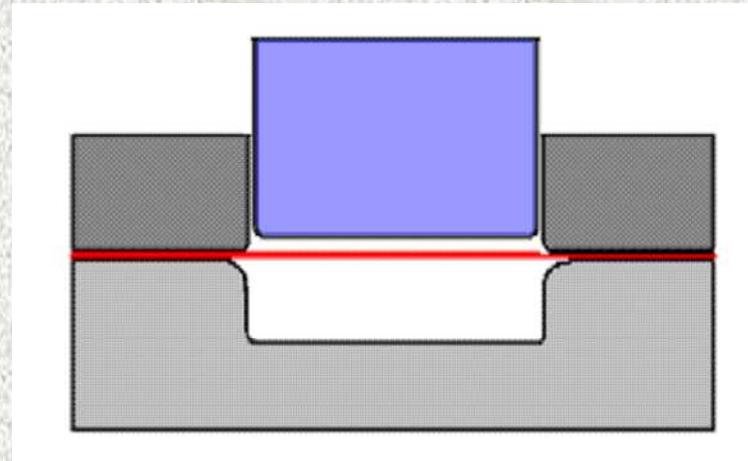
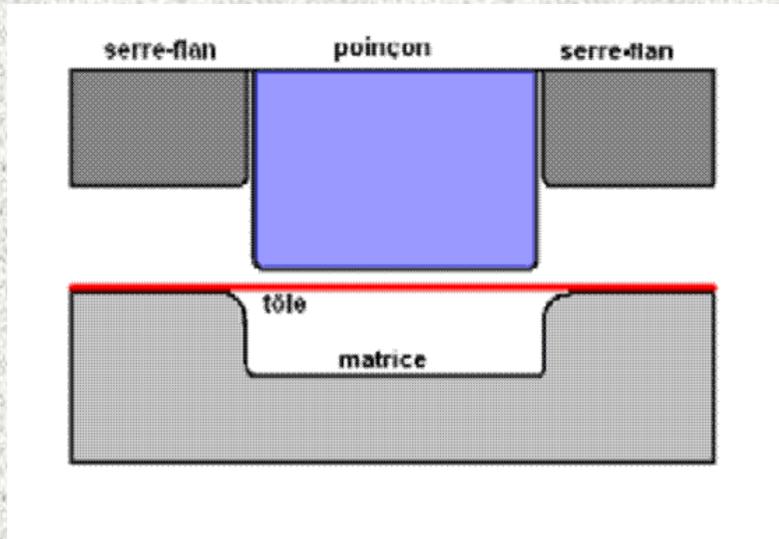


### Machine (presse) :

Développe une poussée de 150 à 3000 tonnes.

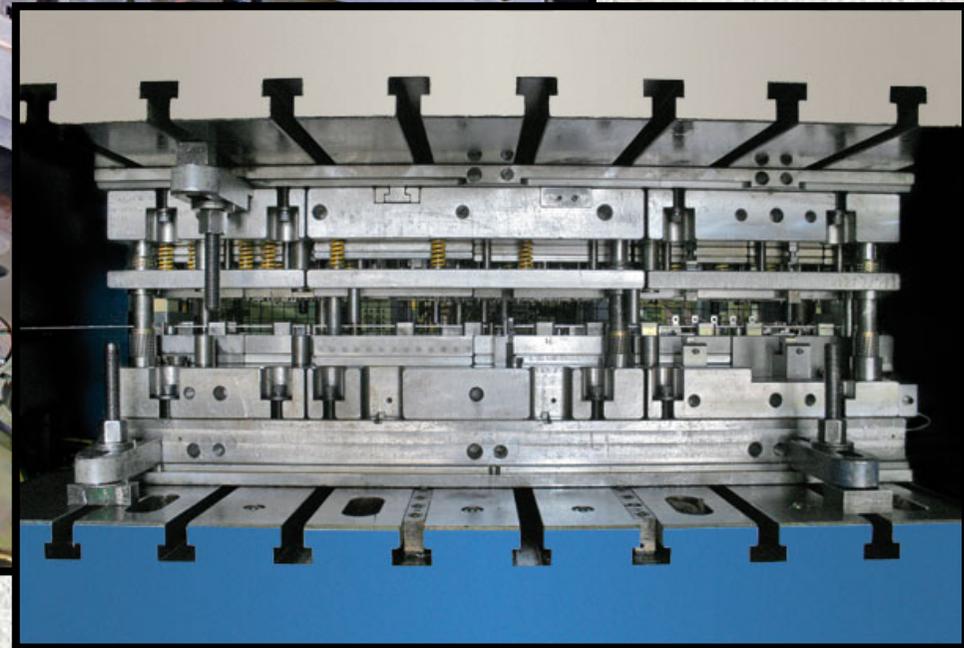
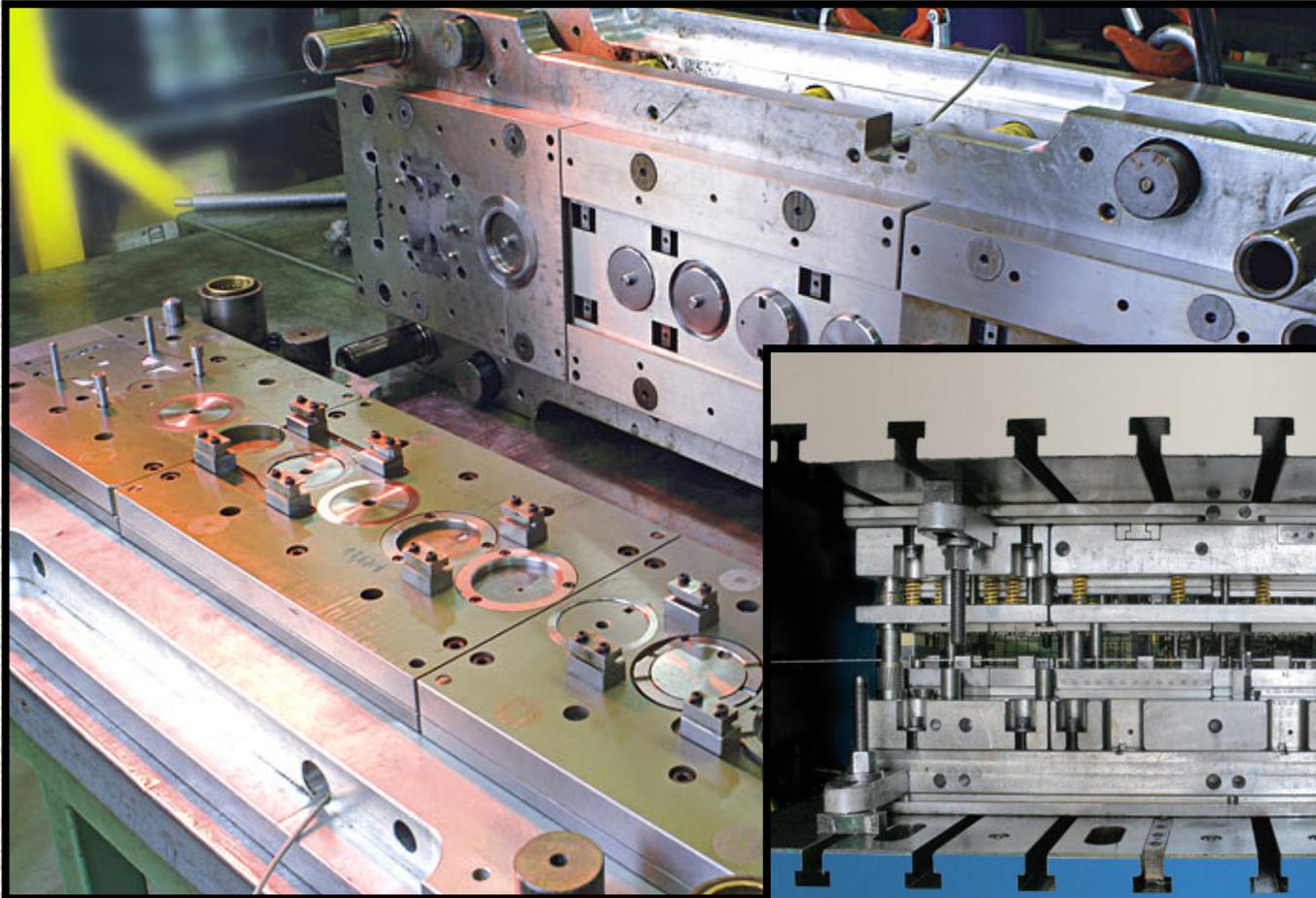
### 3.2 – Les procédés par déformation >> DECOUPE / EMBOUTISSAGE

Principe :



## 3.2 – Les procédés par déformation >> DECOUPE / EMBOUTISSAGE

L'outillage :



## 3.2 – Les procédés par déformation >> DECOUPE / EMBOUTISSAGE

Compte tenu du prix de l'outillage, l'emboutissage est envisageable pour :

- ✗ Unitaire
- ✗ Petite
- ✗ Moyenne
- ✓ Grande
- ✓ Très grande

## 3.2 – Les procédés par déformation >> les types.

### Principaux :

Découpe/emboutissage

Forge

### Autres :

Laminage

Repoussage

## 3.2 – Les procédés par déformation >> FORGEAGE

### Définition :

Ensemble des techniques permettant d'obtenir une pièce mécanique en appliquant une **force importante** sur une barre de métal, **à froid ou à chaud**, afin de la contraindre à **épouser la forme** voulue.

### Remarque :

Une **déformation plastique** du métal est opérée, c'est pourquoi tous les métaux ne se prêtent pas à la forge.

## 3.2 – Les procédés par déformation >> FORGEAGE

Différents types de forgeage :

Forge libre

Opération manuelle ;  
l'opérateur gère la  
force de frappe et la  
position du lopin ; il doit  
être qualifié.



Métaux non ferreux

matriçage

Métaux ferreux

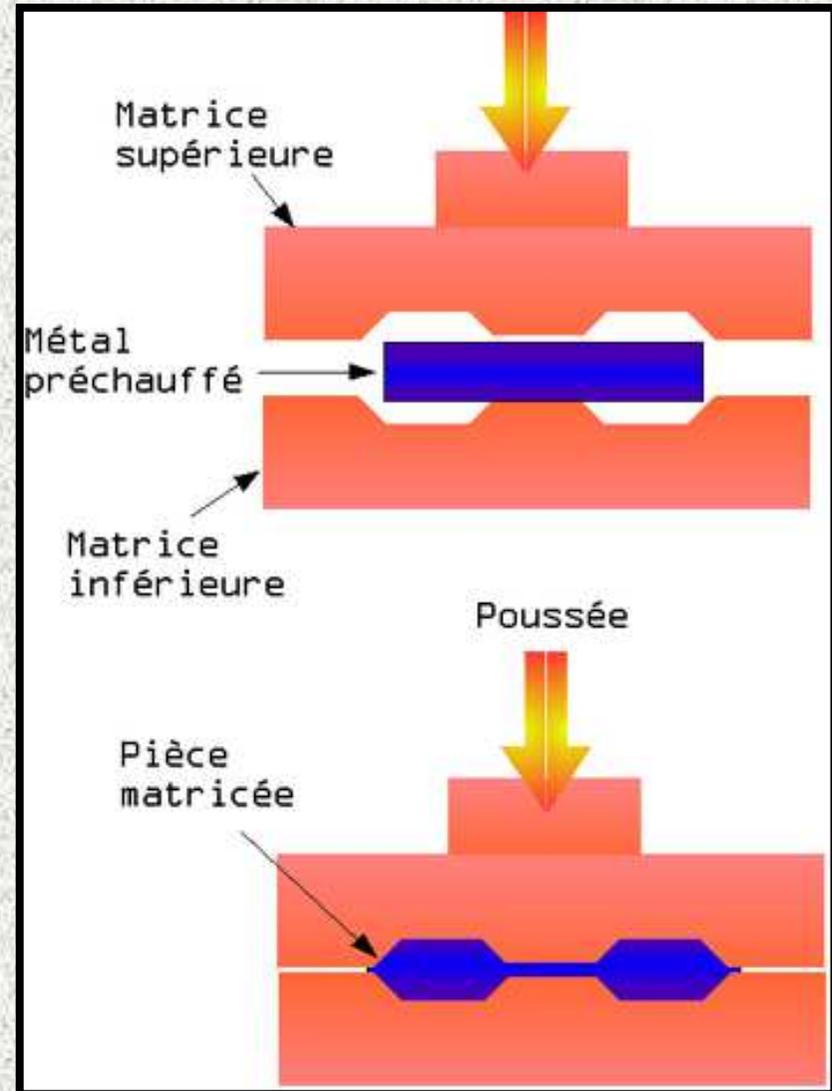
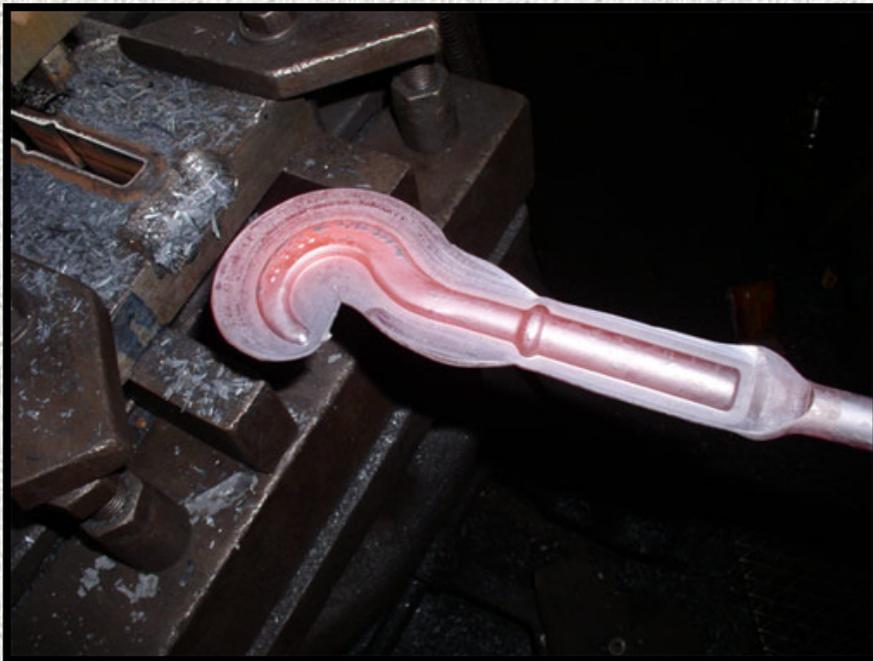
Estampage

Dans les deux cas, un outillage donne la  
forme à la pièce finale.



### 3.2 – Les procédés par déformation >> FORGEAGE

Principe (matriçage / estampage) :

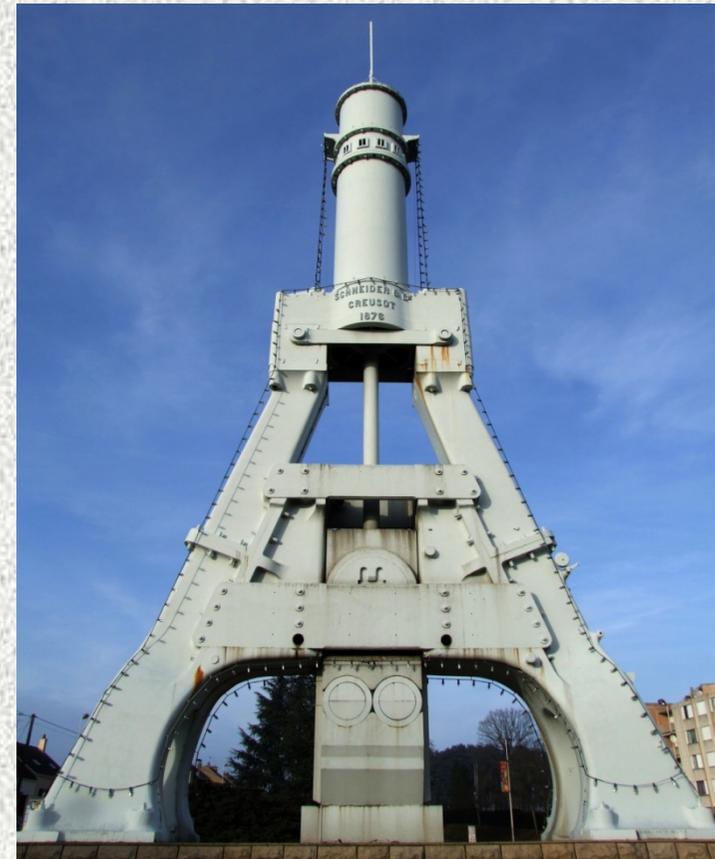


## 3.2 – Les procédés par déformation >> FORGEAGE

Machines : (forgeage libre)



Enclume



Marteau pilon

## 3.2 – Les procédés par déformation >> FORGEAGE

Machines : (matriçage / estampage)



Presse

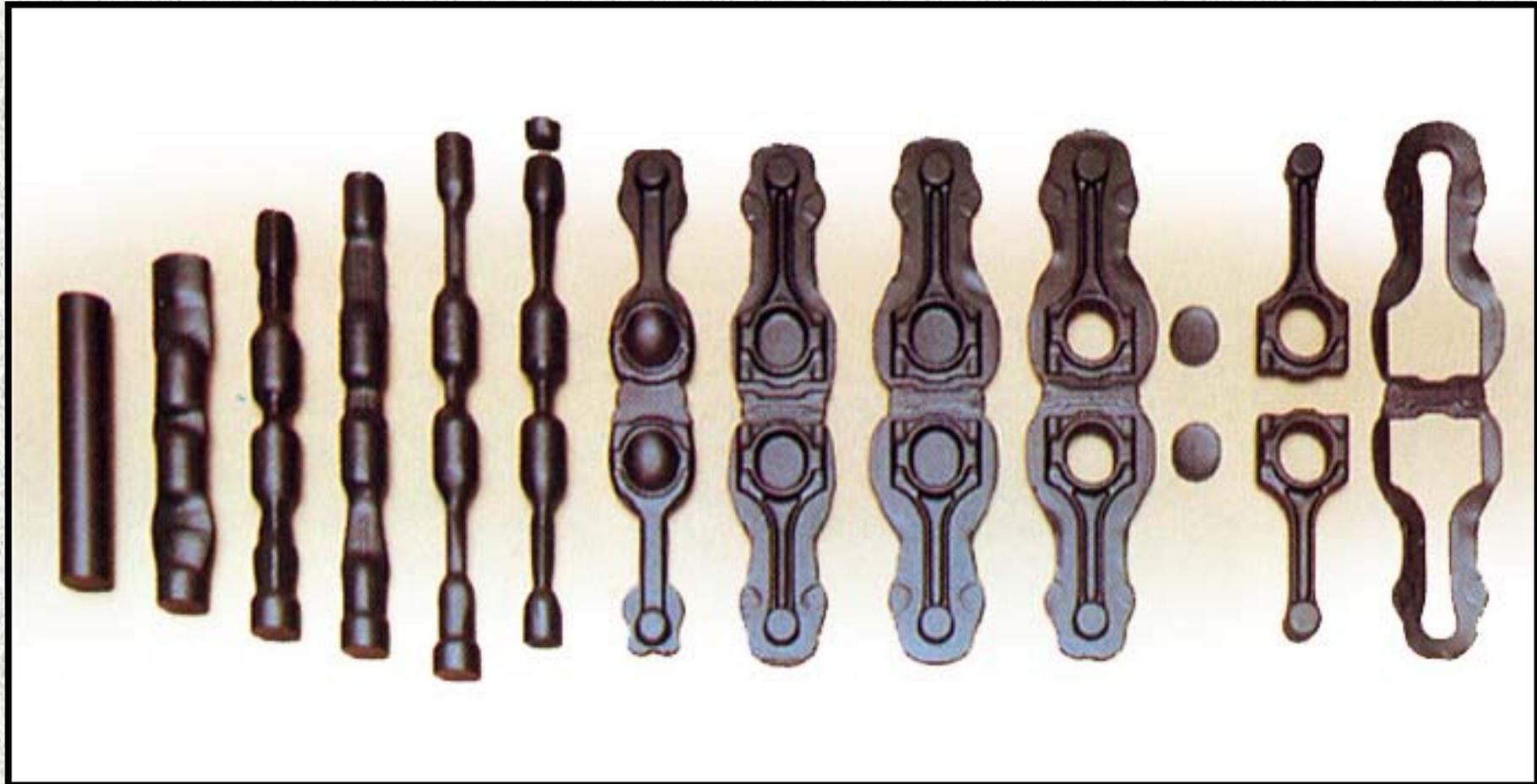
## 3.2 – Les procédés par déformation >> FORGEAGE

Exemples de pièces forgées :



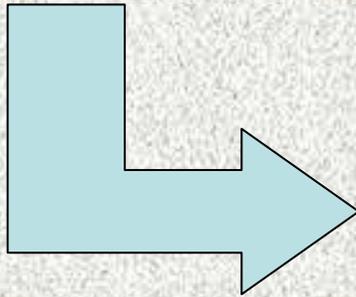
### 3.2 – Les procédés par déformation >> FORGEAGE

Plusieurs frappes sont souvent nécessaires :



### 3.2 – Les procédés par déformation >> FORGEAGE

Les surfaces fonctionnelles de la pièce sont ensuite reprises en usinage :



## 3.2 – Les procédés par déformation >> FORGEAGE

Compte tenu du prix de l'outillage, le forgeage (matriçage et estampage) est envisageable pour :

- ✘ Unitaire
- ✘ Petite
- ✘ Moyenne
- ✓ Grande
- ✓ Très grande

# SOMMAIRE

1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.

2 - Les critères de choix d'un procédé

3 – Les procédés

3.1 – Par enlèvement de matière

3.2 – Par déformation

3.3 – Par fusion

4 - Synthèse

### 3.3 – Les procédés par fusion >> les types

#### Principaux :

Injection plastique

Fonderie

#### Autres :

Thermoformage

Extrusion

### 3.3 – Les procédés par fusion >> INJECTION PLASTIQUE

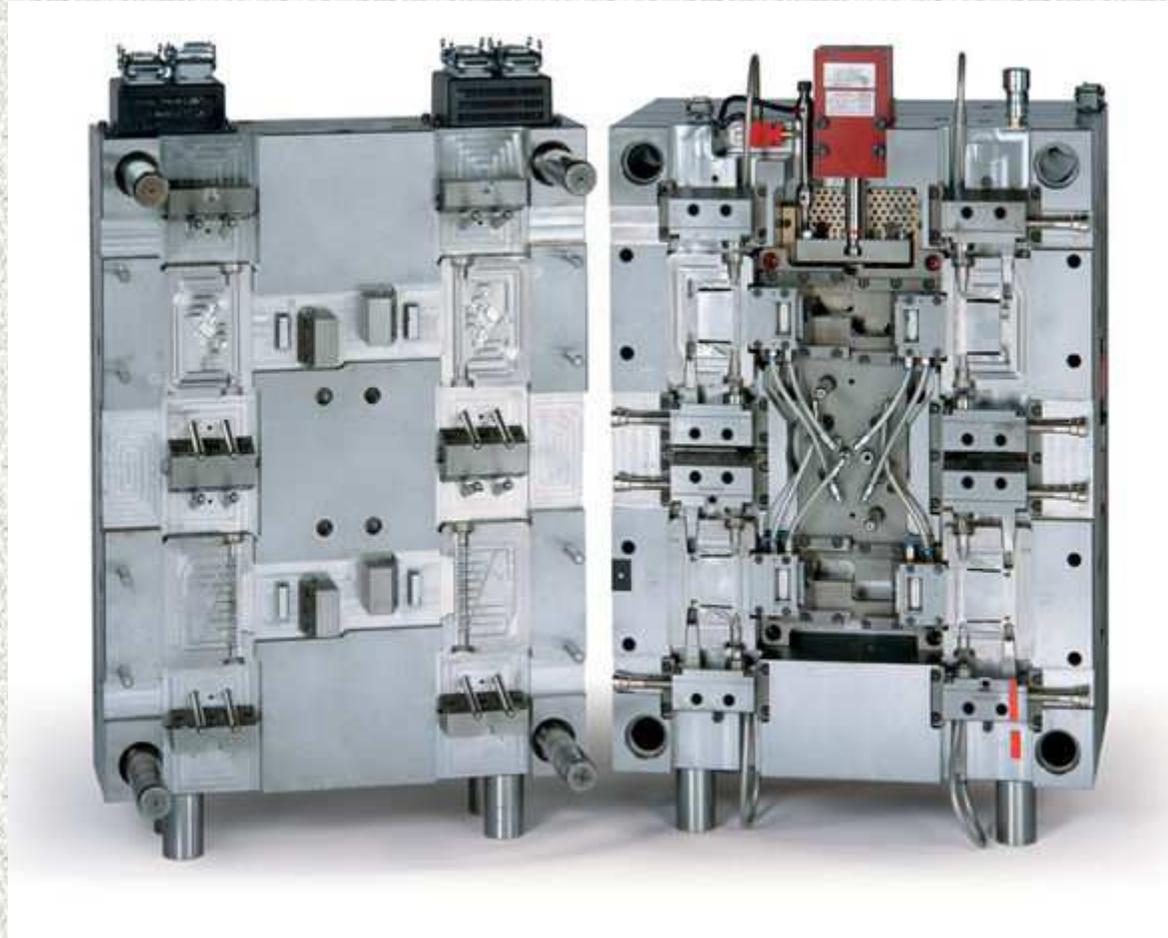
Outillage :



### 3.3 – Les procédés par fusion >> INJECTION PLASTIQUE

#### Outillage :

Les moules peuvent être très complexes (et donc très coûteux)



### 3.3 – Les procédés par fusion >> INJECTION PLASTIQUE

Machines : (presses à injecter)



### 3.3 – Les procédés par fusion >> INJECTION PLASTIQUE

Pièces obtenues :



### 3.3 – Les procédés par fusion >> INJECTION PLASTIQUE

Pièces obtenues : (micro-injection)



### 3.3 – Les procédés par fusion >> INJECTION PLASTIQUE

Compte tenu du prix de l'outillage, l'injection plastique est envisageable pour :

- ✗ Unitaire
- ✗ Petite
- ✗ Moyenne
- ✓ Grande
- ✓ Très grande

### 3.3 – Les procédés par fusion >> les types

#### Principaux :

Injection plastique

Fonderie

#### Autres :

Thermoformage

Extrusion

### 3.3 – Les procédés par fusion >> THERMOFORMAGE

Pièces obtenues :



### 3.3 – Les procédés par fusion >> les types

#### Principaux :

Injection plastique

Fonderie

#### Autres :

Thermoformage

Extrusion

### 3.3 – Les procédés par fusion >> LA FONDERIE

#### Définition :

Procédés de formage des métaux qui consiste à couler un métal dans un moule pour reproduire, après refroidissement, une pièce donnée (forme intérieure et extérieure).

#### Différents cas :

Moule métallique

Moule en sable

### 3.3 – Les procédés par fusion >> LA FONDERIE >> MOULE METALLIQUE

Le moule est métallique (en acier).

On parle aussi de moulage en coquille.

Un moule métallique peut produire plusieurs dizaines de milliers de pièces.

Les formes obtenues peuvent être complexes et les états de surface relativement bons.



### 3.3 – Les procédés par fusion >> LA FONDERIE >> MOULE METALLIQUE

Fonctionnement :



### 3.3 – Les procédés par fusion >> LA FONDERIE >> MOULE METALLIQUE

Pièces obtenues :



Les pièces obtenues s'appellent « bruts de fonderie » ; elles nécessitent souvent une reprise en usinage.

### 3.3 – Les procédés par fusion >> FONDERIE >> MOULE METALLIQUE

Compte tenu du prix de l'outillage, la fonderie en moule métallique est envisageable pour :

- ✘ Unitaire
- ✘ Petite
- ✓ Moyenne
- ✓ Grande
- ✓ Très grande

### 3.3 – Les procédés par fusion >> LA FONDERIE

#### Définition :

Procédés de formage des métaux qui consiste à couler un métal dans un moule pour reproduire, après refroidissement, une pièce donnée (forme intérieure et extérieure).

#### Différents cas :

Moule métallique

Moule en sable

### 3.3 – Les procédés par fusion >> LA FONDERIE >> MOULE EN SABLE

Le moule est réalisé en sable ; l'intérêt est de pouvoir faire des formes intérieures très complexes qui seraient indémoulables avec un moule métallique.

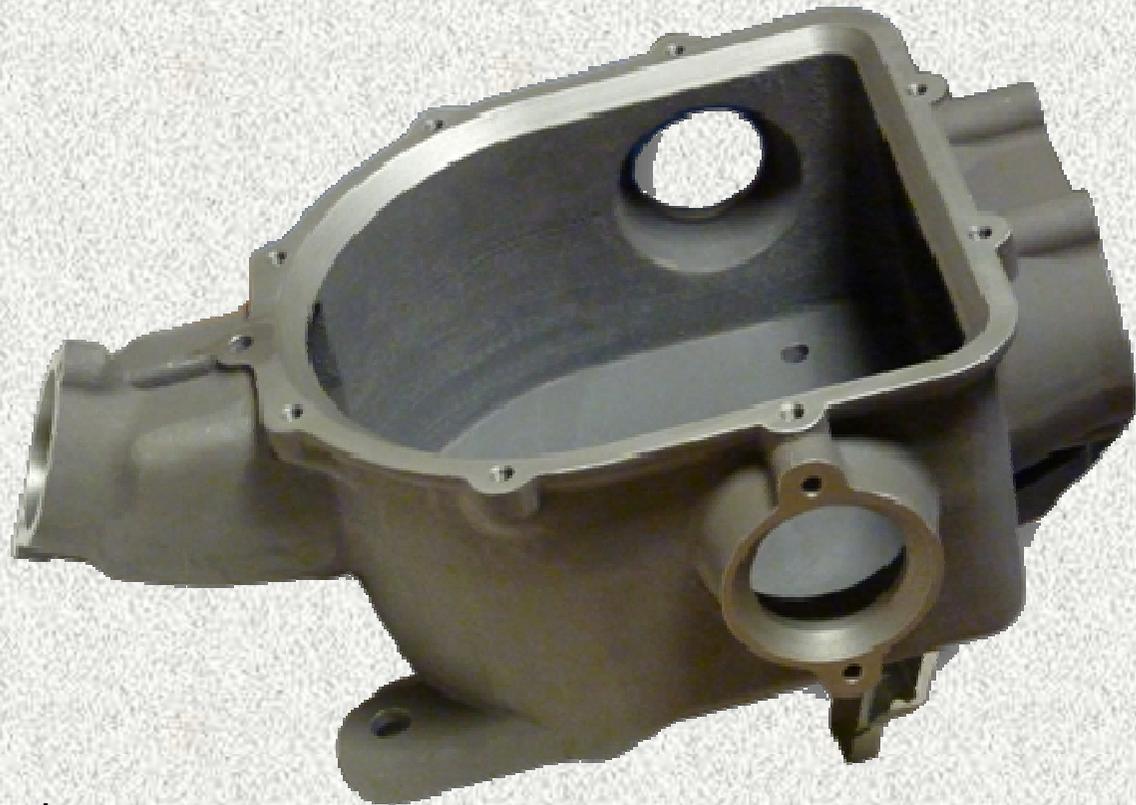
Un moule en sable produit une seule pièce ; il est nécessaire à chaque fois de recréer les châssis du moule (avec les modèles et les noyaux).

Les formes obtenues peuvent être très complexes et les états de surface sont moyens (plutôt rugueux).

Des reprises en usinage sont quasi-automatiques.

### 3.3 – Les procédés par fusion >> LA FONDERIE >> MOULE METALLIQUE

Pièces obtenues :



Les pièces obtenues s'appellent « bruts de fonderie » ; elles nécessitent souvent une reprise en usinage.

### 3.3 – Les procédés par fusion >> FONDERIE >> MOULE EN SABLE

La fonderie en moule en sable est envisageable pour :

- ✓ Unitaire
- ✓ Petite
- ✓ Moyenne
- ✓ Grande
- ✓ Très grande

Une étude au cas par cas est à faire.

# SOMMAIRE

1 – Rappel : position du choix d'un procédé dans le cycle de vie d'un produit.

2 - Les critères de choix d'un procédé

3 – Les procédés

3.1 – Par enlèvement de matière

3.2 – Par déformation

3.3 – Par fusion

4 - Synthèse

## 4 – Synthèse

### Types de série :

La notion de série dépend du marché (automobile, textile, etc.)

On peut toutefois retenir les ordres de grandeur suivants :

- Unitaire : de 1 à quelques dizaines
- Petite série : de quelques dizaines et  $< 1000$
- Moyenne série :
- Grande série : entre 10000 et 100000
- Très grande série :  $> 100000$

## 4 – Synthèse

### PROCEDES D'OBTENTION

Enlèvement de matière

Déformation

Fusion

Usinage

Etincelage

Forgeage

Découpe  
Emboutissage

Injection  
plastique

Fonderie

Tournage

Fil

Libre

Fluage

Extrusion

coquille

Fraisage

Electrode

Matriçage

Laminage

Extrusion  
soufflée

sable

Perçage

Rectification

Estampage

Décolletage

Plasma

Thermoformage