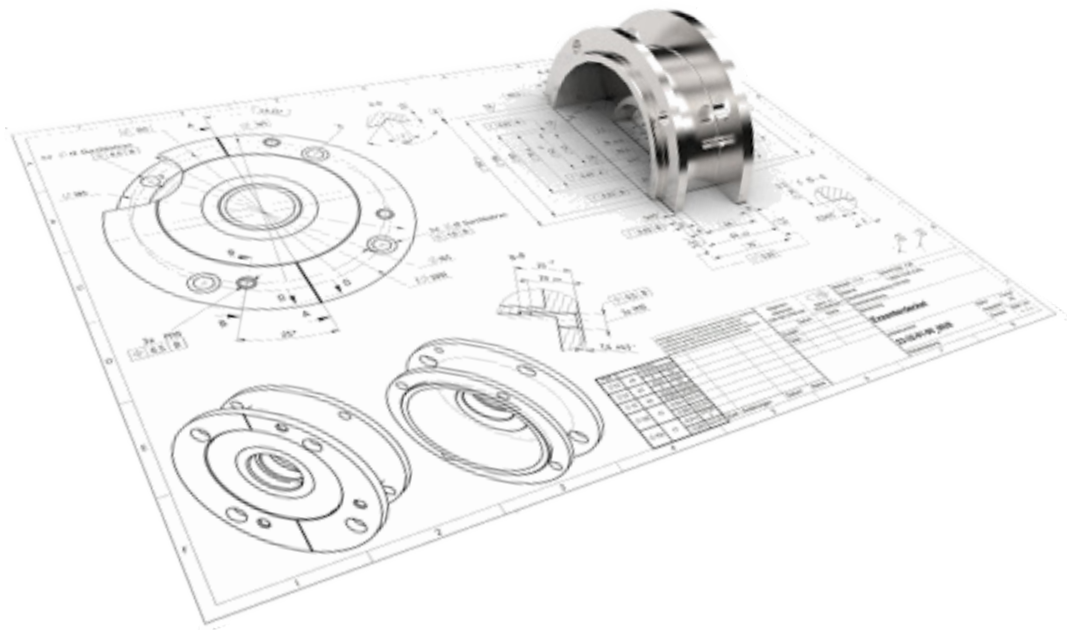




FABRICATION DES PIÈCES MÉCANIQUES



Compétences visées:

- G2-01** Choisir et ordonnancer des procédés de fabrication du matériau à la pièce finie.
- G2-02** Évaluer la capacité d'un procédé à réaliser une pièce plastique.
- G2-03** Évaluer la capacité d'un procédé à réaliser une pièce composite.
- G2-04** Évaluer la capacité d'un procédé à réaliser une pièce métallique.

Table des matières

1	Procédés d'obtention des pièces brutes	4
1.1	Procédés par déformation plastique	4
1.1.1	Laminage	4
1.1.2	Forgeage	4
1.1.3	Emboutissage	6
1.1.4	Extrusion	6
1.2	Fonderie	6
1.2.1	Moulage au sable	6
1.2.2	Moulage à moule permanent par gravité	7
1.2.3	Moulage à moule permanent sous pression	7
1.2.4	Moulage à la cire perdue	8
1.2.5	Principaux défauts à éviter	9
1.2.6	Règles de tracé des pièces moulées	9
1.3	Frittage	10
1.4	Soudage	11
1.5	Injection plastique	11
1.6	Fabrication additive - Impression 3D	12
2	Procédé d'obtention de produits finis par enlèvement de matière	13
2.1	Principe de formation du copeau	13
2.2	Le tournage	13
2.2.1	Définition des mouvements	13
2.2.2	Génération de surfaces	14
2.3	Le fraisage	15
2.3.1	Définition des mouvements	15
2.3.2	Génération de surfaces	16
2.4	Le perçage	19
2.5	Le brochage	19
2.6	Les axes des machines-outils	19
2.7	Les mouvements de translations : X, Y et Z	20
2.7.1	Les mouvements de rotations : A, B et C	20
2.7.2	Les directions	20
2.7.3	Les mouvements additionnels	20
2.7.4	Application	20
2.8	La mise en position des pièces	21
2.8.1	Normales de repérage	21
2.8.2	Mise en position isostatique	21



2.8.3	Montages d'usinages pour la MIP/MAP	24
3	Synthèse sur les procédés	27
4	Application : palan électrique	28



Introduction

L'objectif de ce cours est d'aborder un certain nombre de procédés de mise en forme des matériaux et d'étudier leur incidence sur la conception des pièces.

1 Procédés d'obtention des pièces brutes

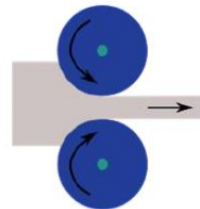
1.1 Procédés par déformation plastique

1.1.1 Laminage

Le laminage est un procédé qui permet d'obtenir des feuilles ou des profilés de géométrie variée, mais de section pleine. En général, le laminage est réalisé à partir de lingots provenant des hauts fourneaux qui ont été préalablement chauffés. On parle alors de laminage à chaud. Ces lingots passent alors entre des cylindres afin d'obtenir la pièce souhaitée.



(a) Exemple de sections obtenues par laminage



(b) Principe du laminage

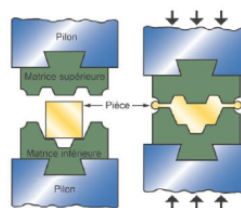
FIGURE 1 – Laminage

1.1.2 Forgeage

Le forgeage consiste en déformer un lopin par chocs ou pression grâce à un marteau-pilon.



(a) Lopin (pièce que l'on va déformer)



(b) Principe

FIGURE 2 – Forgeage

Parmi les procédés de forge existants, on peut distinguer :



Estampage : déformation d'une pièce en acier est entre deux matrices comportant des gravures. Cette technique est réservée aux pièces de **grande série** (coût des matrices).



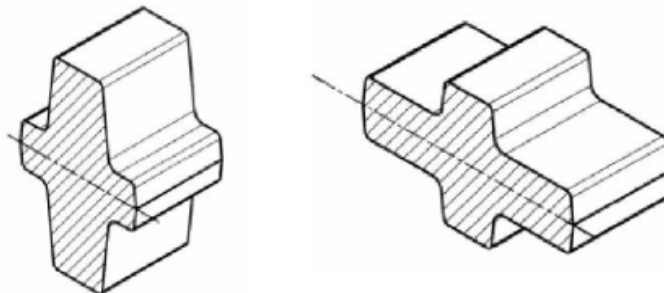
Matriçage : même principe que l'estampage mais pour des alliages non ferreux (aluminium, cuivre, titane) Cette technique est réservée aux pièces de **grande série** (coût des matrices).



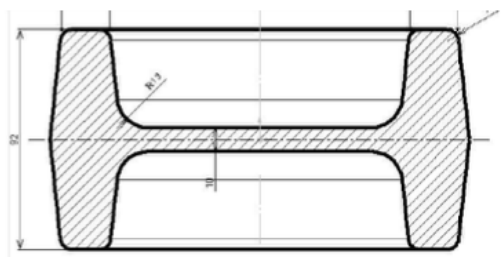
La forge libre : La pièce n'est pas placée dans une matrice destinée à obtenir les formes de la pièce finie. La forme définitive de la pièce est obtenue par une succession de déformations. La qualité du résultat dépend de l'habileté du forgeron. Cette technique est réservée aux pièces de **très petite série**.

Règles de tracé des pièces forgées :

- Le plan de joint contient la section de la pièce présentant la **surface maximale** :



- Les surfaces orthogonales au plan de joint doivent avoir des angles de dépouilles. Il ne faut **pas d'angles vifs**.

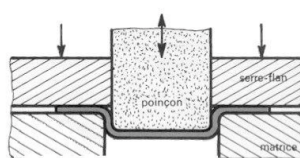


1.1.3 Emboutissage

L'emboutissage consiste en déformer un flan (feuille de métal / tôle) grâce à poinçon sur une matrice.



(a) Différentes étapes de l'emboutissage

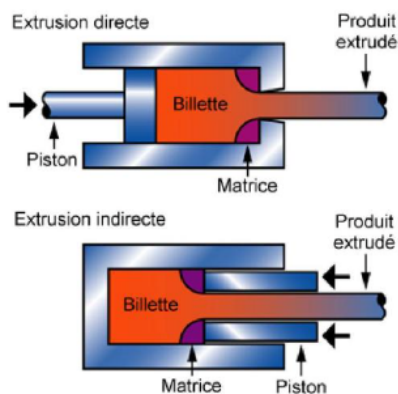


(b) Principe de l'emboutissage

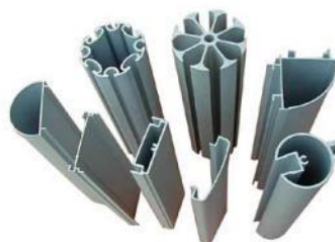
FIGURE 3 – Emboutissage

1.1.4 Extrusion

L'extrusion est un procédé au cours duquel on oblige la matière à passer dans un orifice de section déterminée.



(a) Principe de l'extrusion



(b) Exemple de pièces obtenues par extrusion

FIGURE 4 – Extrusion

1.2 Fonderie

La fonderie consiste à remplir d'alliage liquide une empreinte qui donne, après solidification et refroidissement, la forme et les dimensions souhaitées.

La température de fusion de l'outillage (moule) doit être largement supérieure à celle du métal moulé.

Matériaux à mouler	T° de fusion °C	Coef. de dilatation 10 ⁻⁶ m/°C	Dilatation en volume à T° de fusion	Densité
Aciers	1600	13	4%	7,8
Alliages de Nickel	1350	13	4%	8,4
Fontes	1400	15	5%	7,1
Bronze	1000	-	-	8,8
Alliages d'aluminium	650	26	10%	2,7
Matériaux d'outillage (moule)				
Aciers fortement alliés	1500	13	4%	7,9
Sable	2500	3	0.1 %	2,2
Céramique (moulage en cire perdue)	2300	5	0.2 %	3

1.2.1 Moulage au sable

Le moule est réalisé en sable. La haute température de fusion du sable permet de mouler des pièces en fonte ou en acier. Cette technique est réservée aux pièces de petite ou moyenne série.

Les étapes de réalisation sont les suivantes :



- Les formes extérieures de la pièce sont réalisées sur une pièce appelée modèle (par exemple en bois). Il est composé d'au moins 2 demi-modèles.
- Les formes intérieures de la pièce sont réalisées sur une pièce appelée noyau (en sable).
- Le demi-modèle est positionné dans un demi-châssis, face contre table. On va alors tasser du sable autour du modèle.
- La plaque est retournée. On y adjoint le second modèle et le second châssis ainsi que les organes de coulée. On tasse du sable autour du second demi modèle.
- On ouvre les châssis pour retirer le modèle (opération délicate, nécessité de dépouilles)
- On positionne le noyau.
- On referme le moule.
- On peut alors couler la pièce.
- Une fois le métal refroidi, on casse le moule en sable ainsi que le noyau pour récupérer la pièce.



FIGURE 5 – Moulage à moule au sable

1.2.2 Moulage à moule permanent par gravité

Le procédé de moulage en coquille consiste en réaliser un moule, généralement **en acier**. Un métal (autre que de l'acier) est coulé dans le moule. Une fois le métal refroidi, on ouvre le moule pour récupérer la pièce. Dans ce type de moulage, il est nécessaire que la température de fusion de la pièce soit inférieure à la température de fusion du moule.

Cette technique est réservée aux pièces de **grande série** (coût du moule).

1.2.3 Moulage à moule permanent sous pression

La fonderie sous pression consiste à injecter l'alliage liquide à grande vitesse dans un moule en acier et à appliquer une pression très importante (80 à 100 MPa) pendant toute la durée de la solidification.

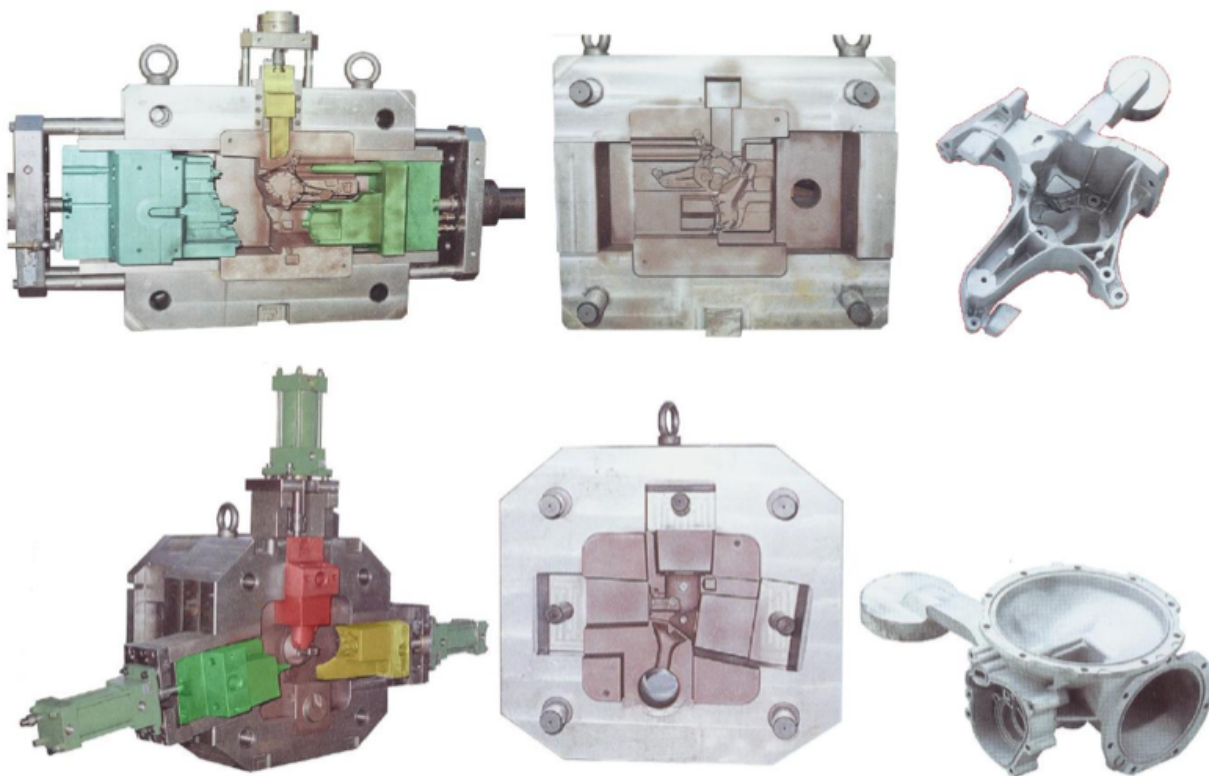
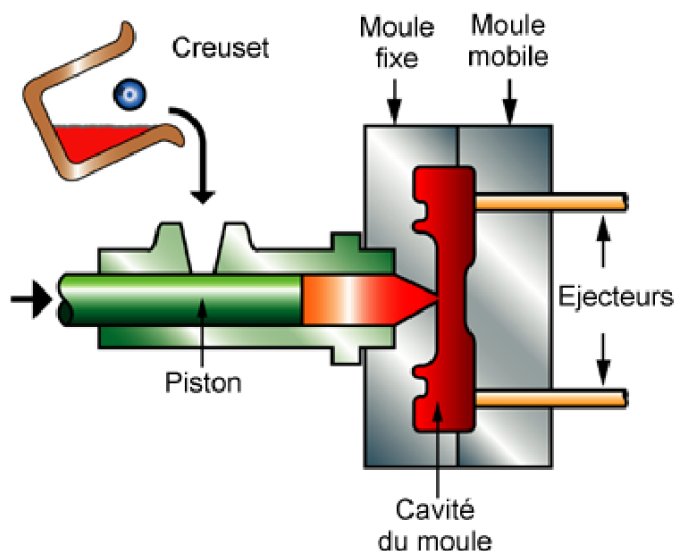


FIGURE 6 – Moulage à moule permanent

La fonderie sous pression possède de nombreux atouts. Elle permet de réaliser des **pièces très précises** et de **faible épaisseur** nécessitant moins d'usinage ultérieur qu'avec les autres procédés de fonderie. Par contre, le niveau de santé interne est en général moins bon qu'en moulage sable ou coquille. De plus, la fonderie sous pression ne permet pas de positionner des noyaux destructibles en sable et donc de réaliser des zones creuses non démoulables comme avec les autres procédés de fonderie.

1.2.4 Moulage à la cire perdue

Le moulage à la cire perdue est souvent utilisé pour des **séries importantes de petites pièces**. Un modèle en cire est généralement obtenu en grappe, par moulage ou par impression 3D. La grappe de modèle est ensuite recouverte de sable, ou de plâtre. Lors du coulage du métal dans le moule, la cire fond et laisse place au métal. On récupère ensuite les pièces par destruction du moule.



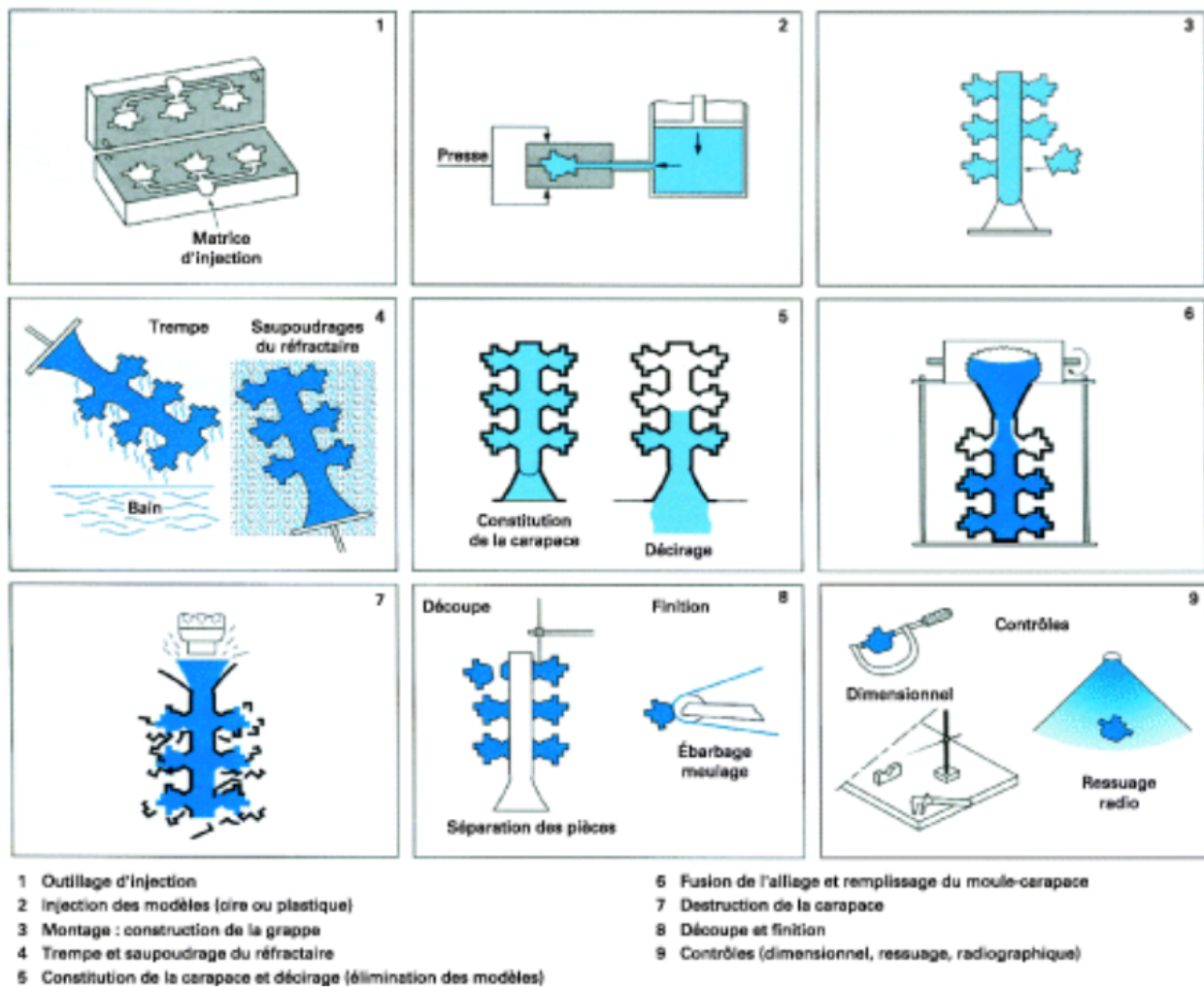


FIGURE 7 – Moulage à la cire perdue

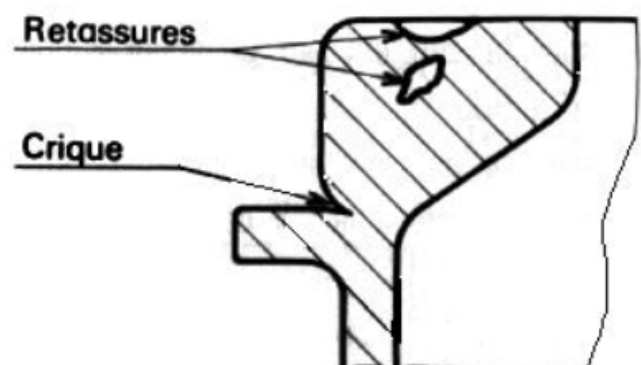
1.2.5 Principaux défauts à éviter

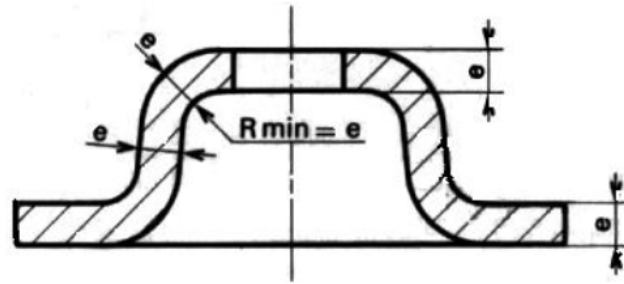
Retassures : cavités se formant à l'intérieur ou à l'extérieur des pièces durant la solidification. On les trouve dans les zones restées liquides en dernier.

Criques : ruptures ou déchirure du métal qui se produisent pendant le refroidissement. Elles se forment dans les zones en cours de solidification entourées de zones solidifiées effectuant un retrait à l'état solide.

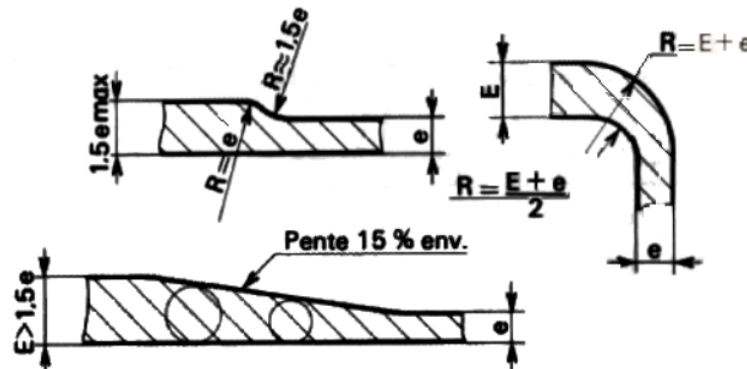
1.2.6 Règles de tracé des pièces moulées

- Dessiner des pièces d'épaisseur aussi régulière que possible. Les épaisseurs à considérer étant celles des pièces brutes, et non celles des pièces usinées. Éviter les angles vifs en les remplaçant par des arrondis et congés de raccordement.

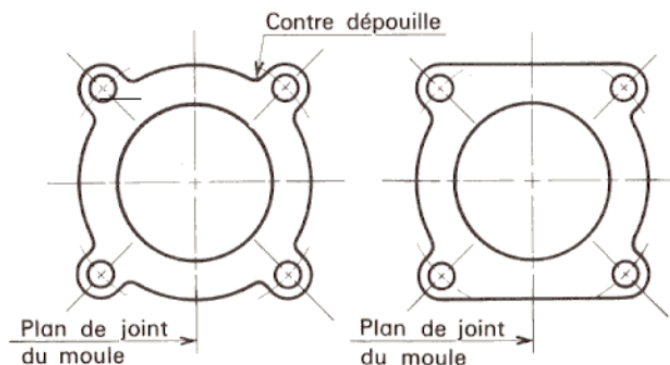




- Si la configuration de la pièce exige des variations d'épaisseur, il faut éviter les variations brusques : passer progressivement d'une épaisseur à une autre.



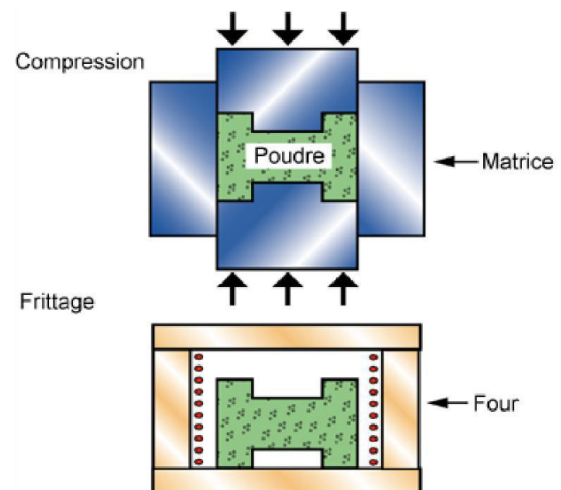
- Tenir compte du sens de démoulage du modèle ou de la pièce. Faciliter le moulage en évitant les contre-dépouilles.



1.3 Frittage

Le frittage est utilisé pour mettre en forme des poudres (par exemple des céramiques). La poudre est mise dans un moule puis chauffée à une température inférieure à la température de fusion. Sous l'effet de la chaleur et grâce au phénomène de diffusion, la poudre va s'agglomérer pour former une pièce.

Les coussinets en bronze sont notamment obtenus par frittage. La pièce obtenue possède des porosités qui vont être comblées par de l'huile. Lors du fonctionnement l'huile est restituée assurant ainsi la lubrification du coussinet.

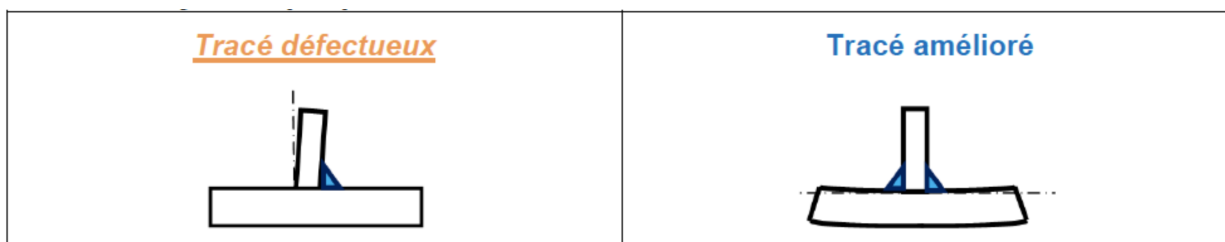


1.4 Soudage

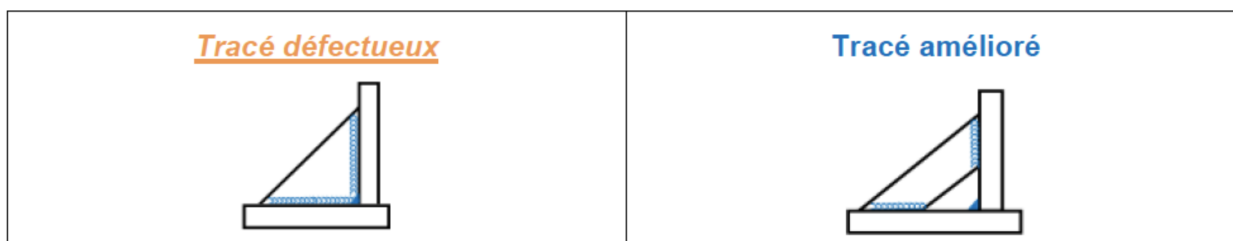
Souder c'est assembler de façon définitive une ou plusieurs pièces en assurant entre elles la continuité de la matière. En termes de conception, il est nécessaire d'utiliser un maximum de profilés du commerce. Des adaptations locales pourront être envisagées à travers des usinages ou des déformations locales de produits plats.

Quelques règles de conception :

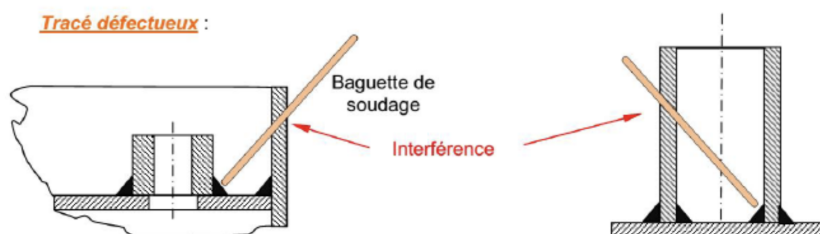
- Soudure symétrique pour limiter la déformation



- Limiter les concentrations de soudure



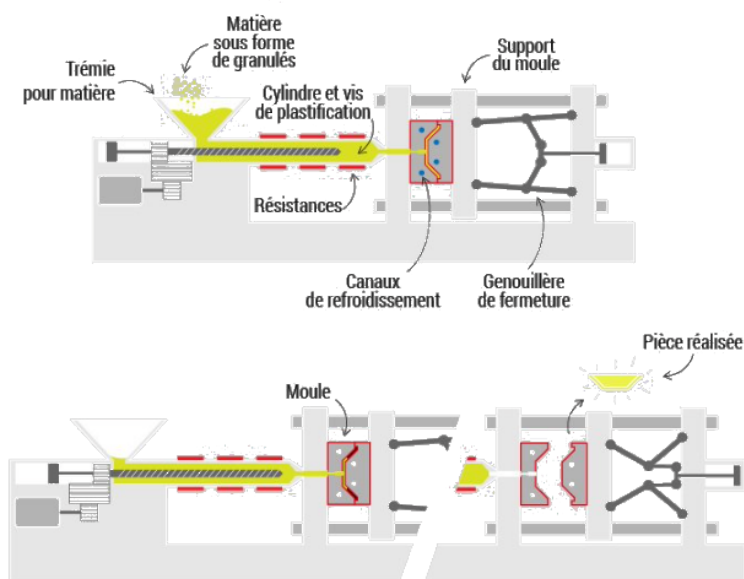
- Accessibilité du cordon de soudure



1.5 Injection plastique

Le procédé d'injection plastique permet de produire très rapidement des pièces plastiques. La matière plastique en fusion est injectée dans un moule puis se solidifie pour former le produit fini.

Les outillages utilisés doivent être réalisés avec une très grande précision, car tous les défauts se retrouveront sur les pièces injectées. Ce procédé est fait pour les grandes séries et de nombreux matériaux plastiques peuvent être utilisés.

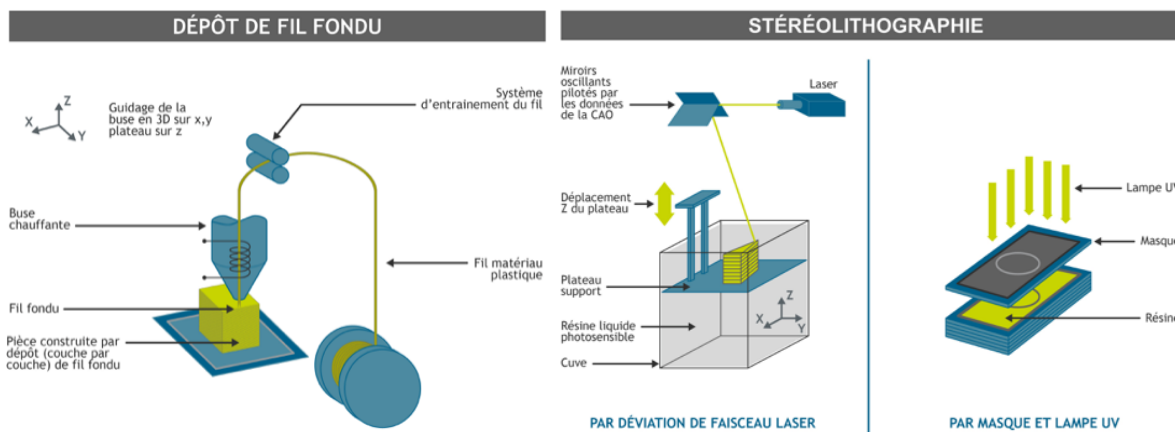


1.6 Fabrication additive - Impression 3D

La fabrication additive, permet de fabriquer couche par couche une pièce mécanique par ajout de matière. Ces fines couches sont déposées successivement en les fixant les unes sur les autres par différentes méthodes.

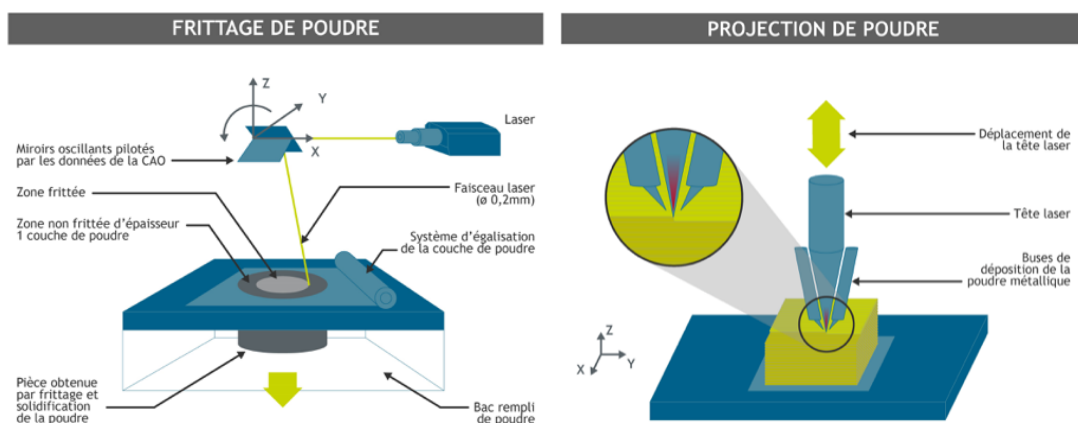
Dépôt de fil fondu Cette technique consiste à faire fondre un filament de thermoplastique à travers une buse chauffée à une température variant entre 160 et 400 °C suivant la température de plasticité du polymère. Le fil en fusion, d'un diamètre de l'ordre du dixième de millimètre, est déposé sur le modèle et vient se coller par re-fusion sur la couche précédente.

Stéréo-lithographie Cette technique, consiste à polymériser une résine photosensible par projection d'UV.



Projection de matière Cette technique consiste à projeter un jet de matière en fusion, à l'image d'une impression jet d'encre classique.

Fusion sur lit de poudre Cette technique consiste à solidifier à partir d'une fine couche de poudre le contour désiré. La solidification peut être faite par polymérisation, fusion par échauffement laser, ou projection de liant.



Les matériaux pouvant être imprimés en 3D sont de diverses natures, thermoplastiques, polymères, métaux, céramiques.

2 Procédé d'obtention de produits finis par enlèvement de matière

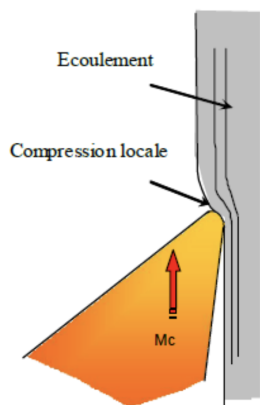
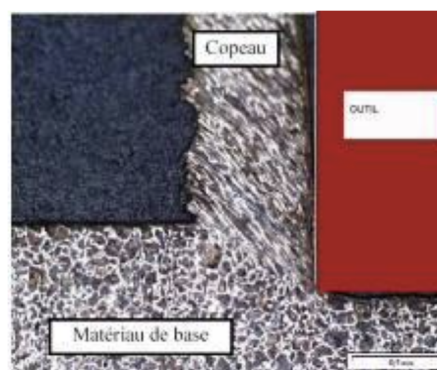
Dans de nombreux cas, les moyens de production de **pièces brutes** (forgeage, moulage, ...) ne permettent pas toujours d'obtenir la précision demandée à la pièce finie. Il faut alors usiner la pièce brute en enlevant de la matière : c'est l'usinage par **enlèvement de matière**.



L'usinage peut aussi être réalisé à partir de bruts issus de laminage (barres, lopins, plaques).

2.1 Principe de formation du copeau

Il s'agit d'interposer un outil dans un écoulement de matière solide. Ce mouvement relatif est nommé mouvement de coupe MC. La perturbation de l'écoulement par la présence du taillant de l'outil crée une séparation au niveau de l'arête tranchante. La matière déviée et donc déformée va constituer le copeau qui s'écoule sur la face de coupe de l'outil.



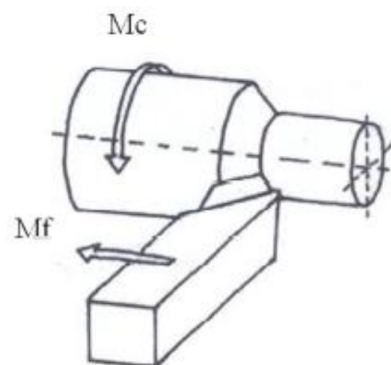
Pour assurer la déviation de la matière, il faut une épaisseur minimale à ôter (copeau mini). Dans le cas contraire, il n'y a plus de coupe mais une compression plastique et un écoulement local. C'est pour cela que l'on rajoute des surépaisseurs d'usinage sur les formes brutes.

2.2 Le tournage

2.2.1 Définition des mouvements

- Le mouvement de rotation rapide est donné à la pièce (M_c) ;
- Le mouvement de translation lent est donné à l'outil (M_f).

Le mouvement de coupe (M_c) La pièce est animée d'un mouvement de rotation destiné à assurer la vitesse nécessaire à la coupe du métal par l'outil : V_c .



V_c est la vitesse tangentielle de la pièce (en rotation) et l'outil (fixe).
 V_c est exprimée en m/min. Mais sur certaines machines, ce n'est pas V_c que l'on règle mais la fréquence de rotation N de la pièce en tr/min.

$$N = \frac{1000V_c}{\pi D}$$

Où D est le diamètre de la pièce (en mm).

Le mouvement d'avance (M_f) L'outil est animé d'un mouvement de translation qui permet la formation du copeau et l'usinage de l'ensemble de la surface.

L'avance f est exprimée en mm/tr. Ordre de grandeur :

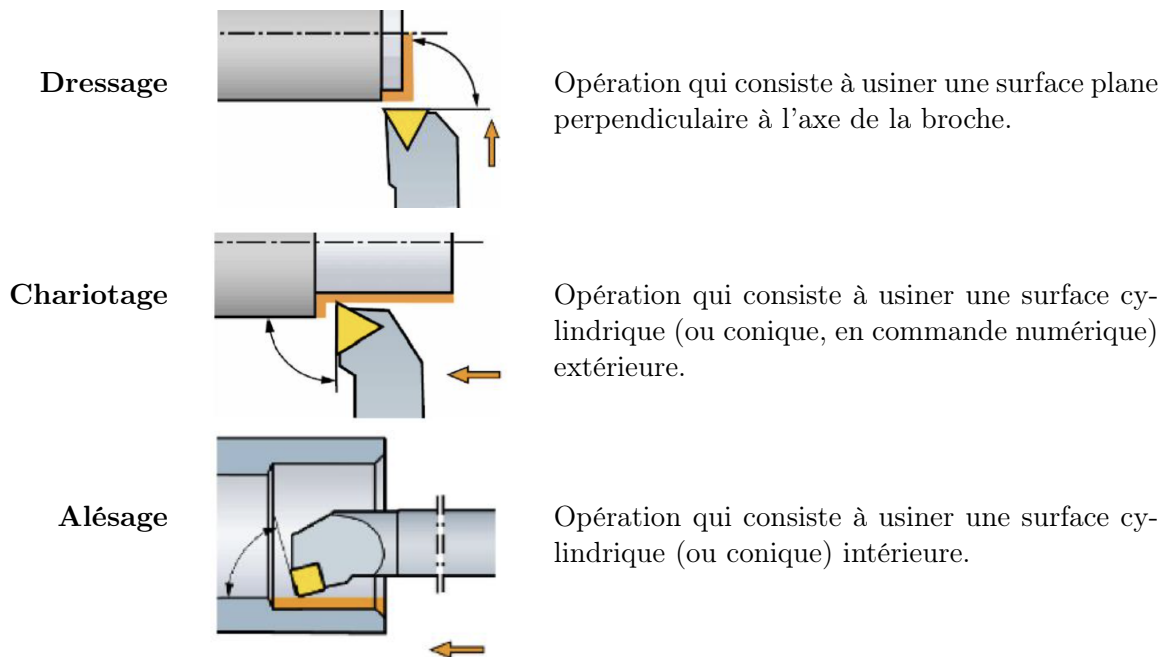
- $f_{mini} = 0,05$ mm/tr
- $f_{conseille} = 0,1$ mm/tr
- $f_{maxi} = 0,5$ mm/tr

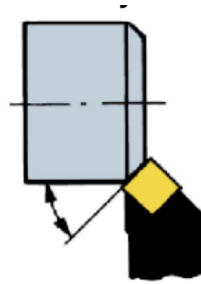
2.2.2 Générations de surfaces

Modes de travail

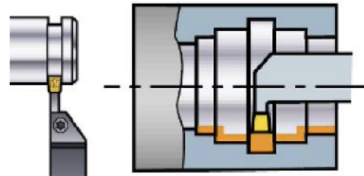
- **Travail de forme** : c'est une ligne de l'arête qui enlève la matière. C'est la forme de l'arête coupante qui donne sa forme à la pièce. Dans ce cas tout défaut de l'arête sera reproduit sur la pièce.
- **Travail d'enveloppe** : L'usinage d'enveloppe lorsque c'est un point de l'arête qui enlève la matière. C'est la trajectoire de l'outil qui donne sa forme à la pièce. La génératrice de la pièce peut être quelconque : la trajectoire de l'outil est obtenue par le déplacement simultané.

Opérations d'usinage

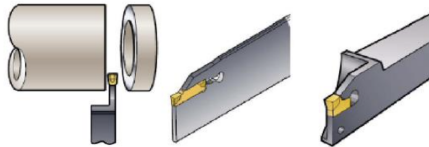


Chanfreinage

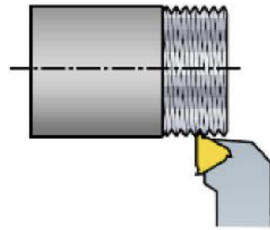
Opération qui consiste à usiner un cône de petite dimension de façon à supprimer un angle vif.

Rainurage

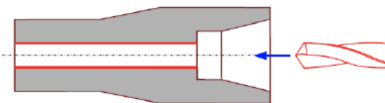
Opération qui consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure pour le logement d'un clips ou d'un joint torique, par exemple.

Tronçonnage

Opération qui consiste à usiner une rainure jusqu'à l'axe de la pièce afin d'en détacher un tronçon.

Filetage

Opération qui consiste à réaliser un filetage

Perçage

Opération qui consiste à usiner un trou à l'aide d'un foret

2.3 Le fraisage

2.3.1 Définition des mouvements

- Le mouvement de rotation rapide est donné à l'outil (M_c);
- Le mouvement de translation lent est donné à la pièce (M_f).

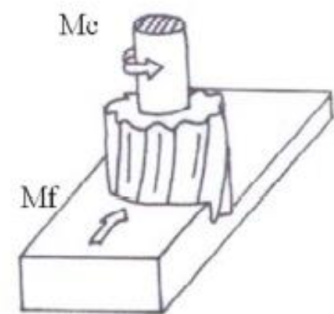
Le mouvement de coupe (M_c) La pièce est fixe et l'outil (fraise) est animé d'un mouvement de rotation destiné à assurer la vitesse V_c nécessaire à la coupe du métal par l'outil.

Elle dépend essentiellement de la matière de l'outil et de la matière de la pièce (couple outil/matière)

V_c est donc la vitesse tangentielle de l'outil (tournant). V_c est exprimée en m/min. Mais sur certaines machines, ce n'est pas V_c que l'on règle mais la fréquence de rotation N de l'outil en tr/min.

$$N = \frac{1000V_c}{\pi D}$$

Où D est le diamètre de la fraise.



Le mouvement d'avance (M_f) L'avance est le mouvement de translation (lent) relatif entre la pièce et l'outil. Elle est notée f_z .

L'avance est exprimée en mm/dent

Usuellement, sur les machines, ce n'est pas f_z qui est réglé, mais V_f en mm/min.

$$V_f = N f_z Z$$

Ordre de grandeur : $0,05 < f_z < 0,5$ mm/dent

2.3.2 Générations de surfaces

Outils Mise à part leurs dimensions, on distingue les outils de fraisage en fonction de 4 critères :

- Type d'outil : Monobloc ou Plaquettes amovibles
- Forme de l'outil : cylindrique, conique, sphérique, ...
- Nombre de directions d'arêtes actives : 1, 2 ou 3 Tailles
- Direction des arêtes par rapport à l'axe de la fraise : Droite, hélicoïdale ou alternée.



Fraise 1 taille monobloc



Fraise à plaquette

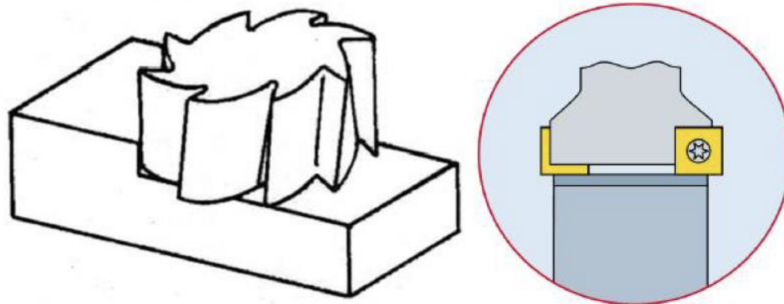


Fraise 3 taille monobloc

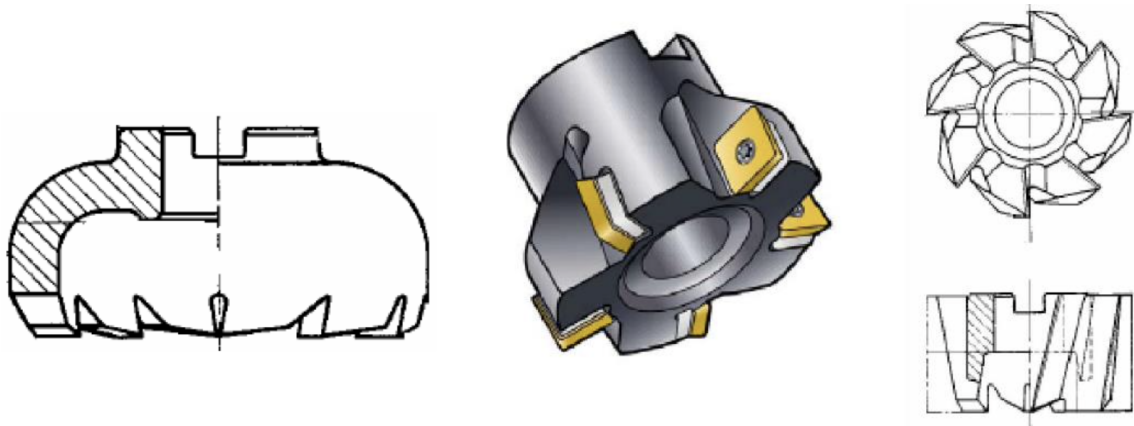
Ces critères nous renseignent sur le type d'opérations auquel il est dédié :

Opérations d'usinage

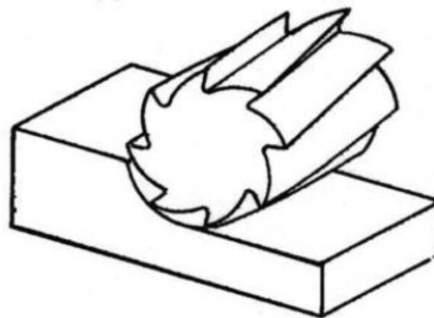
- **Fraisage en bout (ou de face)** : L'axe de la fraise est placé perpendiculairement à la surface à usiner. La fraise coupe avec son diamètre, mais aussi avec sa partie frontale. Les copeaux sont d'épaisseur constante, ainsi la charge de la machine est plus régulière.



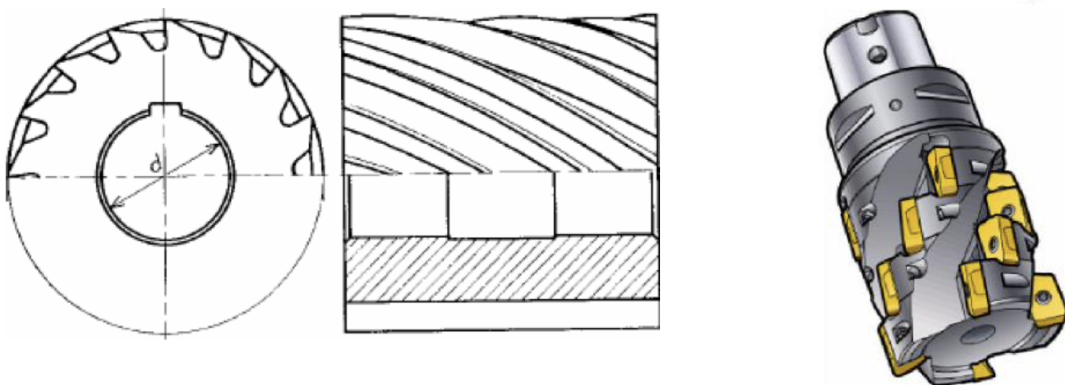
Exemple d'outils utilisés :



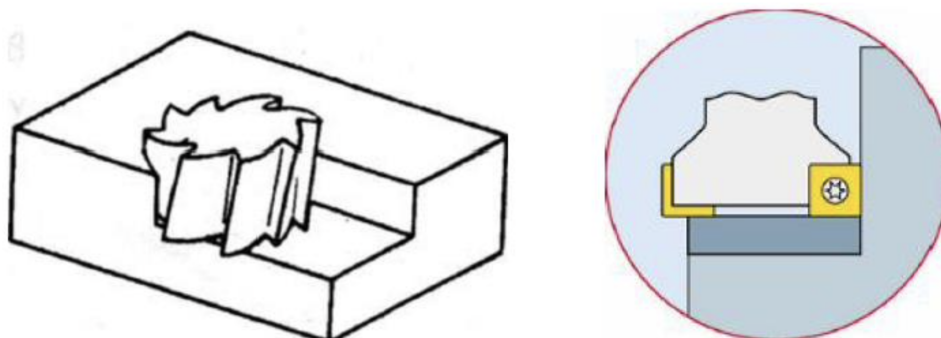
- **Fraisage en roulant (ou de profil) :** L'axe de la fraise est placé parallèlement à la surface à usiner. La fraise coupe avec sa partie latérale. C'est la solution utilisée pour la réalisation de surfaces complexes : moules, prothèses etc... On utilisera dans ce dernier cas une fraise sphérique.



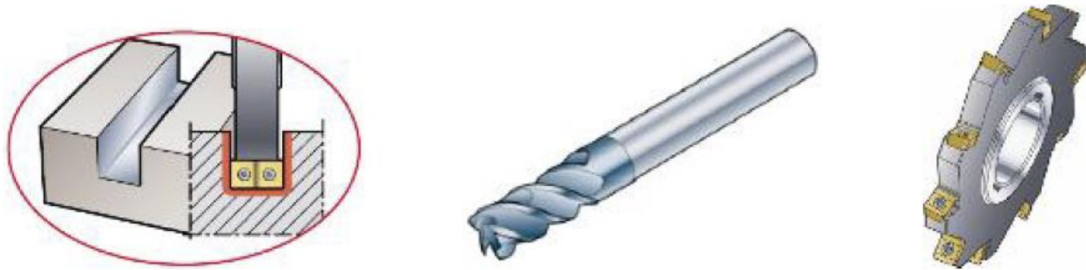
Exemple d'outils utilisés :



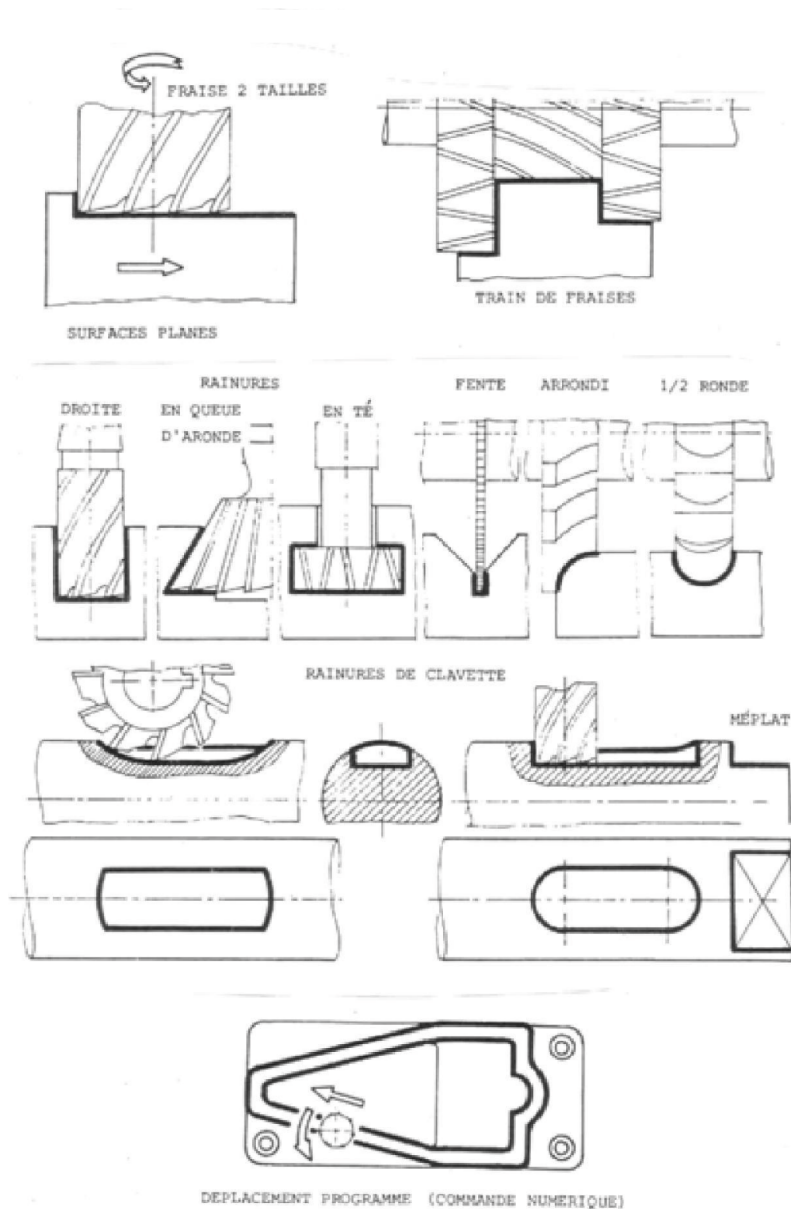
- **Surfaçage-dressage (ou fraisage combiné) :** Les deux parties de la fraise deux tailles travaillent.



- **Rainurage** : opération qui consiste à réaliser une rainure.



- **Contournage** : opération qui permet notamment la réalisation de poche. Les outils utilisés sont sphériques.



2.4 Le perçage

L'opération de perçage consiste en la réalisation d'un trou cylindrique, suivant la qualité de ce dernier, plusieurs étapes sont nécessaires. Pour obtenir un perçage de bonne qualité, on utilise une gamme d'outils permettant de réaliser ce qu'on appelle un alésage. Les opérations d'usinage en perçage permettant d'obtenir un alésage sont :

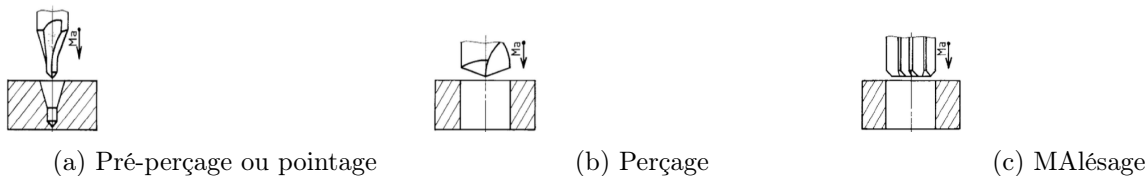
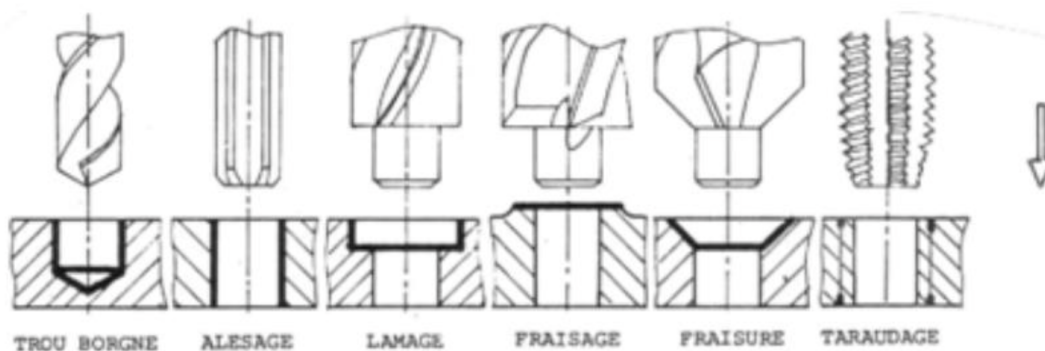
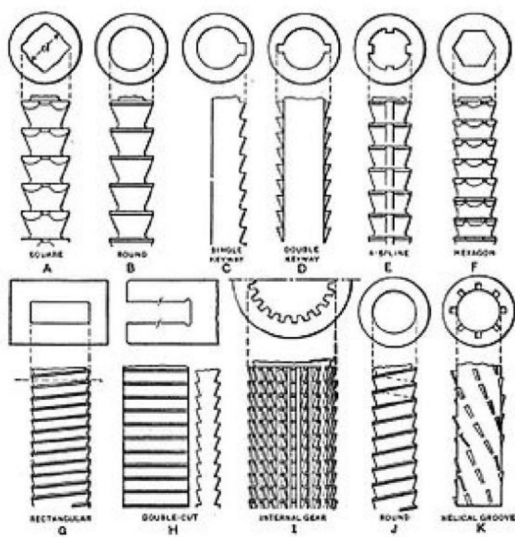


FIGURE 8 – Réalisation d'un alésage

Autre opérations de perçage :



2.5 Le brochage



2.6 Les axes des machines-outils

La norme NF Z 68-020 définit un système de coordonnées machine et les mouvements de la machine de telle façon qu'un programmeur puisse décrire les opérations d'usinage sans avoir à distinguer si l'outil s'approche de

la pièce ou la pièce de l'outil. Ce système d'axes peut être défini d'après cette norme pour n'importe quel type de machine. Cette normalisation est notamment nécessaire pour garantir l'interchangeabilité des programmes sur plusieurs machines différentes.

2.7 Les mouvements de translations : X, Y et Z

- **Axe Z** : L'axe Z est parallèle à la broche principale de la machine. Lorsque la broche principale est pivotante ou orientable, l'axe Z doit être parallèle à l'axe de la broche quand cette dernière est dans la position zéro. La position zéro de référence est de préférence celle où la broche est perpendiculaire à la surface de bridage de la pièce.
- **Axe X** : Quand cela est possible, l'axe X doit être horizontal et parallèle à la surface de bridage de la pièce. Pour les machines avec des pièces en rotation, l'axe X doit être radial et parallèle aux glissières du chariot transversal.
- **Axe Y** : L'axe Y de mouvement forme avec les axes X et Z un trièdre de sens direct.

2.7.1 Les mouvements de rotations : A, B et C

Les angles A, B et C définissent les mouvements de rotation effectués respectivement autour d'axes parallèles à X, Y et Z.

2.7.2 Les directions

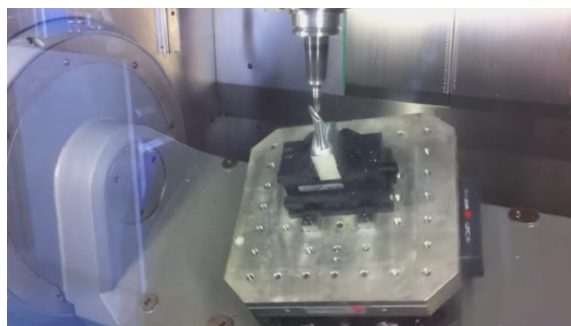
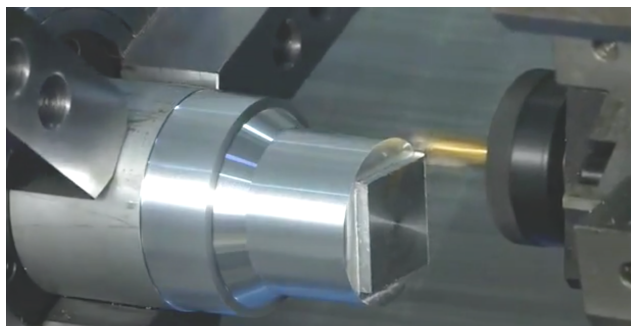
Le sens positif des axes est défini de manière telle qu'un mouvement dans une direction positive d'axes de translation ou de rotation, augmente les valeurs positives de la position de la pièce par rapport à la machine.

2.7.3 Les mouvements additionnels

- **Mouvements de translation** : Quand, en plus des mouvements de translation primaire X, Y et Z, il existe des mouvements de translation secondaires parallèles à ceux-ci, ils seront respectivement désignés par U, V et W ;
- **Mouvements de rotation** : Quand, en plus des mouvements de rotation primaires A, B et C, il existe des mouvements de rotation secondaires parallèles ou non à A, B et C, ceux-ci seront désignés par les lettres D ou E.

2.7.4 Application

Après avoir vu la vidéo des machines-outils suivantes, indiquer et repérer leurs axes.



2.8 La mise en position des pièces

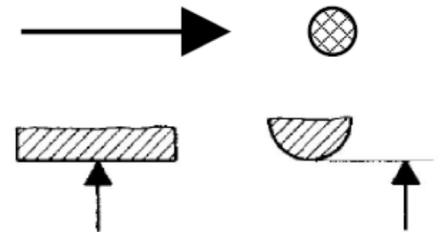
Lors de toute opération d'usinage, la pièce à usiner doit être complètement immobilisée par rapport à la machine. Pour cela, le montage d'usinage doit assurer plusieurs fonctions :

- positionner la pièce par rapport à la machine, en supprimant chaque degré de liberté (DDL) de la pièce (**MI**se en **P**osition),
- maintenir la pièce en position pendant l'usinage, afin de l'empêcher de se déplacer, fléchir ou vibrer, sous l'effet des efforts de coupe (**MA**intien en **P**osition).

Afin de permettre la réalisation des cotes fonctionnelles ainsi que la répétitivité du positionnement de la pièce par rapport à la machine lors de la réalisation d'une série de pièces, on recherche le nombre de contacts nécessaires et suffisants au positionnement.

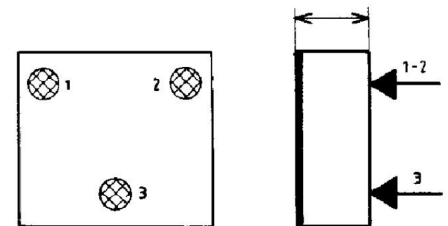
2.8.1 Normales de repérage

Afin d'éliminer les différents degrés de liberté on oppose, à chaque possibilité de mouvement, un contact ponctuel représenté par une **normale de repérage** (vecteur normal à la surface considérée). La norme NFE 04-013 définit la **représentation symbolique** des normales de repérage (figure ci-contre).



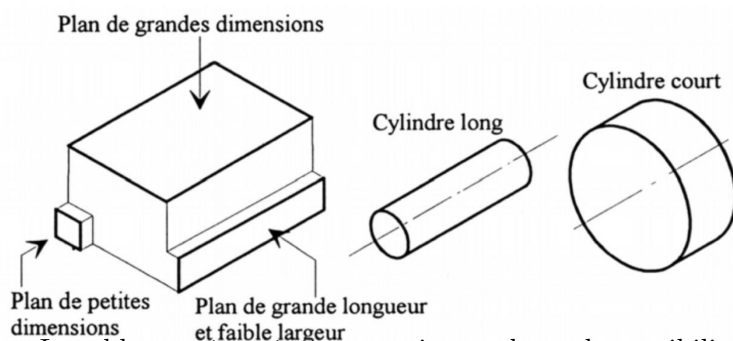
Le symbole de base est placé du **côté libre** de la matière, sur la surface spécifiée ou éventuellement sur une ligne d'attache, s'il n'y a pas d'ambiguïté. Le symbole de base est **normal à l'appui** considéré.

Il est nécessaire de représenter les symboles dans les vues où leurs positions sont les plus explicites et de les repérer dans chaque vue en leur affectant un indice de 1 à 6 disposé à côté du segment de droite. On affecte à chaque surface autant de normales de repérage qu'elle doit éliminer de degrés de liberté.



2.8.2 Mise en position isostatique


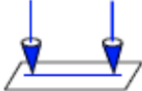
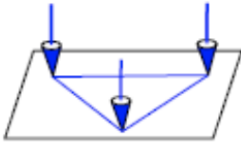
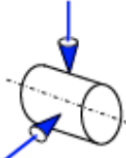
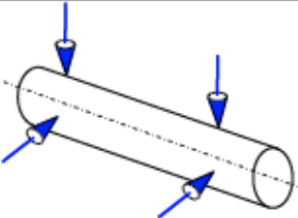
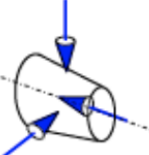
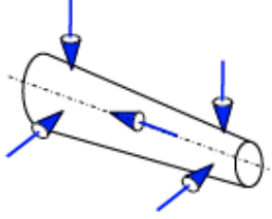
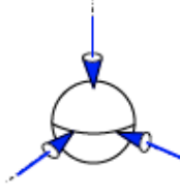
L'élimination des six degrés de liberté conduit à la mise en position isostatique d'une pièce. Mettre une pièce mécanique en position isostatique, c'est déterminer la combinaison des surfaces géométriques élémentaires, qui donneront un total de six normales de repérage permettant l'élimination de chacun des six degrés de liberté.



- Si le nombre de repérage est inférieur à 6, le repérage est partiel.
- Si le nombre de repérage est supérieur à 6, le repérage est hyperstatique.
- Selon la forme et l'étendue des surfaces géométriques on peut associer un nombre variable de normales de repérage.

Le tableau présenté en page suivante donne la possibilité d'implantation des normales en fonction des principales surfaces géométriques rencontrées sur une pièce mécanique. **Une mise en position est ISOSTATIQUE** si :

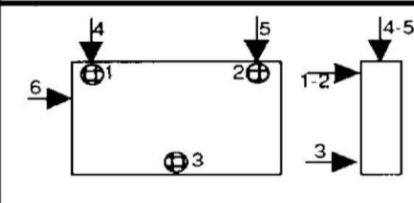
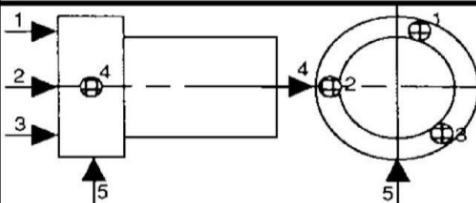
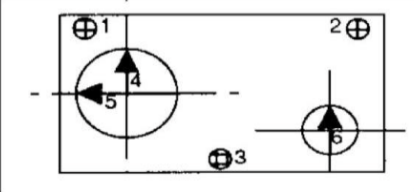
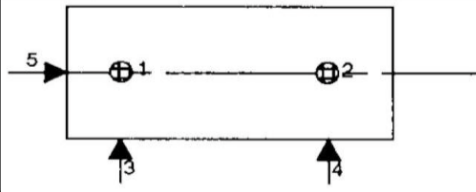
- le nombre des normales de repérage est égal au nombre de degrés de liberté à éliminer,
- chacune des normales de repérage contribue à éliminer un degré de liberté.

Type de surface	DDL Supprimés	Repérage
PLANE	<i>Plan de petites dimensions</i>	1 (1T) 
	<i>Plan de grande longueur et faible largeur</i>	2 (1T, 1R) 
	<i>Plan de grandes dimensions</i>	3 (1T, 2R) 
CYLINDRIQUE	<i>Cylindre court (L/D < 0.3)</i>	2 (2T) 
	<i>Cylindre long (L/D > 0.7)</i>	4 (2T, 2R) 
CONIQUE	<i>Cône court</i>	3 (3T) 
	<i>Cône long</i>	5 (3T, 2R) 
SPHERIQUE	<i>Sphère</i>	3 (3T) 

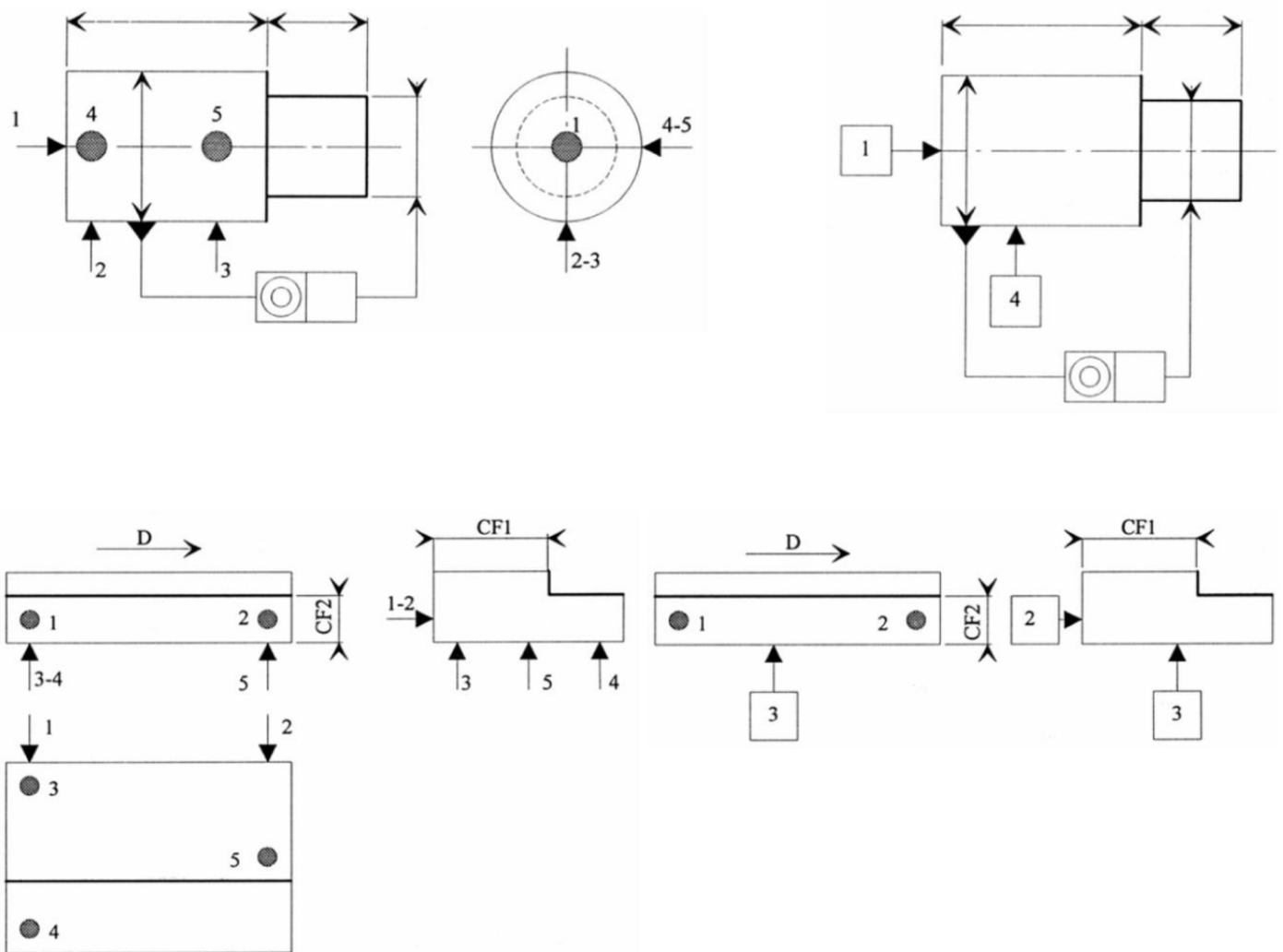
Règles pour choisir la mise en position La mise en position doit faciliter la réalisation des côtes du dessin de définition. Elle doit donc :

- S'appuyer au maximum sur des surfaces usinées.
- Faire coïncider la mise en position de la pièce avec la cotation du dessin de définition
- Choisir des surfaces suffisamment grandes pour pouvoir positionner correctement la pièce
- Limiter les déformations et vibrations de la pièce : être proche de la zone usinée.

La figure suivante présente les principales combinaisons rencontrées et indique la nature des liaisons exécutées.

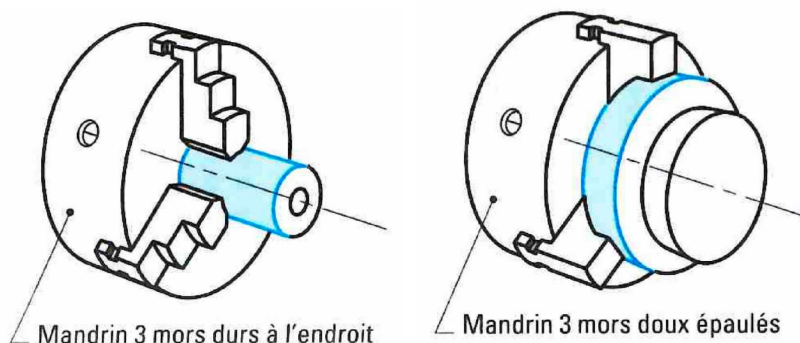
Schématisation de la mise en position	Positionnement isostatique	Schématisation de la mise en position	Positionnement isostatique
	1-2-3 : appui plan 4-5 : lin. rect. 6 : ponctuelle		1-2-3 : plan 4-5 : lin. annul.
	1-2-3 : appui plan 4-5 : lin. annul. 6 : ponctuelle		1-2-3-4 : Pivot glissant 5 : ponctuelle

Exemples de mise en position classiques :

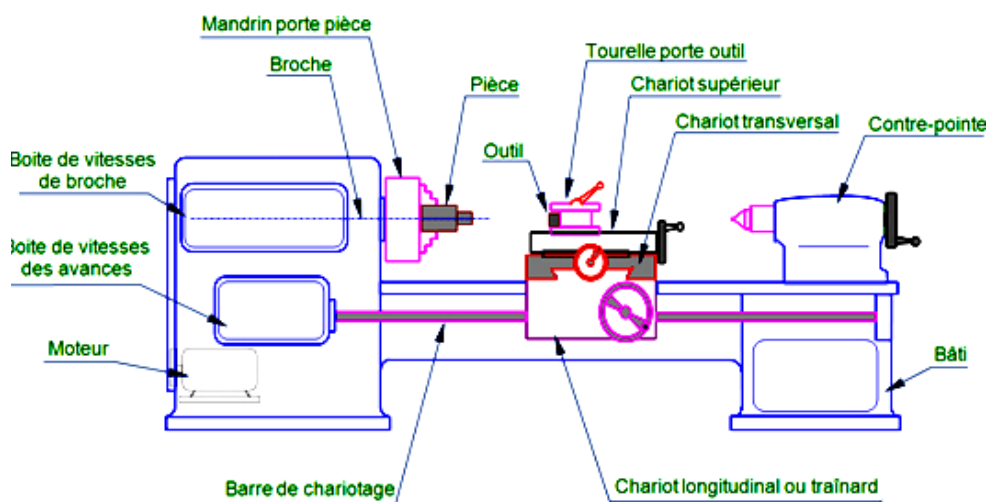


2.8.3 Montages d'usinages pour la MIP/MAP

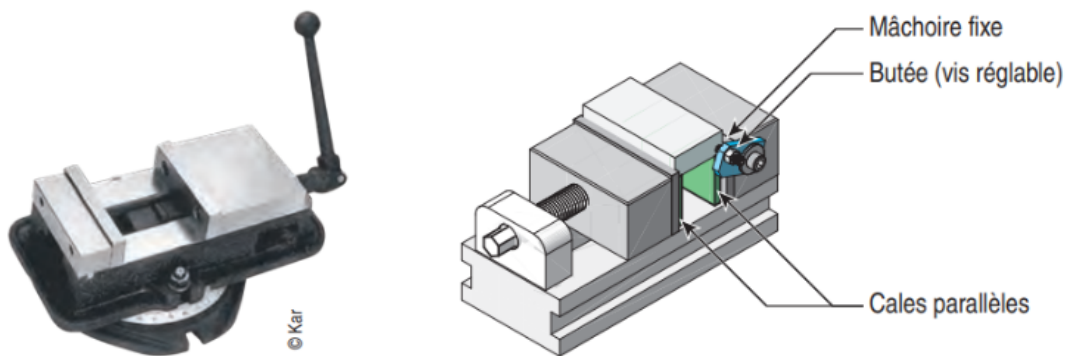
Tournage Les tours sont classiquement équipés de mandrins, système qui permet de serrer 3 mors à 120° sur la pièce cylindrique. On retrouve deux types de mors : les mors durs et les mors doux. Ils permettent de s'adapter à la surface que l'on souhaite maintenir. Pour des surfaces préalablement usinées on utilisera des mors doux et pour des surfaces brutes on utilisera des mors durs. Le montage peut se faire en prise par l'extérieur ou en prise par l'intérieur de la pièce.



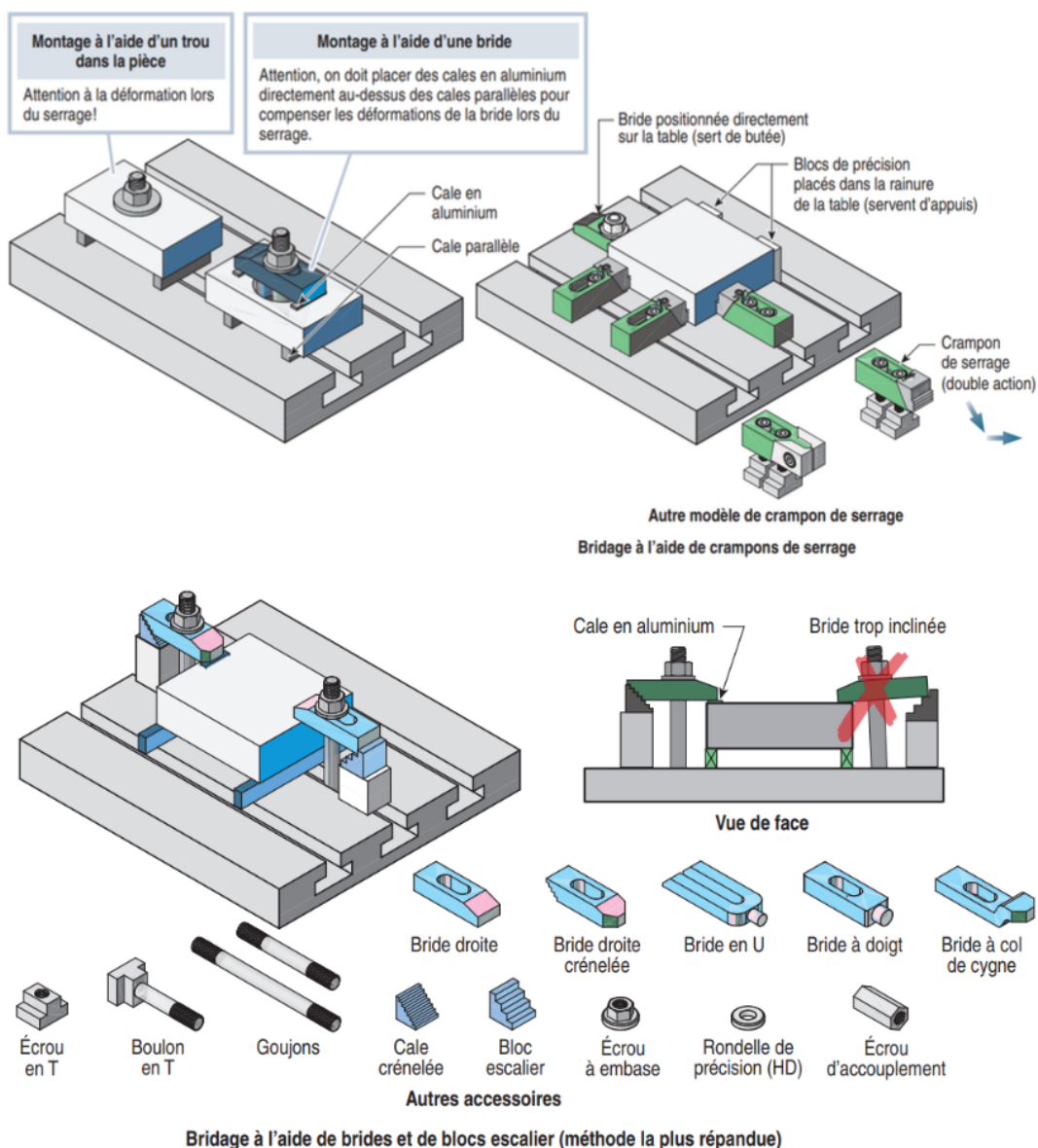
Lorsque les pièces sont de grande longueur, on utilise une contre-pointe, pointe en liaison pivot de même axe que la broche à l'extrémité de la pièce.

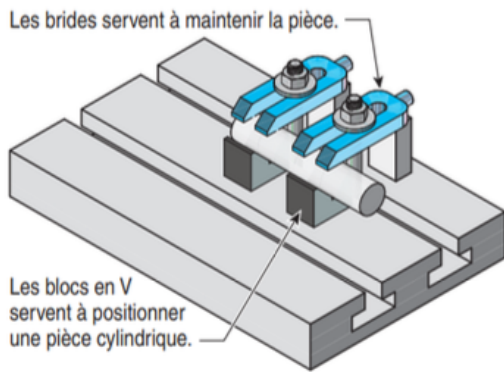


Fraisage L'étau simple est le plus répandu. Fixé à la table de la fraiseuse ou à un autre dispositif de montage, il convient à une vaste gamme d'opérations de fraisage. Son montage est rapide et sécuritaire si l'on prend soin de ne pas trop le serrer afin d'éviter l'éjection de la pièce. On retrouve également des étaux inclinables, que l'on peut incliner dans une ou l'autre direction.

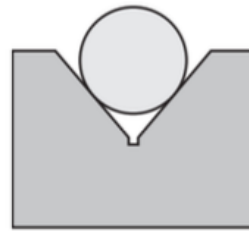


Les tables des machines-outils sont équipées de rainures normalisées permettant de créer des montages modulaires dans le cas où les étaux ne suffisent pas. Dans le cas des grandes séries, on privilégiera les montages spécifiques modulaires pour s'assurer de la répétabilité des usinages. Parmi les éléments normalisés, on retrouve couramment les brides, cales, cales en v et équerres. Le maintien en position lui est réalisé à l'aide de vis ou de vérins.





Positionnement et maintien de pièces cylindriques



Correct



Incorrect

Lors du positionnement d'une pièce à usiner, s'assurer qu'elle est en contact avec les parois du bloc et non avec ses arêtes.



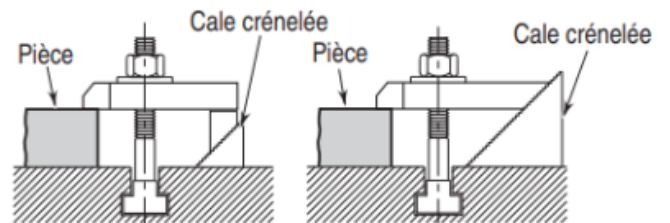
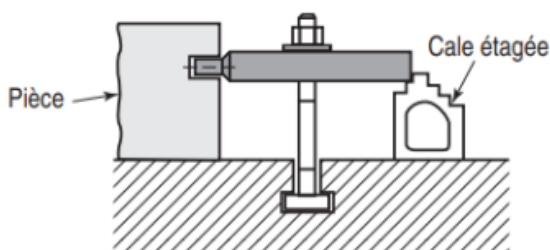
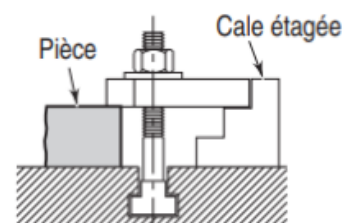
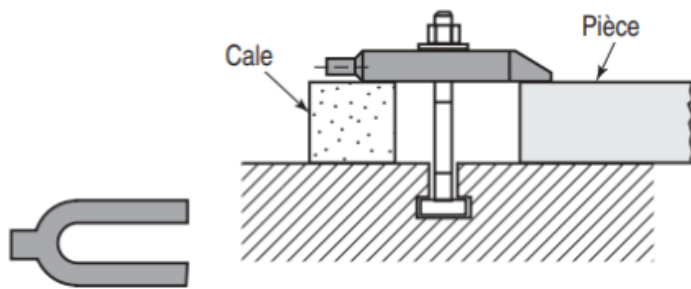
Standard

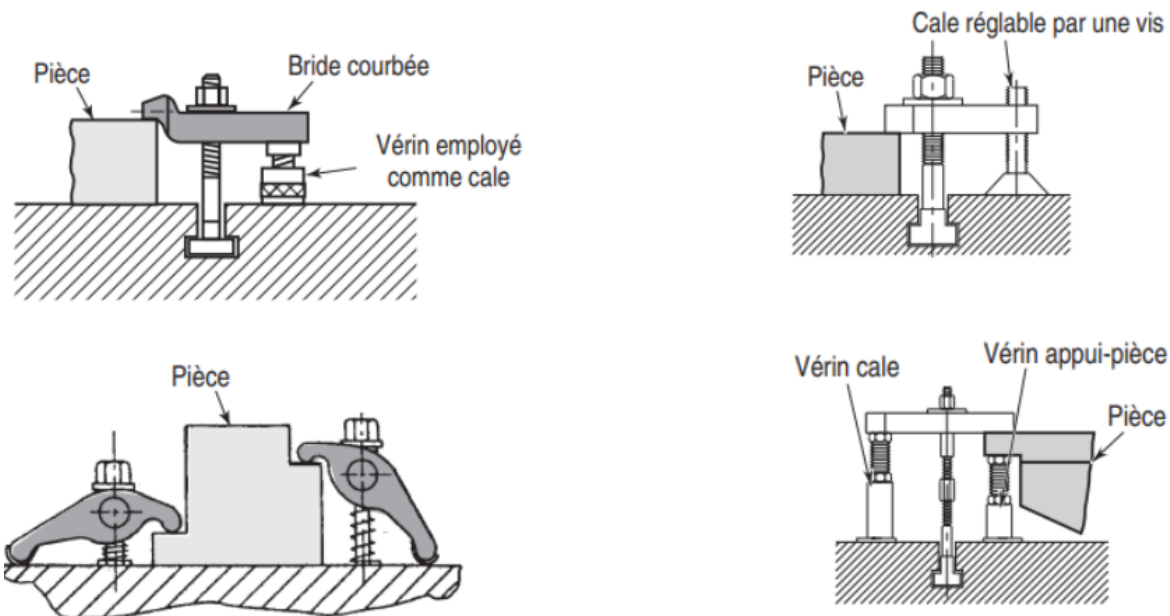


À angles composés



Ajustables





3 Synthèse sur les procédés

Le choix d'un couple matériau-procédé va dépendre des exigences du cahier des charges et notamment des contraintes économiques (coût de production). Le tableau suivant permet de connaître pour quelques procédés les matériaux à utiliser ainsi que le nombre de pièces à envisager.

	Procédés	Série	Matériaux
Forge	Estampage		
	Matriçage		
	Forge libre		
Moulage	Moulage au sable		
	Moulage moule permanent		
	Soudage		
	Usinage		

4 Application : palan électrique

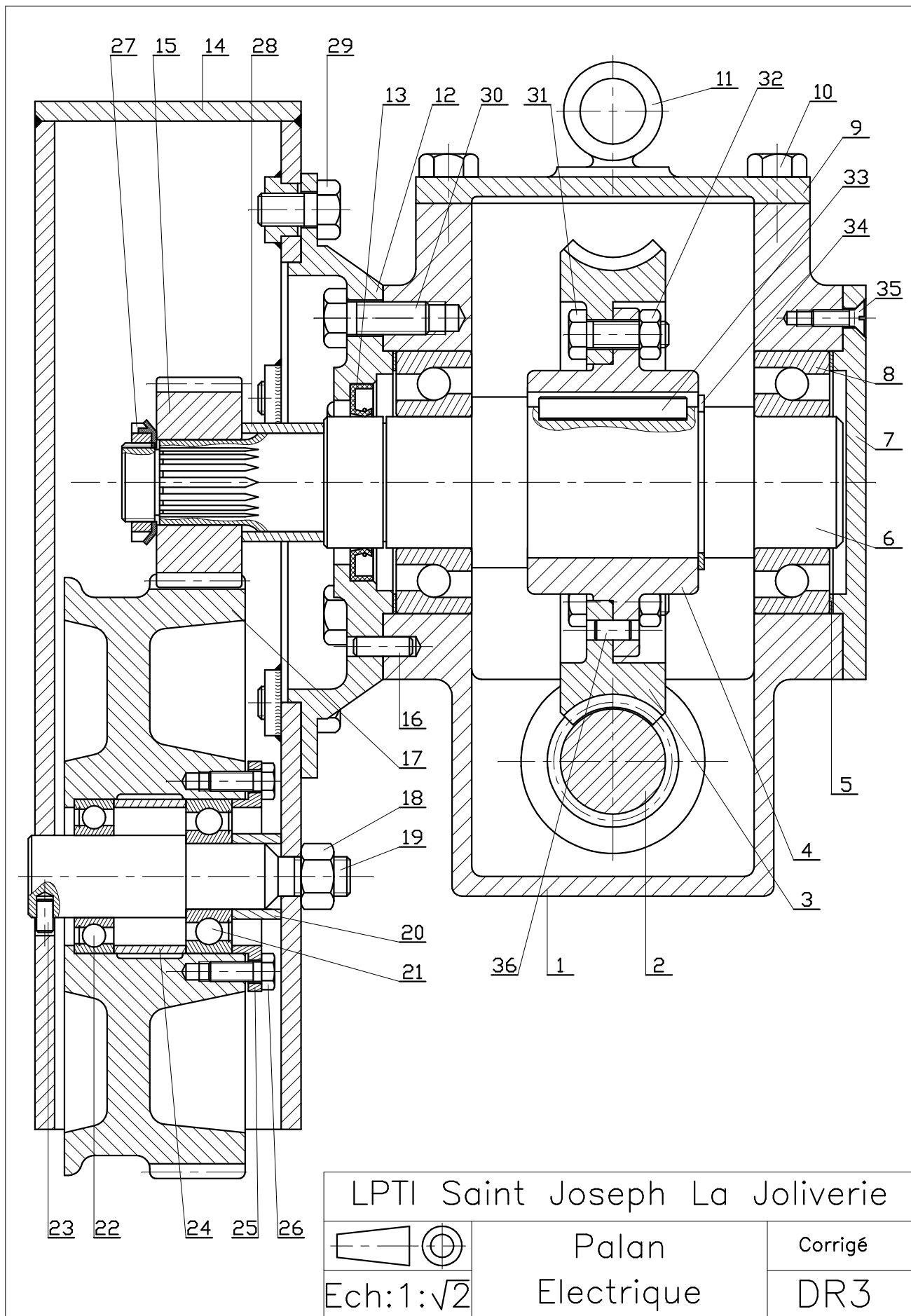
Le dessin d'ensemble ci-dessous présente un palan électrique. Le moteur, fixé à la vis **2** entraîne via un réducteur roue et vis sans fin la poulie **17** sur laquelle s'enroule le câble.

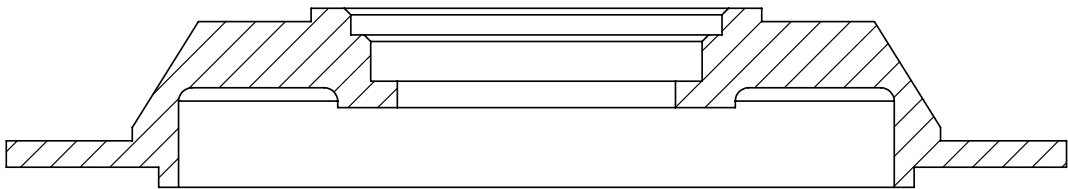
- Q1** A la lecture du plan d'ensemble, proposer (en justifiant) un couple procédé-matériau pour les pièces suivantes : **1, 6, 11, 12, 14, 17, 19**.

- Q2** En déduire le type de série (grande, moyenne, petite ou unitaire) du seul réducteur « roue et vis » et du système complet « palan électrique ». Conclure sur les choix du concepteur.

- Q3** Proposer les machines-outils et outils permettant d'obtenir la pièce 19. Pourrait-on utiliser qu'une seule machine-outil pour réaliser l'ensemble des surfaces ? Si oui, préciser ses caractéristiques.

- Q4** Réaliser l'étude de moulage de la pièce 12.





COUPE A-A
ECHELLE 1 : 1

SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:		CASSER LES ANGLES VIFS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
NOM		SIGNATURE		DATE		TITRE:			
AUTEUR									
VERIF.									
APPR.									
FAB.									
QUAL.				MATERIAU:		No. DE PLAN		Pièce12	
						Echelle: 1:5		A4	
				MASSE:		FEUILLE 1 SUR 1			

