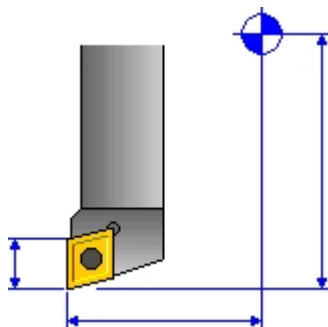
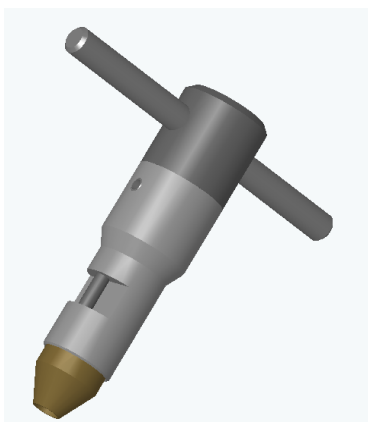
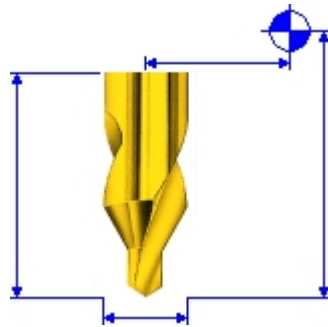
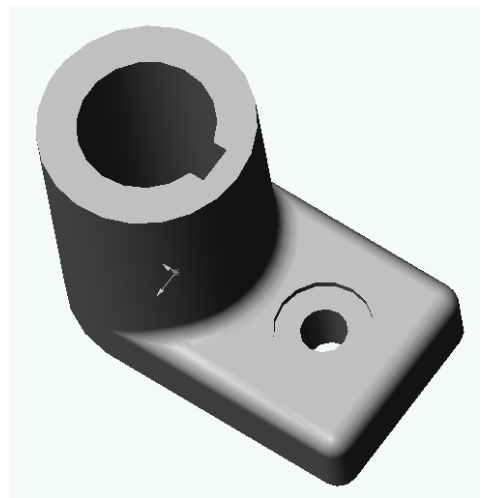
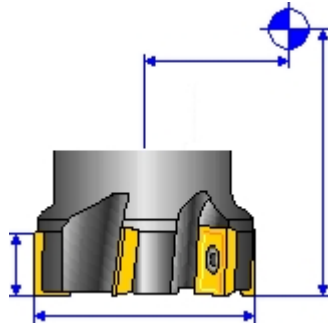


# BUREAU DES METHODES



# BUREAU DES METHODES

<b>Chapitres</b>	<b>Pages</b>
- Généralités	3
- Rôle du bureau des méthodes	4
I Processus d'étude d'avant projet	
II Analyse des spécifications délicates	5
III Décision sur la réalisation des surfaces	
Valeur des critères de rugosité	6
IV Graphe de cotation	7
V Groupement des surfaces	
VI Ordre des phases	
VII Choix des surfaces de départ	
VIII Simulation d'usinage	
Copeaux minima	8
Tolérances économiques	
IX Gamme d'usinage	
- Vocabulaire du préparateur	9
- L'usinage ( liaisons et contrôles )	10
- Isostatisme	11
- Etude des temps	12
- Détermination du coût horaire	13

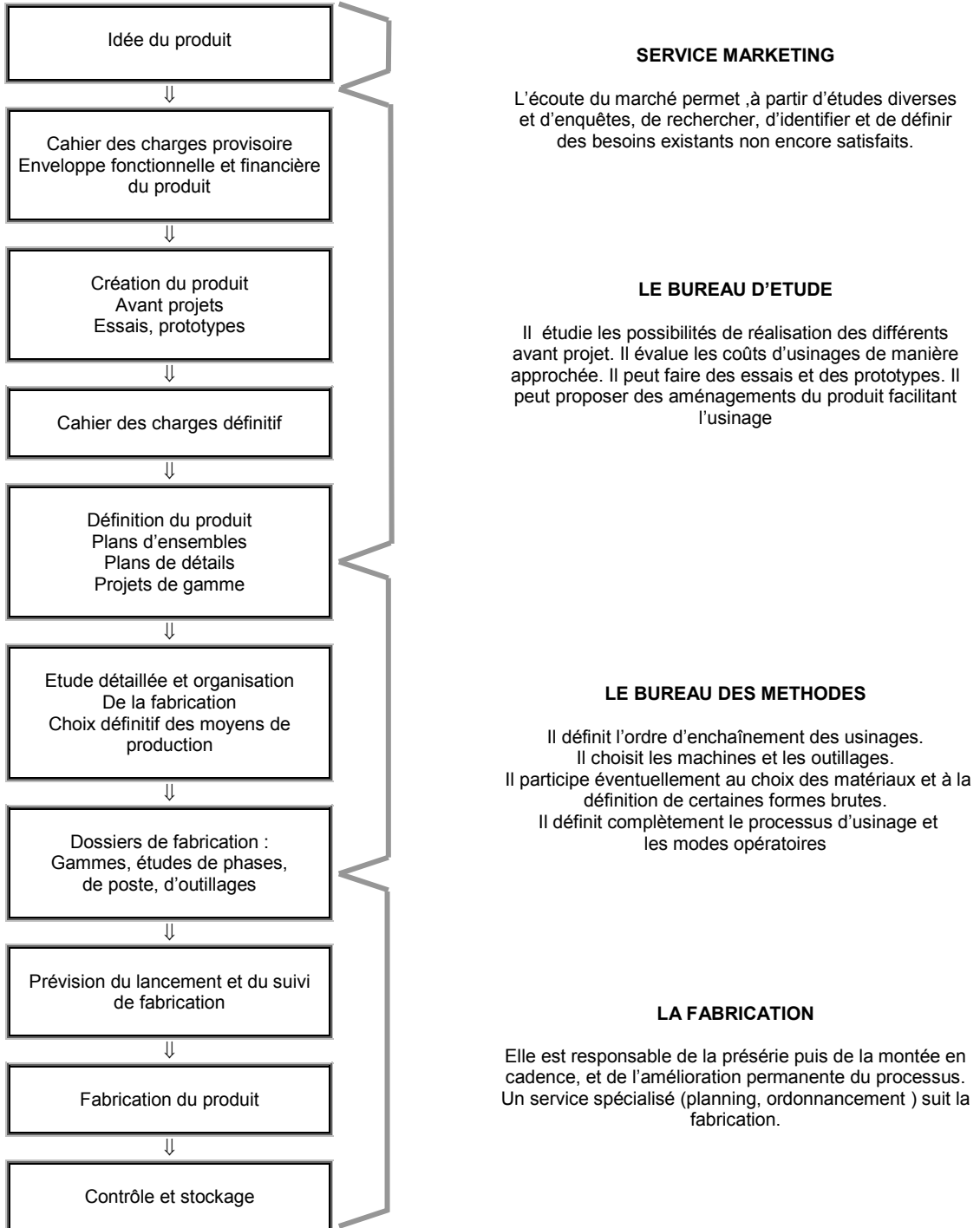
## **Annexes**

Tolérances et ajustements	A1
Contraintes d'usinages	A2
Surfaces associées	A3
Désignation des principaux outils	A4
Conditions de coupe	A5
Usure des outils	A6

**Généralités.**

Le passage de l'idée à la réalisation d'une pièce mécanique fait intervenir quatre fonctions et secteurs principaux :

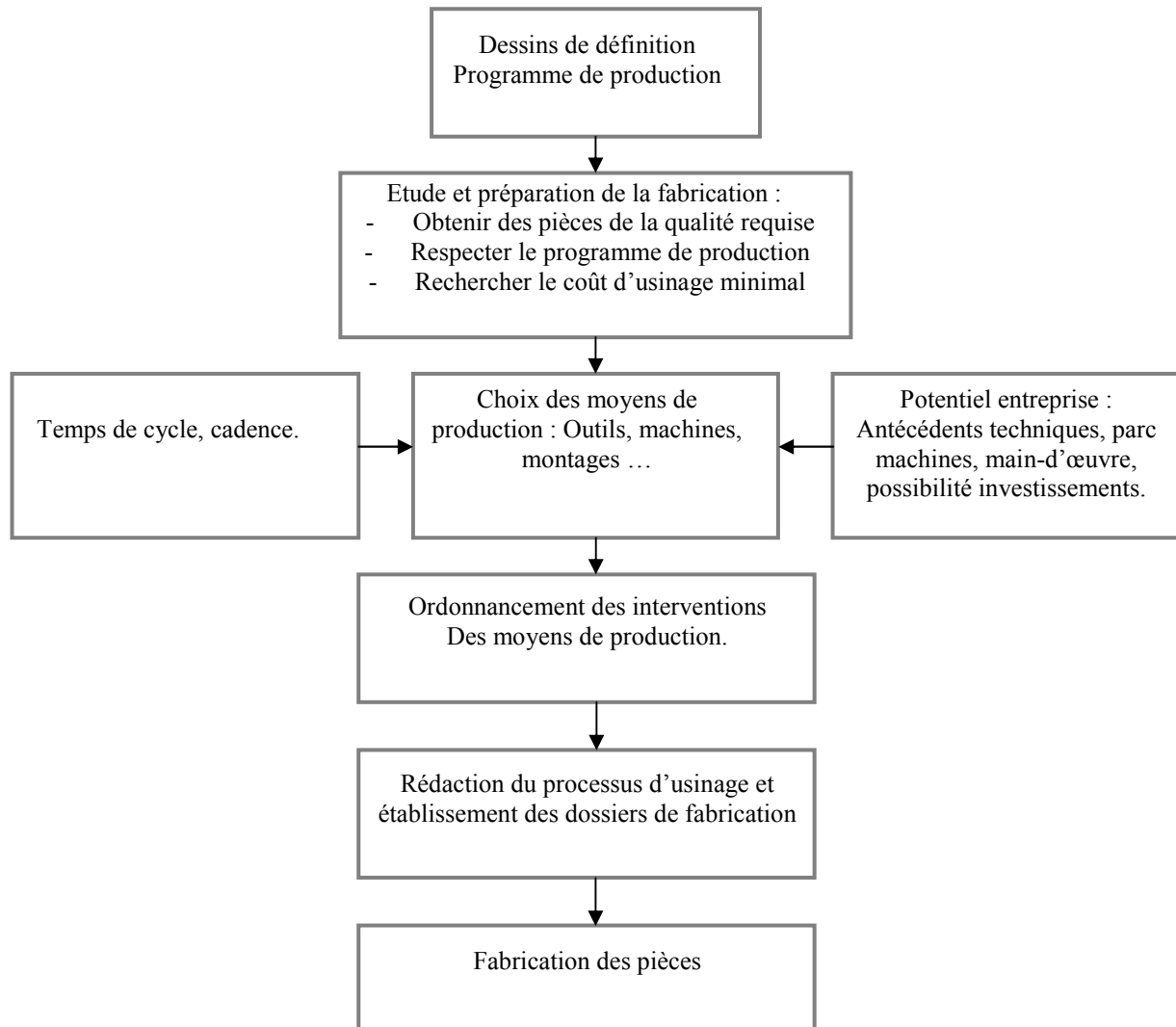
- L'étude de marché Marketing
- La conception construction le bureau d'étude
- L'étude et la préparation de la fabrication le bureau des méthodes
- La fabrication les ateliers de fabrication



**Les différents services et bureaux sont intimement liés, les échanges sont présent tout au long du processus.**

# RÔLE DU BUREAU DES METHODES

Il est responsable de l'étude et de la préparation de la fabrication.



## PROCESSUS D'ETUDE D'AVANT PROJET

### I Etude morphologique de la pièce :

- **Le nom de la pièce** : nous donne une image plus précise de la fonction de cette pièce.
- **L'échelle du tracé** : permet l'évaluation des dimensions réelles.
- **La matière d'oeuvre** : elle nous renseigne souvent sur les moyens d'obtention du brut, le choix des éléments de coupe, de l'outillage, les moyens de mise en position (pièce rigide, semi-rigide, lourde ... ), de connaître éventuellement les traitements thermiques (ébauche, traitement, finition).
- **Les surépaisseurs d'usinage** : déformation due à l'enlèvement de fortes épaisseurs.
- **Les tolérances générales** : à respecter en l'absence d'autres tolérances.
- **Les dimensions d'encombrement** : capacités des machines et des outils.
- **Les tolérances** : déterminent le mode d'obtention de la surface.
- **Les tolérances de formes, de position, de direction** : fixent le choix des machines, l'ordre des opérations, le choix des surfaces de références.
- **Les états de surface** : déterminent le mode de finition et précisent les éléments de coupe.

## II Analyse des spécifications délicates :

- Cotes intrinsèques avec  $IT \leq 0,05$  (ex : & 10H7 )
- Cote entre surface avec  $IT \leq 0,1$  (ex : 20 6 0,025 )
- Tolérance géométrique avec  $IT \leq 0,1$  % (ex :  $\perp$  | 0,1 | A sur une longueur de 250 mm )
- Rugosité avec  $Ra \leq 1,6$

## III Décision sur la réalisation des surfaces :

- Rôle des opérations ;
  - L'ébauche élimine les surépaisseurs d'usinage
  - La demi-finition donne la forme et la position de la surface
  - La finition donne la qualité dimensionnelle et la rugosité

- Nombre d'opérations ;

+ courant o exceptionnel	1 opération	2 opérations	3 opérations	4 opérations
IT > 0,4	+			
0,15 < IT ≤ 0,4	o	+		
0,05 < IT ≤ 0,15		o	+	
IT ≤ 0,05			+	+
Qualité /12	+			
Qualités 9-10-11	o	+		
Qualités 7-8		o	+	
Qualité ≤ 6			o	+
Ra / 12,5	+			
3,2 < Ra < 12,5		+		
Ra ≤ 3,2			+	+

- Préférence du travail d'enveloppe au travail de forme pour les surfaces aux spécifications serrées.
- Obtention des rugosités ;

	Ra	Avance par dent et par tour	Profondeu r de passe		Ra	Avance par dent et par tour	Profondeur de passe
Fraisé profil gros	12,5	1 à 2		Tournage gros	12,5	0,6 à 1	1,5 à 8
Fraisé en bout gros	12,5	1 à 2		Tournage moyen	6,3	0,3 à 0,6	0,5 à 2
Fraisé profil moyen	6,3	0,4 à 0,8	1 à 1,5	Tournage fin	3,2	0,1 à 0,2	0,5 à 1,5
Fraisé en bout moyen	6,3	0,4 à 0,8	1 à 1,5	Tournage très fin	1,6	0,08 à 0,12	0,5 à 1
Fraisé profil fin	3,2	0,2 à 0,3	0,5 à 0,8	Tournage extra fin	0,8	0,04 à 0,08	0,1 à 0,3
Fraisé en bout fin	3,2	0,2 à 0,3	0,5 à 0,8				
Fraisé en bout très fin	1,6	0,08 à 0,16	0,5 à 0,8	Alésage outil acier moyen	6,3	0,2 à 0,32	0,1 à 3,2
Fraisé en bout extra fin	0,8	0,04 à 0,06	0,1 à 0,3	Alésage à l'outil fin	3,2	0,1 à 0,16	0,3 à 0,6
	Ra	Avance par coup	Profondeu r de passe		Ra	Avance par dent et par tour	Profondeur de passe
Rabotage gros	12,5	0,6 à 1,6	1,5 à 8	Perçage au foret gros	12,5	0,05 D	D/2
Rabotage moyen	6,3	0,3 à 0,6	0,5 à 2	Perçage au foret moyen	6,3	0,02 D	D/2
Rabotage fin	3,2	0,12 à 0,2	0,5 à 1	Perçage au foret fin	3,2	0,01 D	D/2
Rabotage très fin	1,6	0,06 à 0,1	0,5 à 1	Perçage très fin	1,6	0,005 D	D/2
Rabotage extra fin	0,8	0,05 à 0,08	0,4 à 0,8	Alésage à l'alésoir moyen	1,6	0,08 à 0,16	0,5 à 0,8
L'avance avec l'outil à planer peut être prise entre les valeurs de 1 à 10mm				Alésage à l'alésoir fin	0,8	0,04 à 0,06	0,1 à 0,3

## Valeur des critères de rugosité en fonction des procédés d'obtention

Moulage en sable	[Bar chart]																						
Moulage à la cire perdue shaw	[Bar chart]																						
Moulage moule métallique	[Bar chart]																						
Moulage sous pression	[Bar chart]																						
Matricage à chaud	[Bar chart]																						
Laminage filage extérieur à chaud	[Bar chart]																						
Laminage filage extérieur à froid	[Bar chart]																						
Sciage	[Bar chart]																						
Oxycoupage	[Bar chart]																						
Brunissage	[Bar chart]																						
Rabotage	[Bar chart]												0,05	0,1		0,1							
Fraisage acier rapide	[Bar chart]												0,05-0,01	0,03	0,005	0,01							
Fraisage carbure	[Bar chart]												0,02-0,01	0,02	0,02	0,01							
Tournage ébauche	[Bar chart]																						
Tournage finition	[Bar chart]												0,02-0,01	0,02	0,005-0,01	0,01							
Tournage outil diamant -carbure	[Bar chart]												0,01	0,02	0,01	0,01							
Perçage au foret	[Bar chart]												0,2	0,1	0,1	0,1							
Alésage à l'outil	[Bar chart]												0,005	0,01	0,01	0,01							
Alésage à l'alésoir	[Bar chart]																						
Alésage outil diamant - carbure	[Bar chart]																						
Brochage	[Bar chart]												0,002		0,002								
Taillage	[Bar chart]																						
Rectification ébauche	[Bar chart]																						
Rectification de production	[Bar chart]																						
Rectification de précision	[Bar chart]												0,001	0,001	0,002	0,002							
Rodage à la pierre (honing)	[Bar chart]												0,0005	0,001	0,002	0,002							
Rodage au rodoir (lapping)	[Bar chart]																						
Polissage mécanique	[Bar chart]																						
Polissage électrolytique	[Bar chart]																						
Superfinition	[Bar chart]												0,0005	0,001	0,005	0,002							
Usinage électrolytique	[Bar chart]																						
Galetage	[Bar chart]																						
Finition au tonneau	[Bar chart]																						
Rugosité	Ra en microns	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0									
	R ≈ 4 à 5 Ra																						
	RMS μinches		1000	500	250	125	63	32	16	8	4	2	1	0									
Rugotest N°1 LCA-Plaque N°		1	9	1	8	1	7	1	6	1	5	1	4	1	3	1	2	1	1	1	0	9	
Fraisage en roulant	fr	[Bar chart]																					
Fraisage en bout	frb	[Bar chart]																					
Tournage	to	[Bar chart]																					
Rabotage	rb	[Bar chart]																					
Rectification plane	rcp	[Bar chart]																					
Rectification cylindrique	rcc	[Bar chart]																					
Rodage	rd	[Bar chart]																					
Pierrage	pi	[Bar chart]																					
Superfinition	sf	[Bar chart]																					
Aspect		Terne			Gris acier			Brillant			Glacé												
Qualités correspondantes		16 14 12		15 13		11-10-9		8-7-6		5-4-3-2-1-0-01													
Rugosité		Grossière			Moyenne			Fine			Très fine												
Fonctions		Surface brute sans contact		Surface contact fixe		Centrage à contact mobile guidage		Haute précision			Etanchéité			Trajectoire précise			//	⊥	⊙	∠			
Valeurs économiques		[Bar chart]												Valeurs possibles				[Bar chart]					
												Généralement sur 100											

#### **IV Graphe de cotation :**

- Etabli par rapport au dessin de définition, en partant des repères de brut, toute la cotation du bureau d'étude doit apparaître sur le graphe. Le sens des flèches partant des surfaces de références vers les surfaces usinées.

#### **V Groupement des surfaces :**

- Limiter les manipulations et les écarts de reprise
- Limiter le nombre de phases et les temps morts

#### **VI Ordre des phases et mise en position :**

- Tracer un graphe de cotation des surfaces associées, certaines cotes peuvent disparaître car elles deviennent des cotes outils ou des cotes appareils.
- Le sens des flèches donne l'ordre d'usinage et une idée de la mise en position.
- Respecter les mises en position isostatiques ;
  - Les points d'appuis sur les surfaces des références des cotes fabriquées
  - Les points d'appuis sont le plus écartés possible
  - Privilégier les IT les plus serrés
  - Pour IT égales privilégier les surfaces les plus grandes
  - Si une surface cylindrique / 1,5 surface plane,  $\Rightarrow$  appui sur cylindre
  - Si longueur cylindre / 1 à 1,25 diamètre,  $\Rightarrow$  Centrage long possible

#### **VII Choix des surfaces de départs :**

- Pour le premier usinage, il faut tenir compte de toutes les liaisons aux bruts (cote reliant une surface brute à une surface usinée), tolérances dimensionnelles, tolérances de formes, tolérances de positions pour définir la mise en position du premier usinage.
- Remplir le tableau et effectuer un choix
  - Respecter les règles de mise en position ( # VI, 3 )
  - Le balançage du brut doit répartir la matière de manière égale sur les autres surfaces usinées.
  - La première surface usinée doit présenter une stabilité maximum pour la suite des usinages.
  - La pièce en appui sur la première surface usinée doit pouvoir être serrée de façon efficace.

	OX	OY	OZ
Référence brut			
Tolérance dimensionnelle			
Tolérance de forme			
Tolérance de position			
Choix des tolérances			
Nb de points maxi			
Points retenus			

#### **VIII Simulation d'usinage :**

- Sur une feuille de simulation, faire un dessin de la pièce ou chaque surface concorde avec une ligne.
- Les cotes conditions sont représentées par des flèches doubles ( $\Rightarrow \Leftarrow$ ).
- Les cotes composantes sont représentées par des flèches simples ( $\Leftarrow \rightarrow$ ) avec les sens inversés par rapport au sens des cotes conditions.
- Les cotes conditions proviennent des cotes du bureau d'étude et des copeaux minima nécessaires à l'usinage.
- Les cotes composantes proviennent des cotes de brut et des cotes fabriquées dans la gamme prévisionnelle.

- Pour chaque cote condition, on établira une chaîne de cotes partant du pied de la condition et fermant la chaîne à la tête de la condition.
- Remplir chaque colonne avec les valeurs mini ou maxi cote condition ou composante, qui correspond à une flèche de la chaîne de cote puis la colonne IT.
- Règles pour une chaîne ;
  - La sommes des vecteurs de chaque colonne doit être identique.
  - L'IT cote condition = somme des IT cotes composantes
- Si la chaîne de cote comporte une cote condition et une cote composante, on appelle cette cote composante une cote directe.
- Si la chaîne de cote comporte une cote condition et plusieurs cote composante, on appelle ces cotes composantes un transfert de cote.
- Si un IT est trop réduit sur une cote fabriquée, plusieurs solutions s'offrent à nous ;
  - Demande de modification d'un IT au bureau d'étude
  - Réduction d'un IT de la chaîne pour répartir les tolérances sur les autres cotes (attention de reprendre la simulation en aval pour modification )
  - Modification de la gamme prévisionnelle et contrôle avec la simulation d'usinage

### VALEUR DES COPEAUX MINIMA

Opérations	Cpm
Ecrouantage	1,5 à 3
Ebauche sans écrouantage	1
Ebauche après écrouantage	0,5
Demi-finition	0,5
Finition	0,2
Finition par abrasion	0,05
Brochage	0,05

### TOLERANCES ECONOMIQUES

Procédés d'usinage	Ebau	Fi/2	Fini
Sciage	2	-	-
Tournage, Fraisage	0,5	0,25	0,05
Perçage	0,3	0,1	0,1
Alésage (o. d'enveloppe)	0,3	0,15	0,03
Alésage (o. de forme)	0,2	0,1	0,03
Rectification	0,2	0,05	0,01
Brochage	0,1	0,03	0,01

Feuille de simulation														Rep	← Min	→ Max	IT	
															→ Max	← Min		

### IX Gamme d'usinage :

- La rédaction de la gamme définitive peut commencer avec pour chaque phase, le dessin de la pièce a sont stade d'usinage, la mise en position 2° partie de la norme, les outils, les cotes fabriquées, les paramètres de coupe, les temps de phase ( simogramme ).
- Le choix de la mise en position conditionne l'étude du porte pièce.
- Les fiches de réglages comporteront le descriptif de la mise en position du porte pièce ainsi que les différentes cotes de réglage ( [cote moyenne ± IT/3] ± IT/10 ).  
Ex :  $25_0^{+0,3}$  cote moyenne = 25,15 , usure d'outil en accroissement de cote donc  $-IT/3 = -0,1$   
Cote de réglage =  $25,05_0^{+0,03}$

Valeurs indicative des dispersions (en mm)					
Reprises surfaciques	Butés	Appui plan	Reprise concentrique	Dispersion	
Moulage sable	1	1	3 mors durs	0,3 à 0,5	
Moulage coquille par gravité	0,7	0,5	3 mors doux	0,05 à 0,1	
Moulage sous pression	0,3	0,1	Mandrin expensible	0,02 à 0,1	
Sciage mécanique	1	1	Mandrin hydraulique	0,02 à 0,05	
Laminage à chaud	0,5	0,3	Mandrin rondelles RIWGSPAN	0,01 à 0,02	
2tirage à froid	0,3	0,1	Usinage avec	Dispersion	
Usinage	0,1	0,05	Butée positive fixe	0,02 à 0,04	
Perçage position de l'axe		Dispersion	Butée débrayable	0,1 à 0,3	
Perçage sans guide	Affûtage normale	0,3 à 0,6	Butée électromécan.	Sans ralentissement	0,15 à 0,4
	Affûtage spécial	0,2 à 0,3		Avec ralentissement	0,03 à 0,08
Perçage avec guide	Avec pointage	0,1 à 0,2	Arrêt numérique avec ralentissement		0,01 à 0,002
	Avec guidage (canon)	0,08 à 0,12	Commande hydraulique en copiage		0,03 à 0,1



# VOCABULAIRE DU PREPARATEUR

ABREVIATION POUR MACHINES-OUTILS					
ALH	Aléseuse horizontale	MC	Machine à centrer	RS	Rectifieuse sans centre
ALV	Aléseuse verticale	MOR	Mortaiseuse	RCT	Rectifieuse de centre
BH	Brocheuse horizontale	PC	Perceuse à colonne	SA	Scie alternative
BV	Brocheuse verticale	PM	Perceuse multiple	SC	Scie circulaire
CUH	Centre horizontale	PR	Perceuse radiale	SR	Scie à ruban
CUV	Centre verticale	PS	Perceuse sensitive	TS	Taraudeuse
FH	Fraiseuse horizontale	PTS	Perceuse taraudeuse	TCN	Tour à commande num.
FU	Fraiseuse universelle	RC	Rectifieuse cylindrique	TP	Tour parallèle
FV	Fraiseuse verticale	RI	Rectifieuse intérieure	TR	Tour à reproduire
GR	Grenailleuse	RP	Rectifieuse plane	TV	Tour verticale

PRINCIPALES OPERATIONS					
Ajustage	Contrôle	Enduisage	Montage	Rainurage	Tournage
Alésage	Cylindrage	Filetage	Mortaisage	Redressage	Traçage
Brochage	Débit	Fraisage	Perçage	Rectification	Tronçonnage
Centrage	Décolletage	Fraisage	Polissage	Rodage	Sablage
Chanfreinage	Découpage	Grenailage	Profilage	Taillage	Sciage
Chariotage	Dressage	Lamage	Rabotage	Taradage	Surfaçage

INSTRUMENTS DE CONTROLES					
BCo	Bague conique	JPD	Jauge double plate	PC	Pied à coulisse
BC	Bague cylindrique	JP	Jauge de profondeur	TC	Tampon conique
BF	Bague fileté	MCR	Micromètre	TF	Tampon fileté
CMD	Calibre à mâchoires double	TCD	Tampon cylindrique double	S	Tampon solex

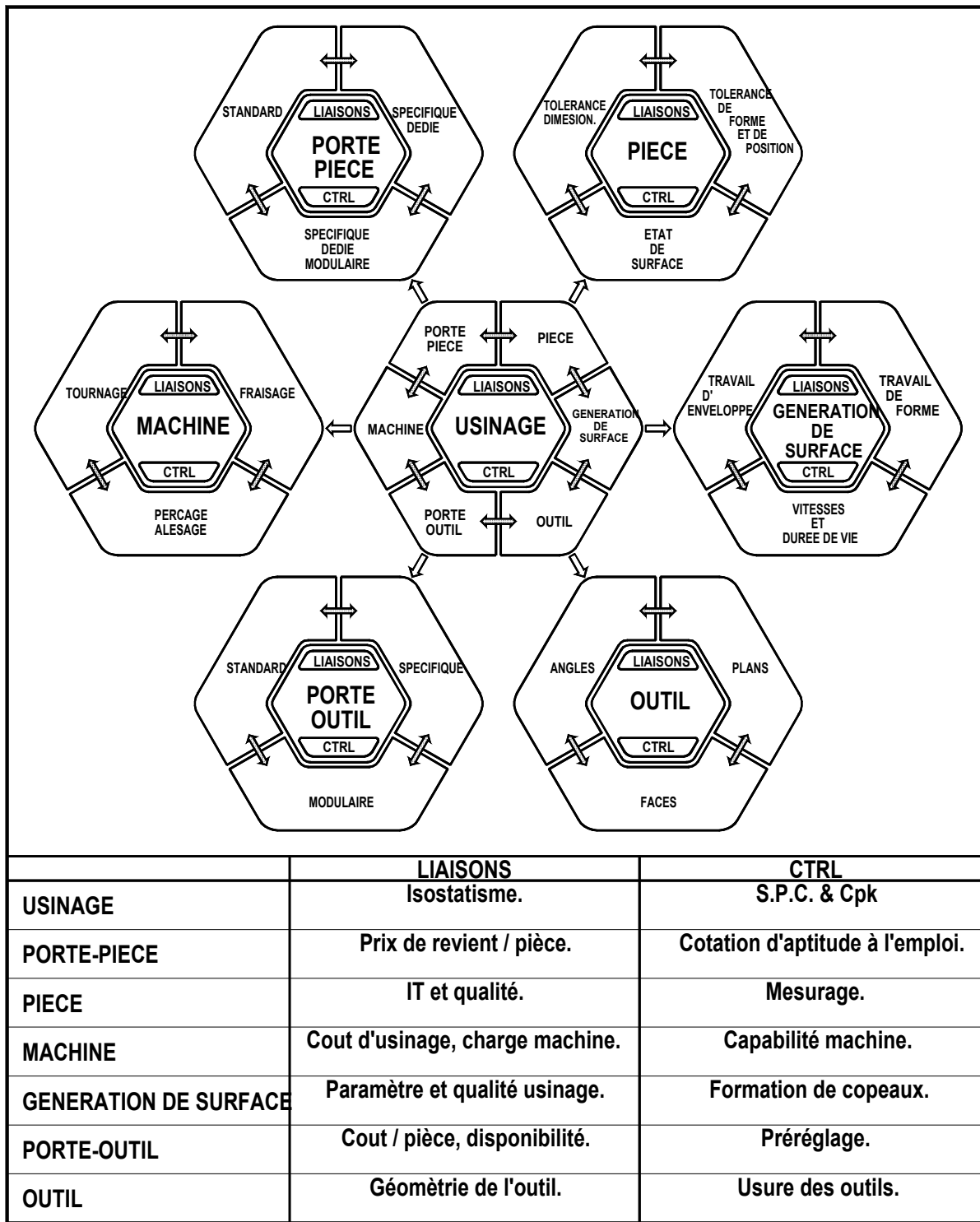
SYMBOLES DES ELEMENTS D'ALLIAGE							
Elément d'alliages	Symbole chimique	Symbole abrégé	Facteur	Elément d'alliages	Symbole chimique	Symbole abrégé	Facteur
Aluminium	Al	A	10	Manganèse	Mn	M	4
Antimoine	Sb	R		Molybdène	Mo	D	10
Béryllium	Be	Be		Nickel	Ni	N	4
Bore	B	B		Plomb	Pb	Pb	10
Cadmium	Cd	Cd		Silicium	Si	S	4
Chrome	Cr	C	4	Soufre	S	F	10
Cobalt	Co	K	4	Titane	Ti	T	10
Cuivre	Cu	U	10	Tungstène	W	W	10
Etain	Sn	E	10	Vanadium	V	V	10
Magnésium	Mg	G	10	Zinc	Zn	Z	10

PRIX RELATIFS DES PRODUITS MARCHANDS							
Matière		Section	Prix/Kg	Matière	Section	Prix/Kg	
Aciers laminés à Chaud	E26	Quelconque	1	Bronze U-E 9P	Quelconque	2,6	
	XC38f	Quelconque	1,7		Alliages d'aluminium	A-U4G	8,2
	XC48f	Quelconque	1,7	A-G5		7,3	
	35 CD4	Quelconque	2,5	Fonte grise Ft 20	Jet	1,5	
	90MV8	Quelconque	11		Pièce simple	2,2	
Z 200C13	Quelconque	11	Pièce complexe		3,6		
Acier étiré à froid CC20	□	∅	1,5	Fonte GS	Jet	1,5	
			2,2		Pièce simple	2,4	
Acier « stub » Qualité h9		∅4	15		Alliages d'aluminium	A-S13	Moulée
		∅≥6	15	A-U5GT		Moulée	5 à 6,7
Tôle Adx		2mx1m	1				

Les prix au kilogramme sont déterminés par rapport au prix de l'acier doux E26.

# L'USINAGE

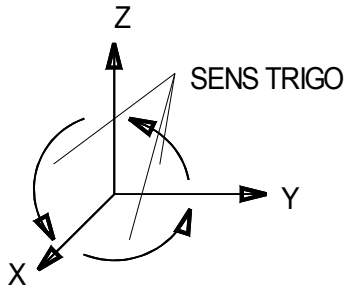
Pour réaliser un usinage correctement il faut garder à l'esprit les différentes liaisons qui composent la chaîne machine, pièce, outil.



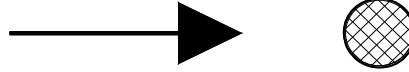
Toutes les liaisons entre les différents éléments sont des mises en position stricte qui respectent les règles de l'isostatisme.

# ISOSTATISME

Un solide qui ne possède aucune contrainte, possède six degrés de liberté. Trois translations et trois rotations. Le système de repérage utilisée correspondra aux règles du trièdre directe repérée X, Y, Z.



Une normale de repérage est visualisée par un symbole. Le symbole se représente de la même façon, vu ou non.



REPRESENTATION DU DISPOSITIF	DEGRES DE LIBERTE EMPECHES	NOMBRE DE CONTACTS THEORIQUES												
<p>APPUI PLAN</p>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Y</td> <td>Z</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		X	Y	Z	T				R				Trois points non alignés sur le plan
	X	Y	Z											
T														
R														
<p>ORIENTATION</p>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Y</td> <td>Z</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		X	Y	Z	T				R				Deux points sur un plan ou sur une droite.
	X	Y	Z											
T														
R														
<p>CENTRAGE LONG</p>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Y</td> <td>Z</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		X	Y	Z	T				R				Quatre points non alignés sur un cylindre long
	X	Y	Z											
T														
R														
<p>CENTRAGE COURT</p>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Y</td> <td>Z</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		X	Y	Z	T				R				Deux points sur une ligne courbe
	X	Y	Z											
T														
R														
<p>BUTEE</p>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>X</td> <td>Y</td> <td>Z</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		X	Y	Z	T				R				Un points sur une surface quelconque
	X	Y	Z											
T														
R														

## Etude des temps

### Temps technologiques ( Tt )

Ce sont des temps relatifs à une transformation de la matière. Ces temps sont directement liés aux possibilités de la machine ou au passage chronométré de la pièce sur le poste de travail.

### Temps manuels ( Tm )

Ces temps correspondent aux gestes ou mouvement que l'opérateur refait identiquement pour chaque pièce de la série.

Ex : prendre pièce, embrayer .....

### Temps techno-manuels ( Ttm )

Ce sont des temps main-machine qui apparaissent quand le mode de travail de la machine nécessite une intervention manuelle active.

Ex : perçage avec perceuse sensitive.

### Temps masqués ( Tz )

Ces temps représentent les temps Tm pendant lesquels la machine travaille seule en Tt. Ces temps n'interviennent pas dans le calcul du temps de cycle.

Ex : Contrôle ou ébavurage d'une pièce pendant l'usinage d'une autre pièce.

### Temps série ( Ts )

Ce sont des temps manuels qui ne sont effectués qu'une seule fois pour la préparation d'un poste de travail.

Ex : Régler les paramètres de coupe

### Temps unitaire ( Tu )

C'est le temps nécessaire à l'usinage d'un élément à fabriquer d'une série de pièce.

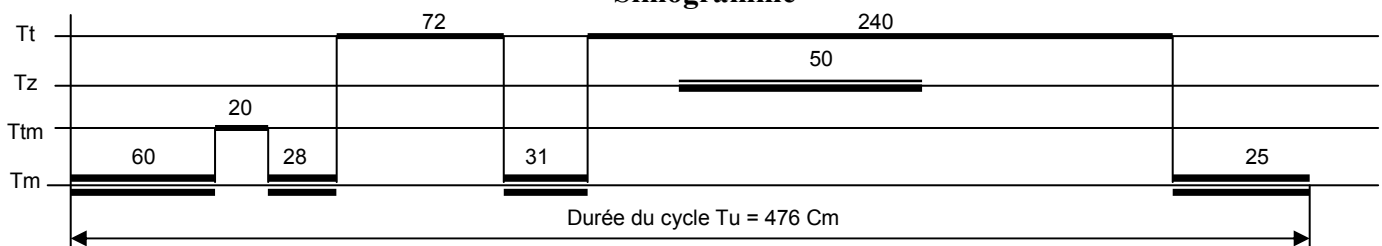
Ex : Tt+Tm+Ttm

Temps élémentaire																
Ch : centième d'heure Cm : Centième de minute M : montage D : Démontage		Temps						Ch : centième d'heure Cm : Centième de minute		Temps						
		Fraisage		Tournage		Perçage				Fraisage		Tournage		Perçage		
		Ch	Cm	Ch	Cm	Ch	Cm			Ch	Cm	Ch	Cm	Ch	Cm	
<b>Maintient de la pièce</b>		M	0,4	24			0,4	24	<b>Manipulations</b>							
En étau (pièce < 3Kg)		D	0,2	12			0,2	12	Prendre ou déposer pièce		0,01	6	0,01	6	0,01	6
		M	2,3	138			2,3	138	Arrêt machine		0	0	0	0	0	0
En étau		D	1,8	108			1,8	108	Mise en route		0,05	3	0,05	3	0,05	3
(3Kg < pièce < 8Kg)		M			0,2	12			Débrayage avance		0,05	3	0,05	3	0,05	3
En mandrin 3 mors		D			0,2	12			Débrayage coupe		0,05	3	0,05	3	0,05	3
		M	3	180	4,5	270	0,6	36	Embrayage avance		0,05	3	0,05	3	0,05	3
En montage d'usinage		D	0,5	30	1	60	0,3	18	Embrayage coupe		0,05	3	0,05	3	0,05	3
(poser+positionner)		M			1,3	78			Déplacer montage						0,1	6
En montage mixte		D			0,4	24			Enlever canon amovible						0,2	12
		M	0,2	12	0,2	12	0,2	12	Remettre canon amovible						0,2	12
Prendre et déposer		D	0,1	6	0,1	6	0,1	6	Retourner montage						0,2	12
pièce (pièce < 6Kg)		M	1,5	90	1,5	90	1,5	90	(poids ≤ 6Kg)							
Serrer bride		D	1	60	1	60	1	60								
Desserrer bride																
<b>Appareillages</b>							0,3	18	<b>Divers</b>							
Forêt sur broche		M					0,6	36	Faire un centre		1,2	72	1,8	75	0,5	30
		D							Usiner trois mors doux				12	720		
Forêt sur mandrin		M	0,7	42	0,7	42			Evacuer copeaux		5	300	5	300	5	300
		D	0,4	24	0,4	24			<b>Contrôle mesure</b>							
Porte-fraise + tirant		M	1,3	78					Comparateur		1	60				
		D	1,1	66					Micromètre		0,7	42	0,5	30		
Porte outil sur tourelle		M			0,2	12			Tampon double, jauge		0,4	24	0,3	18	0,3	18
		D			0,2	12			Pieds à coulisse		0,6	36	0,4	24	0,3	18

### Représentation graphique du cycle de travail

Le cycle de travail représente l'ensemble des éléments de travail exécutés sur une pièce. Pour chaque pièce de la série, ce cycle doit se reproduire identiquement à lui même.

#### Simogramme



Ex : pour une série de 200 pièces Ts = 300Cm Tu = 476Cm Nb = 200

Temps pour la série = Ts + (Nb x Tu) = 300 + (200 x 476) = 95500Cm = 15,91 Ch = 15H 55mn

## Détermination du coût horaire de production

Les taux horaires de production sont variables en fonction des entreprises. Ceci est surtout lié aux éléments pris en compte pour le calcul du coût de production. Ces éléments sont :

- Amortissement de la machine-outil
- Frais de gestion.
- Amortissement des locaux.
- Frais d'entretien et de réparation.
- Amortissement des outils et outillages.
- Salaires directs et charges sur salaires.
- Frais d'énergies.
- Frais de patente et d'assurance
- Frais d'études

Exemple de calcul d'un coût de production			
Eléments de calcul		% du coût	
Frais directs	Maintenance des locaux	2%	8%
	Energie	6%	
Frais indirects	Service qualité		21%
	Service méthode		
	Outillages	5,2%	
	Entretien M.O.		
	Achat		
	Service expédition		
	Frais informatiques		
Coût de personnel	Salaire direct	35%	59,5%
	Salaire indirect		
	Charges diverses	24,5%	
Autres dépenses	Impôts locaux	1,3%	3,5%
	Assurances	1,2%	
Amortissement matériel			8%

Part de la production			
Production	45,73%	Administration	15,67%
Service après vente	2,94%	Service commercial	27,16%
Assistance étude spéciale	2,25%	Service étude	6,25%

Coût horaire de production (VAD : valeur ajoutée directe)		
Machines	Coefficient	Coûts horaires
Ouvrier spécialisé	1,00	14,00 €
Sciage (débit matière)	1,20	16,80 €
Perceuse (perceuse sensitive ou en ligne)	1,20	16,80 €
Perceuse aléuseuse (perceuse radiale)	1,47	20,53 €
Tour parallèle	1,60	22,40 €
Tour de production (poly butée)	2,00	28,00 €
Tour semi automatique et automatique	2,27	31,73 €
Fraiseuse verticale	2,00	28,00 €
Fraiseuse horizontale	2,13	29,87 €
Fraiseuse automatique à cycle	2,40	33,60 €
Aléuseuse	1,87	26,13 €
Rectifieuse	2,13	29,87 €
Tour C.N. (2 axes)	2,67	37,33 €
Fraiseuse C.N. (3 axes)	3,60	50,40 €
Centre d'usinage (3 axes)	3,87	54,13 €
Centre d'usinage (4 axes)	4,67	65,33 €
Centre d'usinage (5 et 6 axes)	6,00	84,00 €
Centre d'usinage 2 x 8h	4,00	56,00 €
Centre d'usinage 3 x 8h	4,53	63,47 €