Dossier Ressource

ÉLABORATION DES GAMMES DE FABRICATION

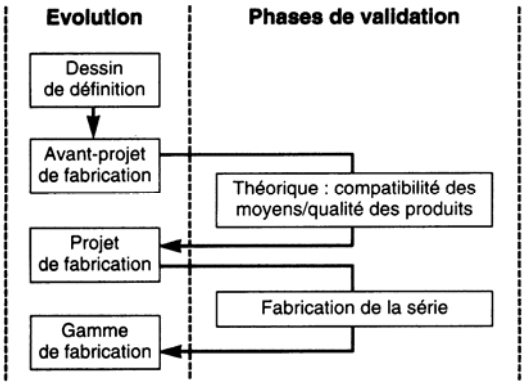
CONTENU

Principe de recherche :	2 / 41
Démarche d'élaboration :	4 / 41
Pièces Prismatiques :	5 / 41
Pièces cylindriques :	20 /41

NOM : Prénom :

1. PRINCIPE DE RECHERCHE :

1.1. Définitions :



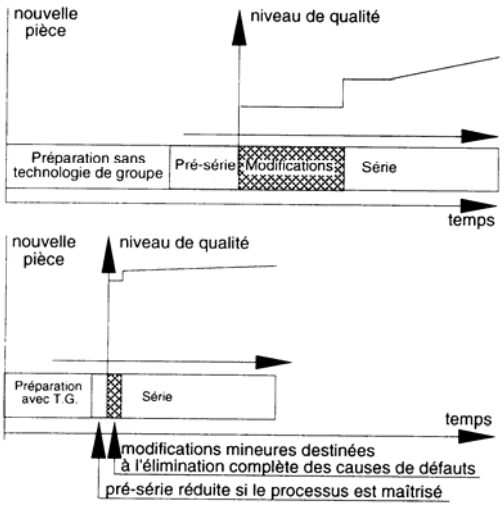
1 : Chronologie de la démarche d'industrialisation

Toute pièce mécanique évolue d'un état initial, correspondant à la pièce brute, vers un état final, représentatif du contrat de départ qu'est le dessin de définition. La valeur ajoutée représente l'ensemble des opérations (usinages, traitement, etc.) à effectuer.

- ✓ **La gamme de fabrication** est un document d'archives dans lequel sont consignées, de manière chronologique et globale, les différentes phases de la transformation d'un produit.
- ✓ Une **phase** représente l'ensemble des opérations effectuées à un même poste de travail.
- ✓ Une **opération** met en œuvre un seul des moyens dont est doté ce poste de travail.

La chronologie de la démarche de conception des gammes de fabrication permettant d'aboutir au document d'archives est présentée figure 1. La variété des modes d'obtention des bruts et la diversité des regroupements et enchaînements d'opérations sont tels que le processus de fabrication envisageable pour un même produit est loin d'être unique. Il est donc nécessaire d'avoir un déroulement progressif avec des phases de validation intermédiaires qui porteront entre un avant-projet et un projet, sur la compatibilité des moyens choisis avec la qualité désirée du produit; entre un projet et la gamme de fabrication finalisée, sur les résultats de la production réelle. Les choix conduisant à l'élaboration d'un avant-projet sont basés sur des critères garantissant techniques et économiques. Ces deux approches sont parfois contradictoires et le choix définitif est le résultat d'un compromis, qui intègre l'exigence de qualité demandée. Le problème, résumé figure 5.2, simple à poser mais difficile à résoudre, consiste donc à trouver rapidement le processus le plus économique, techniquement fiable, donnant le niveau de qualité souhaité.

1.2. Importance de la technologie de groupe



2 : Apport de la technologie de groupe

Un travail important a été réalisé au cours de la dernière décennie pour réduire les temps de production. Aujourd'hui la fréquence des changements de produits impose, dans les services de préparation du travail, une forte réduction des temps d'études. Cette amélioration s'appuie sur la maîtrise des procédés de fabrication dans l'entreprise. Il faut, pour une nouvelle pièce à réaliser, rechercher des *similitudes* avec celles dont on maîtrise déjà la réalisation.

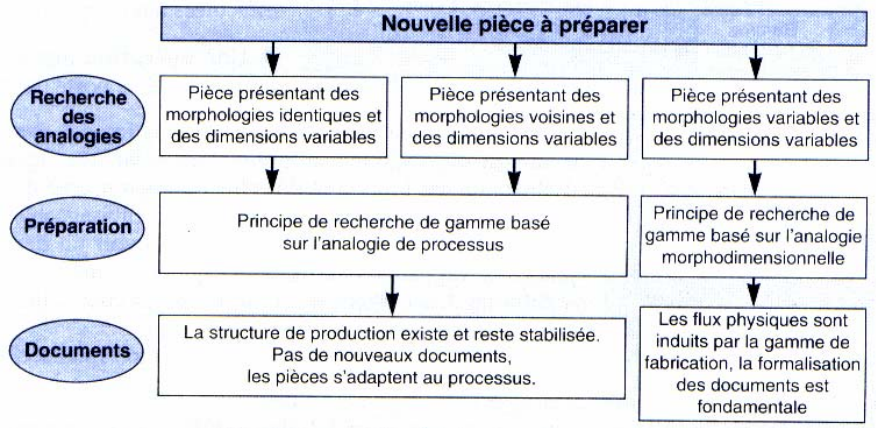
Plus les similitudes seront grandes, meilleures seront la prévision et la rapidité de mise en œuvre de la fabrication.

Cette manière d'aborder les *processus* de fabrication relève de la technologie de groupe. La figure 2 montre l'intérêt de la démarche pour diminuer les coûts relatifs à la préparation, à la mise au point et à la non-qualité.

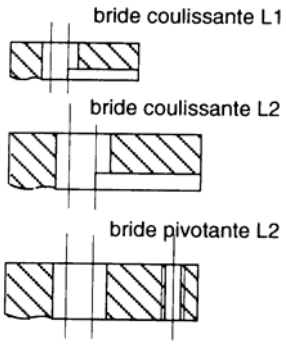
Dans les services de préparation des fabrications, la technologie de groupe permet de répondre rapidement aux demandes nouvelles des marchés, aux modifications à apporter aux fabrications stabilisées, aux nouveaux produits résultant des innovations réalisées par les bureaux d'études. Les documents (gamme de fabrication, contrats de phases, cartes de contrôle, etc.) constituent alors une réelle banque de données consultable par l'ensemble du personnel travaillant à la préparation du travail. Afin de retrouver au plus vite les données exploitables, il est nécessaire de mettre en place une classification des pièces.

1.3. Classification des pièces mécaniques :

La classification est basée sur une analyse morpho-dimensionnelle des pièces. Il est possible de distinguer trois grandes catégories (voir figure 3).



3 : Classification des pièces mécaniques



4 : Pièces présentant des similitudes de processus

✓ Pièces de morphologie identique et de dimensions variables.

On parle dans ce cas de famille de pièces paramétrées, la notion importante est ici le facteur d'échelle (exemple : des brides coulissantes de différentes dimensions).

✓ Pièces de morphologie voisine et de dimensions variables

La géométrie des pièces est quasiment identique (exemple : bride coulissante, bride pivotante) nécessitant de faibles adaptations dans le processus de fabrication (figure 4)

Ces deux types de pièces permettent des regroupements dans lesquels il est intéressant de rechercher une analogie basée sur une similitude de processus. Les enchaînements d'usinages seront alors induits par l'organisation de l'atelier de production, lui-même résultant des études de fabrication de pièces antérieures. Cette organisation des flux physiques représente, dans ce cas, le savoir-faire de l'entreprise.

✓ Pièces de morphologie et de dimensions variables.

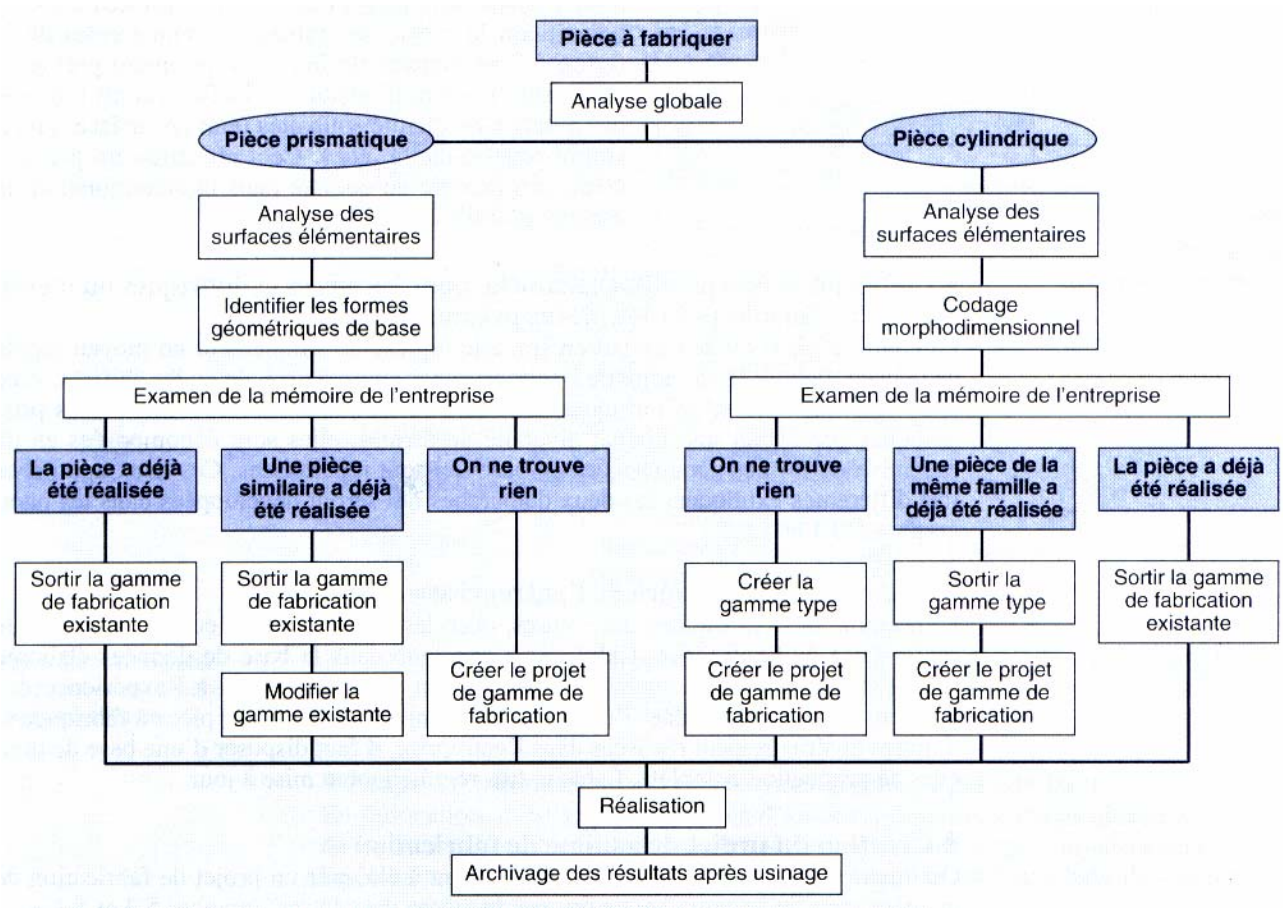
A contrario, si une entreprise fabrique des pièces variées, seule une étude géométrique des surfaces à usiner peut aboutir à des analogies de fabrication avec des pièces antérieures. Comme il n'existe pas alors de similitudes basées sur les flux physiques, il devient nécessaire de transcrire les processus d'élaboration sur des documents écrits pour constituer la mémoire de l'entreprise.

Nous allons, par la suite, nous intéresser à cette dernière catégorie de pièces. Ce cas, qui est le plus difficile et le plus complet, correspond à la situation de nombreuses entreprises de sous-traitance mécanique.

2. DÉMARCHE D'ÉLABORATION :

Les analyses morphologiques montrent que l'on peut séparer les pièces mécaniques en deux grands groupes qui sont:
- le groupe des pièces cylindriques;
- le groupe des pièces prismatiques.

La figure 5 présente, selon le groupe d'appartenance des pièces et le savoir-faire de l'entreprise, les principales démarches d'élaboration des gammes de fabrication. Elle fait apparaître :
- une similitude globale de la démarche, quelle que soit la nature des pièces, qui conduit après réalisation et validation à un archivage représentant un nouveau savoir faire pour l'entreprise;
- une différence concernant le mode d'accès à la mémoire (le codage n'intéresse que les pièces cylindriques);
- l'existence de structures types pour les gammes de pièces cylindriques avec en conséquence une étape particulière notée 5 pour ce type de pièces.



5 : Démarche d'élaboration des gammes de fabrication

Dossier Ressource

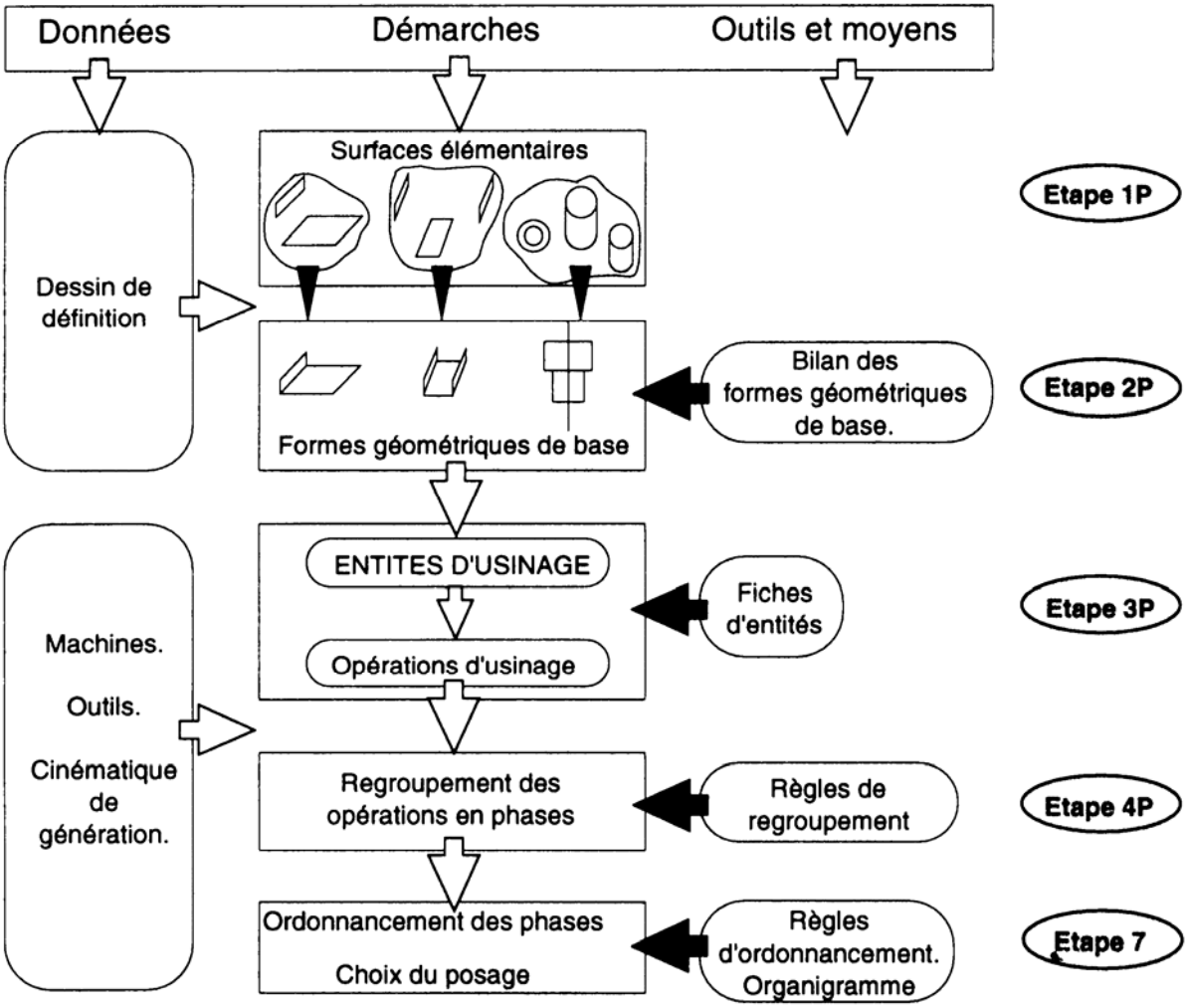
LES PIECES PRISMATIQUES

3. ÉLABORATION DES GAMMES DES PIECES PRISMATIQUES :

Afin de faire apparaître l'ensemble des réflexions qui conduisent à l'écriture de la gamme, on se place dans le cas où aucune pièce du type proposé n'a été précédemment réalisée dans l'entreprise.

3.1. CONSTRUCTION DU PROJET GAMME :

La figure 6 résume le cheminement de réflexion conduisant au projet de gamme. A partir du dessin de définition de la pièce, on dresse un inventaire des surfaces élémentaires auxquelles on attribue en général un numéro d'identification. Un tableau permet d'analyser chacune de ces surfaces et de connaître le nombre d'opérations (ébauche, demi - finition, finition) nécessaires.



6 : Recherche d'un projet de gamme pour une pièce prismatique

3.1.1. ÉTAPE 1P : Étude des surfaces élémentaires :

Une surface élémentaire est une surface géométrique simple (plane, cylindrique) que l'on ne peut plus géométriquement décomposer.

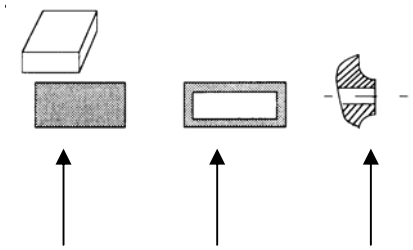
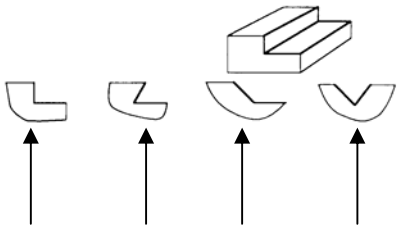
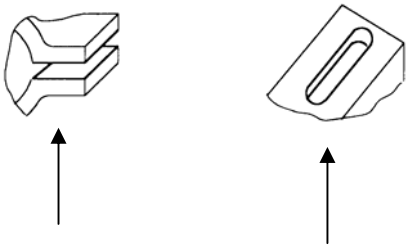
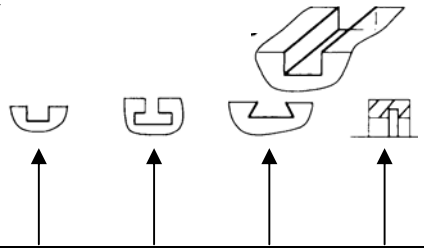
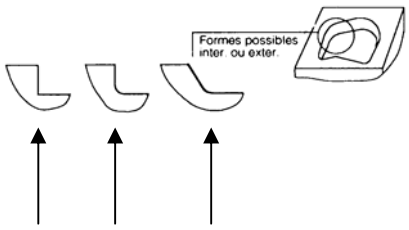
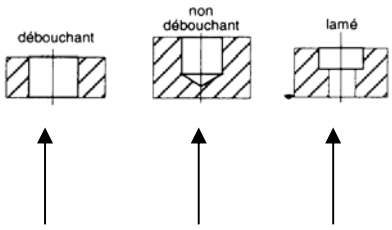
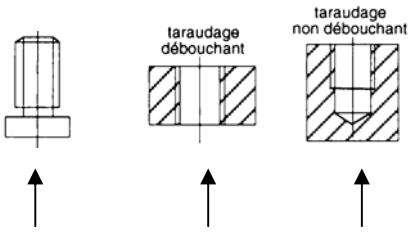
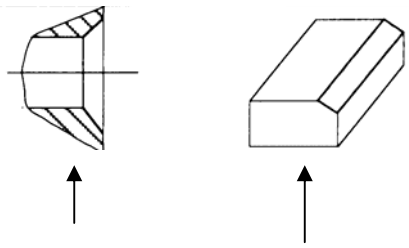
A partir de l'analyse des spécifications dimensionnelles et de rugosité relatives à chacune des surfaces à usiner constituant la pièce, des tableaux comme celui ci-dessous permettent de faire une première prévision relative au nombre d'opérations à effectuer en fonction des niveaux de qualité souhaités (état de surface, précision dimensionnelle, etc.). Ceci constitue un premier élément à prendre en compte dans la détermination du nombre d'outils à employer.

Critères	1 opération	2 opérations	3 opérations	4 opérations
0,4 ≤ IT				
0,15 ≤ IT < 0,4				
0,05 ≤ IT < 0,15				
IT < 0,05				
Qualité > 12				
Qualité 9 - 11				
Qualité 7 - 8				
Qualité < 7				
Ra < 0,8	Rectification à prévoir			

3.1.2. ÉTAPE 2 P : Identification des surfaces géométriques de base

En fabrication, il est souvent possible d'associer plusieurs surfaces élémentaires afin de les usiner simultanément (avec le même outil). Cette étape consistera à identifier l'ensemble de ces compositions de surfaces en se référant à une base de données de formes géométriques usinables et répertoriées.

Le tableau ci-dessous présente de manière non exhaustive une telle base de données.
L'association des différentes formes géométriques permet de composer la majorité des pièces mécaniques courantes. A l'intérieur de cette base, une forme particulière, appelée « profil », permet de traiter le cas de géométries complexes comme on peut en trouver sur des pièces provenant de l'industrie aéronautique entièrement usinées après forgeage.

	FORMES REALISABLES				FORMES REALISABLES			
PLAN **code 1**				**2 PLANS SECANTS** **code 2**				
codes	**11**	**12**	**13**	**codes**	**21**	**22**	**23**	**24**
2 PLANS // **code 3**				**3 PLANS SECANTS 2 à 2** **code 4**				
codes	**31**		**32**	**codes**	**41**	**42**	**43**	**44**
PROFIL **code 5**				**TROU** **code 6**				
codes	**55**	**56**	**57**	**codes**	**61**	**62**	**63**	
FILETAGE **code 7**				**CHANFREIN** **code 8**				
codes	**73**	**71**	**72**	**codes**	**81**		**82**	

3.1.3. ÉTAPE 3 P : Choix des entités d'usinage

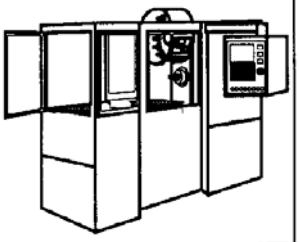
L'étape précédente fait appel uniquement à l'aspect géométrique des formes à usiner et permet de les identifier. Il s'agit maintenant de prévoir leur usinage, c'est-à-dire de faire un choix d'outils en fonction de la machine prévue.

Définition : une entité d'usinage est l'association d'une forme géométrique de base (exemple : le trou lamé) avec un ensemble composé d'une machine-outil, d'un outil et de sa *cinématique de génération.*
L'ensemble « outil / cinématique de génération »
Va permettre de définir le type d'opération (fraisage, perçage, etc.). Chaque entité forme donc un tout indissociable. Il est intéressant de remarquer que certains logiciels de fabrication assistée par ordinateur adoptent cette démarche (association d'une forme géométrique, d'un outil et d'un cycle d'usinage).

La banque de données technologiques consiste en un inventaire des solutions possibles d'usinage en termes de choix d'outil et de cinématique de génération pour chacune des formes géométriques de base répertoriées et pour chaque machine-outil. L'inventaire correspondant au tour CN et CU est fourni sous forme de fiches ci-après.

Cette banque de données ne doit pas être confondue avec la mémoire de l'entreprise; elle va permettre de rechercher l'adéquation entre la forme géométrique à générer et l'outil à employer pour la machine prévue.

Centre d'usinage



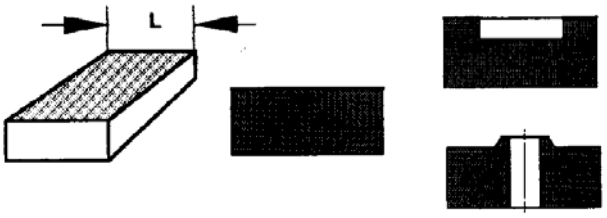
Plan

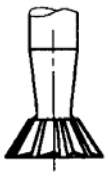
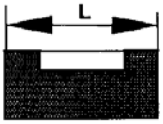
C1

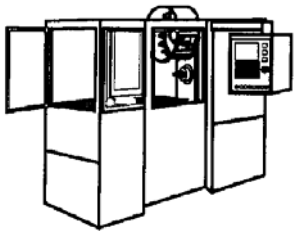
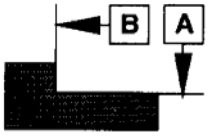
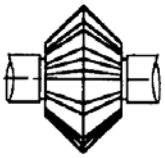
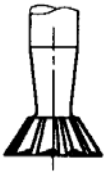
Code : C1

Indice d'antériorité : sans

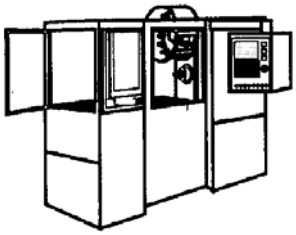
Utilisation
- ✘✘✘ Courante
- ✘✘ Possible
- ✘ Exceptionnelle



Géométries	Opérations					
	Fraisage	Qualité obtenue	Fraisage	Qualité obtenue	Fraisage	Qualité obtenue
Code C11	Fraise 1 taille Code C111	✘	Fraise 2 tailles D < L D < L Code C112	✘✘✘ ✘✘✘	Fraise 2 tailles conique  Code C113	✘
 Code C12	Fraise 1 taille Code C121	✘	Fraise 2 tailles D < L Code C122 D > L	✘✘✘ ✘✘		
Code C13			Fraise 2 tailles Code C131	✘✘✘		

Centre d'usinage	2 plans sécants associés					C2
	**Code : C2** **Indice d'antériorité : sans** **Utilisation** XXX Courante XX Possible X Exceptionnelle					
Géométries	**Opérations**					
	Fraisage	**Qualité obtenue**	**Fraisage**	**Qualité obtenue**	**Fraisage**	**Qualité obtenue**
 Usinage de forme limite Ra = 1,6 Usinage d'enveloppe Ra = 0,8 Code C21	**Fraise 2 tailles** Code C211	XXX 6 7 8 9 10 11 12	**Fraise 3 tailles** Code C212	XXX 6 7 8 9 10 11 12	**Remarque :** Pour les cas 211 et 212, si pour les surfaces A et B, Ra = 0,8, il faut dissocier les surfaces. Se reporter alors à la fiche C1	
 Code C22	**Fraise 2 tailles conique** Antériorité : Ebauche voir cas 211 Travail de finition Code C121	XXX 6 7 8 9 10 11 12				
 Code C23	A traiter comme deux plans indépendants Antériorité : Voir fiche C1 Ebauche possible en applicant le code C211					
 Si l'angle entre les deux surfaces est de 90°, se reporter à la fiche C1 Code C24	**Fraise biconique** 2 surfaces de forme  Code C241	XXX 6 7 8 9 10 11 12	**Fraise 2 tailles conique** 1 surface de forme 1 surface d'enveloppe  Code C242	XXX 6 7 8 9 10 11 12	**Fraise conique** 2 surfaces de forme Code C243	XX 6 7 8 9 10 11 12

Centre d'usinage



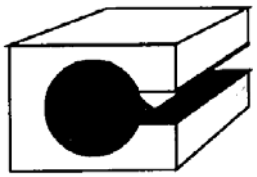
2 plans parallèles

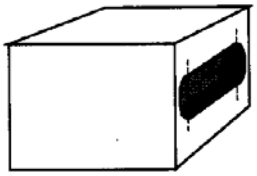
C3

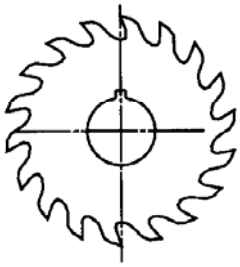
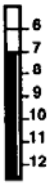
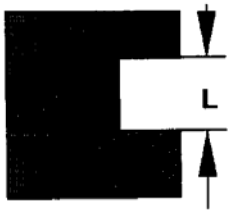
Code : C3

Indice d'antériorité : sans

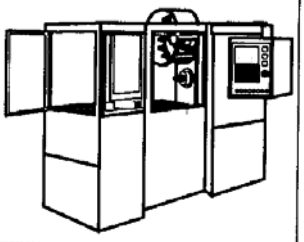
Utilisation
- ✗✗✗ Courante
- ✗✗ Possible
- ✗ Exceptionnelle





Géométries	Opérations					
	Fraisage	Qualité obtenue	Fraisage	Qualité obtenue		
Le choix entre les deux types d'outil se fait en fonction de la distance entre les deux plans parallèles. Code C31	Fraise scie  Code C311	✗✗✗  	Fraise 3 tailles Code C312	✗✗✗ 		
 Remarque : ce cas revient à étudier un profil particulier avec un cycle de contournage si la largeur L est supérieure au diamètre de la fraise. Code C32	Fraise 2 tailles Fraise avec coupe au centre si travail en plongée Code C321	✗✗✗ 				

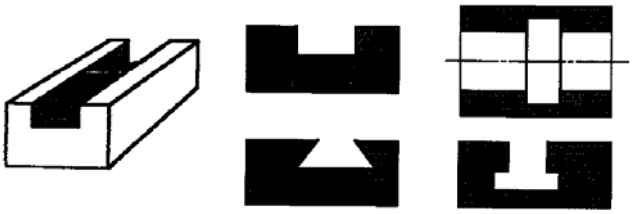
Centre d'usinage	3 plans associés sécants 2 à 2	C4

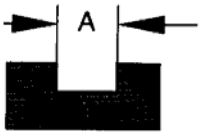
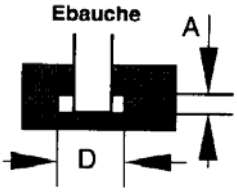
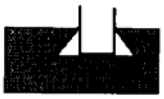
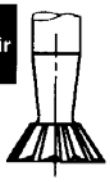
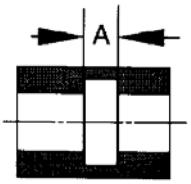
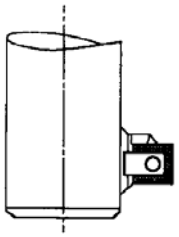


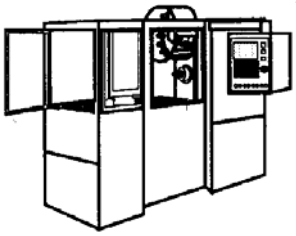
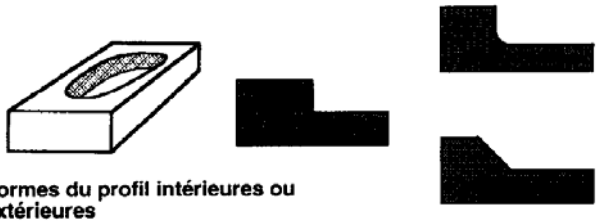
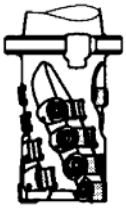
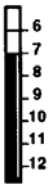
Code : C4

Indice d'antériorité : sans

Utilisation
- ✘✘✘ Courante
- ✘✘ Possible
- ✘ Exceptionnelle



Géométries	Opérations					
	Fraisage	Qualité obtenue	Fraisage	Qualité obtenue	Alésage	Qualité obtenue
 Code C41	**Fraise 2 tailles** Si D < A, cycle de contournage Si A > A, passage direct Code C211	✘✘✘	**Fraise 3 tailles** A : épaisseur de la fraise. Code C212	✘✘✘		
 Code C42	**Fraise 3 tailles** Antériorité : ébauche voir fiche C1 A : épaisseur de la fraise D : diamétre de la fraise Code C121	✘✘✘				
 Code C43	**Fraise 2 tailles conique** Antériorité : ébauche voir fiche C1  Code C431	✘✘✘				
 Code C44	**Fraise 3 tailles** Si A = E, cycle simple Si A > E, déplacement axial en plus du cycle Epaisseur E Trajectoire de la fraise Code C441			✘✘✘	**Barre d'alésage**  Code C442	✘✘

Centre d'usinage	Profil intérieur ou extérieur					C5
	**Code : C5** **Indice d'antériorité : sans** **Utilisation** XXX Courante XX Possible X Exceptionnelle	 **Formes du profil intérieures ou extérieures**				
Géométries	**Opérations**					
	Fraisage	Qualité obtenue		Qualité obtenue		Qualité obtenue
 Code C55	**Fraise 2 tailles**  Travail en cycle de poche (intérieur) ou de contournage (extérieur) Code C551	XXX  				
  Code C12	**Fraise 2 tailles à bout sphérique** Antériorité : ébauche voir fiche C1 Travail de finition Travail en cycle de poche (intérieur) ou de contournage (extérieur) Code C121	XXX 				
  Code C57	**Fraise 2 tailles conique à bout sphérique** Antériorité : ébauche voir fiche C1 Travail de finition Travail en cycle de poche (intérieur) ou de contournage (extérieur) Code C571	XXX 				

Centre d'usinage

Trous borgnes et débouchants

C6

Code : C6

Indice d'antériorité : Sans

Utilisation
- XXX Courante
- XX Possible
- X Exceptionnelle

Trou débouchant

Trou borgne

Trou lamé

Géométries

Opérations

Géométries	Perçage	Qualité obtenue	Alésage	Qualité obtenue		Qualité obtenue	Fraisage	Qualité obtenue
L, D Code C61	Foret Code C611-621	XXX	Alésoir ou tête à aléser A n'utiliser que pour les opérations de finition Antériorité : trou d'ébauche Code C613-623	XXX	Barre d'alésage et grain	XXX	Fraise 2 tailles	XXX
Toute forme admise Code C62	Foreur D : 16 mini Code C612-622	XXX	Foret aléseur ou tête à aléser Code C614-624	XXX				
A Code C63	Foret étagé Code C631	XXX	Alésage, tête à aléser La forme du grain est à adapter en fonction de la forme de la surface A Code C601-602	XX	Barre d'alésage modulaire avec tête à aléser Code C 603		La fraise est à coupe au centre ou non selon l'état brut du trou Code C 604	

Centre d'usinage

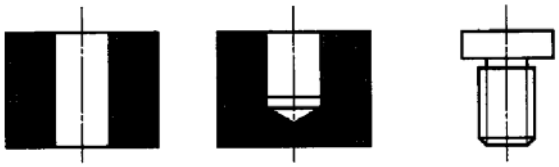
Filetage intérieur et extérieur

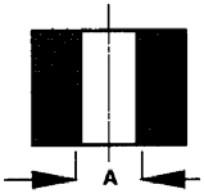
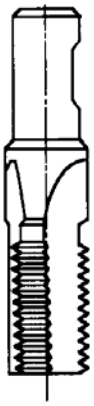
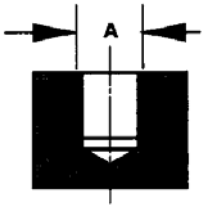
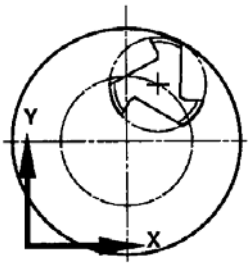
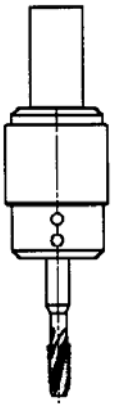
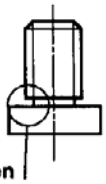
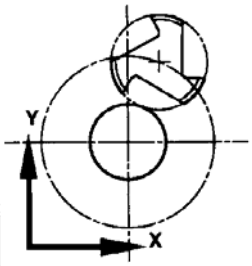
C7

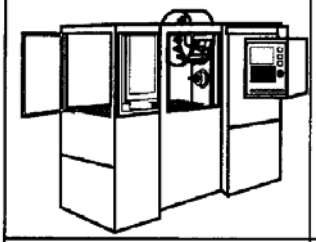
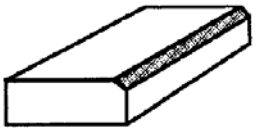
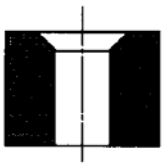
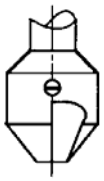
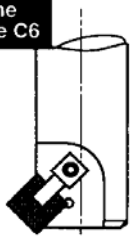
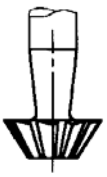
Code : C7

Indice d'antériorité : C6

Utilisation
- ✘✘✘ Courante
- ✘✘ Possible
- ✘ Exceptionnelle



Géométries	Opérations					
	Fraisage	Qualité obtenue	Taraudage	Qualité obtenue	Filetage	Qualité obtenue
	Le choix du type d'outil relève d'un calcul de prix de revient (coût outil, quantité produite, gain de productivité...)					
 Code C71	**Fraise taraud** Antériorité : Alésage d'ébauche en intérieur Cylindre pour l'extérieur. Mouvement de génération : interpolation hélicoïdale. Limitation : A > M 2,5 	✘✘✘	**Taraud machine** Antériorité : trou d'ébauche voir fiche C6. Mouvement de génération hélicoïdal. Limitation: en fonction des capacités de la machine utilisée	✘✘✘		
 Code C72	**Filetage intérieur** 		Appareil à tarauder 			
 Gorge non obligatoire Code C73	**Filetage extérieur**  Code C701		Code C711- 712			

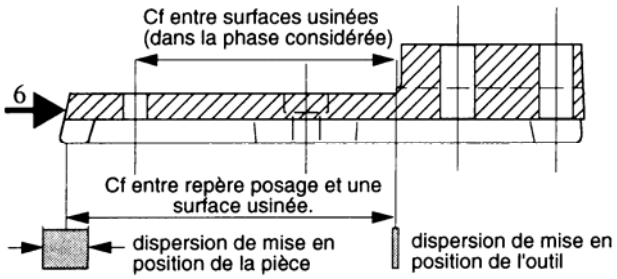
Centre d'usinage	Chanfrein						C8
	**Code : C8** Indice d'antériorité : de C1 à C6 **Utilisation** XXX Courante XX Possible X Exceptionnelle						
Géométries	**Opérations**						
	Fraisage	**Qualité obtenue**	**Perçage**	**Qualité obtenue**	**Alésage**	**Qualité obtenue**	
 Code C81	**Fraise de forme** Antériorité : trou d'ébauche voir fiche C6 **Détourage : limitation par la valeur du diamètre** Code C814	XXX 6 7 8 9 10 11 12	**Fraise à chanfreiner** Antériorité : trou d'ébauche voir fiche C6  Code C811	XXX 6 7 8 9 10 11 12	**Barre d'alésage** Antériorité : trou d'ébauche voir fiche C6  Code C813	XX 6 7 8 9 10 11 12	
			Foret à pointer Antériorité : trou d'ébauche voir fiche C6 **Remarque :** le pointage peut servir de chanfreinage Code C812	XX 6 7 8 9 10 11 12			
 Code C82	**Fraise de forme** Antériorité : Plans sécants : voir fiches C1 à C5  Code C821	XXX 6 7 8 9 10 11 12					

3.1.4. ÉTAPE 4 : Regroupement d'opération en phase

Règles de regroupement :

Ces règles comme nous le verrons s'appliquent également aux pièces cylindriques.

✓ **Approche technologique :**



7. L'influence des dispersions sur l'IT des cotes fabriquées

La précision du positionnement relatif des surfaces usinées tient :
à la dispersion de mise en position dans le cas de surfaces liées géométriquement aux éléments physiques de posage (une seule surface par axe relève de ce cas);
à la précision intrinsèque de la machine pour les surfaces dont les positions relatives résultent des déplacements obtenus par la machine et des écarts éventuels de la remise en position des outils.

Les dispersions de mise en position de la pièce sur son montage étant plus importantes que celles dues aux déplacements dans la machine (surtout pour les machines à commande numérique), la gamme d'usinage devra limiter le nombre de fois où la pièce sera posée sur la machine (voir figure 7).

✓ **Approche économique**

Le but recherché est de réduire au maximum les coûts de production. En conséquence il faut réduire les temps improductifs et, parmi eux, les temps de montage-démontage, les temps de transfert, etc. Ceci conduit également à la limitation du nombre de montages-démontages.

Ces deux approches permettent d'énoncer les règles suivantes :

Règle 1 : **Associer un maximum d'opérations dans une même phase.**

Ceci ne peut se réaliser sans la connaissance des possibilités en termes de cinématique de génération, de nombre d'outils, de fonctionnalité de directeurs de commande numérique, etc., des machines-outils et des outillages. Cela montre l'importance des
dossiers machines. Cet aspect complémentaire amène à la deuxième règle

Règle 2 : **Exploiter au maximum les possibilités des machines et des outillages.**

Ces deux critères permettent de déterminer le nombre et le contenu des phases pour une pièce et une unité de production données. Il reste maintenant à ordonnancer ces phases et à faire un choix de posage pour chacune d'elles.

3.2. ÉTAPE 7 : Ordonnancement des phases et choix du posage

Nous avons vu que la dispersion de mise en position était prépondérante pour la précision de la pièce à usiner. La qualité de la mise en position isostatique (stabilité, précision) est donc déterminante. Nous en déduirons des règles concernant le posage de la pièce.

Règle 3 : **La qualité du posage doit être le critère prépondérant pour la mise en place de la pièce sur la machine-outil.**

Règle 4 : **Le posage doit permettre l'accessibilité maximale aux surfaces usinées.**

Cette règle vise à diminuer le *nombre de reprises,* ce qui joue sur la qualité globale de la pièce, sur les temps et finalement sur le coût total; elle est en complet accord avec la règle d'association maximale des opérations.

Règle 5 : Le posage doit se traduire par une réalisation du porte-pièce la plus simple possible.

Cette règle vise à simplifier au maximum le montage pour réduire son coût, ce qui entraîne une réflexion plus profonde sur le choix des surfaces de départ qui ne doivent pas être forcément celles liées par une « cote » aux surfaces usinées. L'étape suivante qui consiste à prévoir, par le calcul, la valeur des cotes fabriquées, permettra de qualifier le processus retenu, d'un point de vue dimensionnel et géométrique. Si le résultat est négatif, les changements à apporter seront induits par le calcul :

- ✓ modification de la surface de départ suivant un ou plusieurs axes;
- ✓ modification d'un des procédés retenus;
- ✓ modification d'un outil;
- ✓ modification des associations d'opérations.

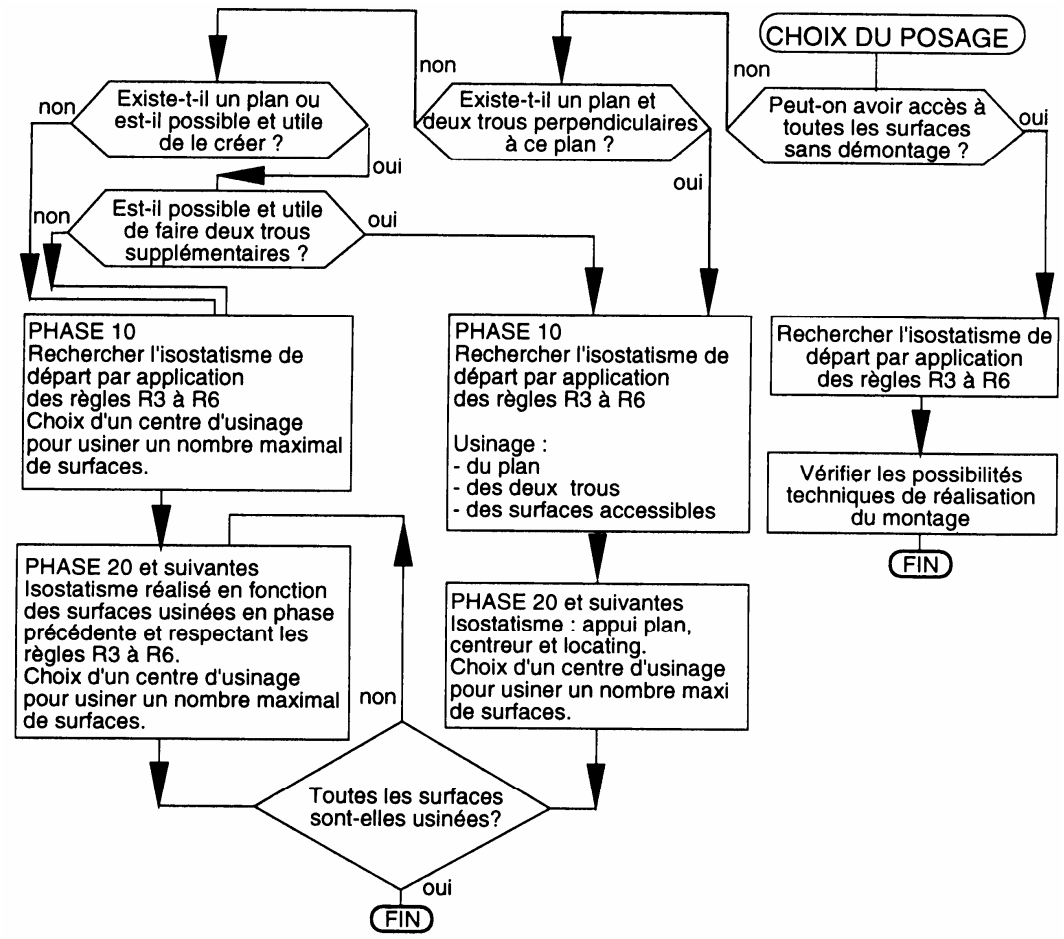
Règle 6 : Le posage doit permettre l'ablocage.

Il est impératif de maintenir la pièce en position lorsqu'elle est soumise aux efforts de coupe, c'est le rôle du dispositif d'ablocage (serrage). La position des points de serrage est fortement induite par celle des points d'isostatisme; il est donc nécessaire de vérifier dès cet instant que le serrage est possible et que les surfaces à usiner restent accessibles.

3.2.1. Démarche générale de recherche des surfaces d'appuis :

Si l'on rapproche l'ensemble des quatre dernières règles, la réflexion que l'on peut conduire pour aboutir au choix d'un ordonnancement et simultanément de repères de posage peut se traduire par l'organigramme de la figure 8. Cette démarche privilégie un système bien particulier de mise en position:

- ✓ un appui plan, qui procure à la pièce la meilleure stabilité possible, une dispersion de reprise minimale et une grande simplicité de réalisation;
- ✓ un centreur-locating, qui permet de libérer tout le pourtour de la pièce et donne souvent des possibilités de maintien en position très simples.



Toutefois, la démarche proposée n'exclut pas, en fonction de la morphologie de la pièce traitée, d'autres possibilités de mise en position. Chaque pièce est un cas particulier et la solution universelle n'existe pas. Le technicien chargé de la préparation doit avant tout faire preuve de bon sens et veiller à toujours appliquer les règles précédemment établies.

L'ensemble de ces règles **R1 à R6** permet de trouver un processus parmi plusieurs possibles avec, comme souci principal, le prix de revient. Son application conduit à privilégier l'aspect économique (association maximale des opérations rendue possible par le choix du posage, déterminé lui-même par la volonté de rendre le montage d'usinage le plus simple possible), tout en visant une qualité maximale (choix de la mise en place de la pièce sur la machine). L'aspect technologique s'inscrit dans une démarche de vérification des solutions les plus économiques :

- ✓ vérification des possibilités des outillages et des machines;
- ✓ vérification de la possibilité de maintien en position de la pièce sous les efforts de coupe.

Dossier Ressource

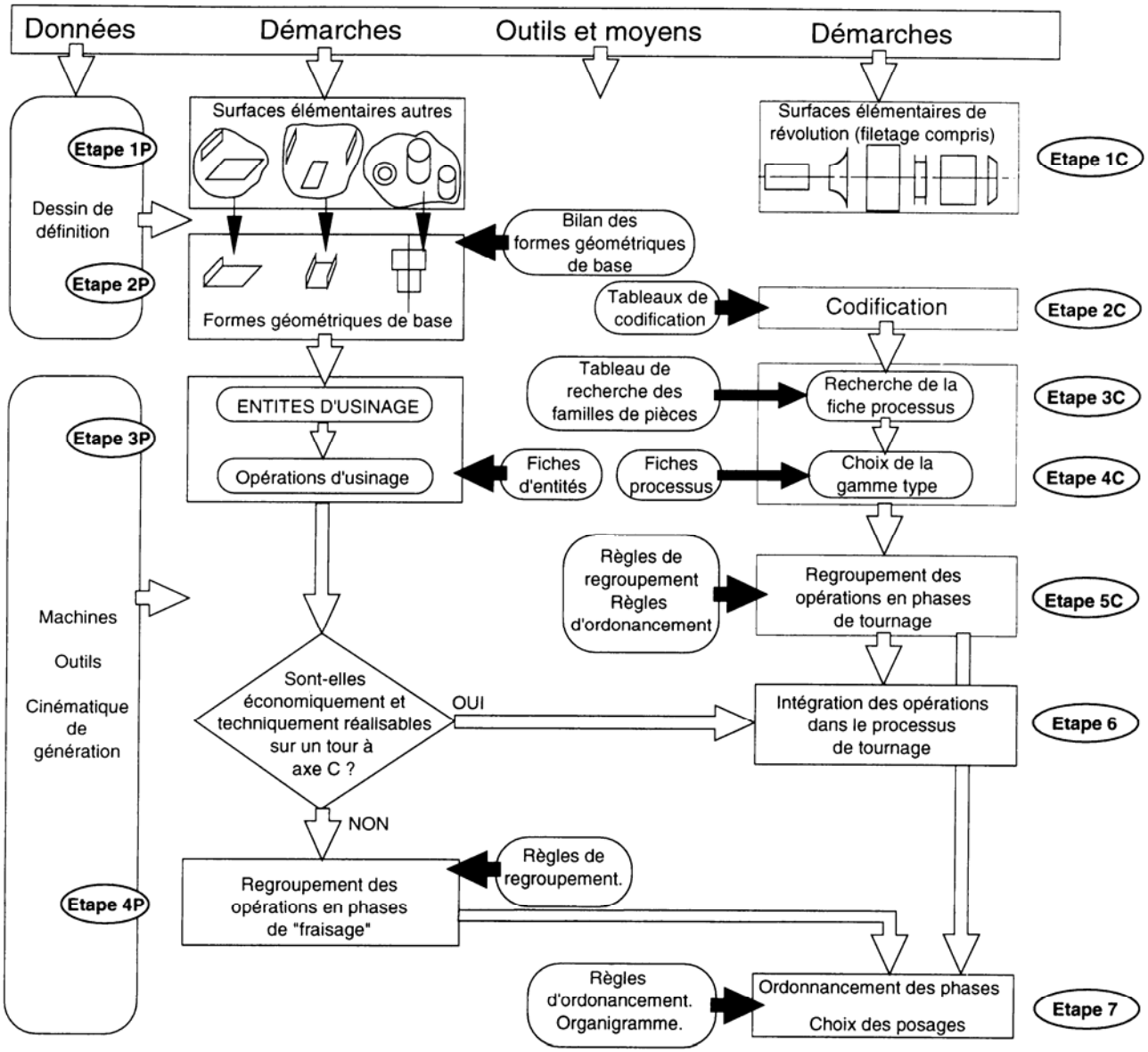
LES PIECES CYLINDRIQUES

4. ÉLABORATION DES GAMMES DES PIECES CYLINDRIQUES :

La figure suivante montre le cheminement de réflexion menant au résultat final. Comme pour les pièces prismatiques, on se place dans le cas où aucune pièce du type proposé n'a déjà été réalisée dans l'entreprise.

Une pièce de forme globale cylindrique est composée d'un ensemble de surfaces de révolution (cône, cylindre, plan, tore; voir figure 5.21), auxquelles viennent s'ajouter des surfaces complémentaires qui peuvent être des plans, des rainures, des trous, des taraudages, etc.

4.1. CONSTRUCTION DU PROJET GAMME

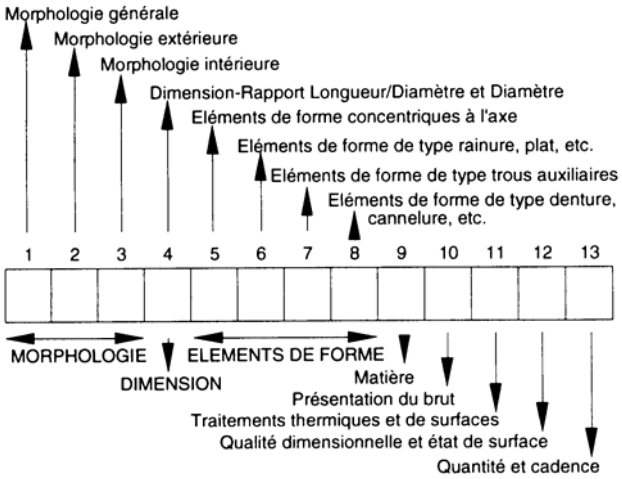


4.1.1. ÉTAPE 1C : étude des surfaces élémentaires

Les surfaces élémentaires de non-révolution seront analysées avec la même démarche que pour les pièces prismatiques, on aboutira donc à un répertoire d'opérations à effectuer. Les fiches d'entités utilisées seront fonction des moyens techniques disponibles, tour à axe C ou centre d'usinage, ou machines-outils traditionnelles, après analyse économique concernant la rentabilité de ces moyens.

Critères	1 opération	2 opérations	3 opérations	4 opérations
IT ≥0,4				
0,15 ≤ IT < 0,4				
0,05 ≤ IT < 0,15				
IT < 0,05				
Qualité > 12				
Qualité 9 - 11				
Qualité 7 - 8				
Qualité < 7				
Ra < 0,8	Rectification à prévoir			

4.1.2. ÉTAPE 2 C : Codification des pièces cylindriques



8: Codification des pièces cylindriques (code CETIM)

L'avantage du codage est la possibilité de consultation rapide de la mémoire de l'entreprise. Il existe plusieurs systèmes de codification dont celui du CETIM qui code la pièce selon treize critères. Le résultat obtenu est donc un . code à treize chiffres. Il est à remarquer que, d'un point de vue morphologique, ce système a l'avantage de prendre en compte l'ensemble des pièces cylindriques qu'elles soient purement de révolution ou non (voir figure 2).

Afin de classer les pièces de révolution en familles morpho-dimensionnelles, seuls les quatre premiers rangs du code nous intéressent. Nous allons voir sur un exemple comment coder une pièce (quatre rangs) et retrouver la fiche processus correspondant à la famille identifiée par le code.

PIECES DE REVOLUTION RANG 1: MORPHOLOGIE GENERALE				
code	morphologie			exemples
0	à section transversale maximale	ronde	L/D < 1	
1	à section transversale maximale	ronde	1 < L/D < 4	
2	à section transversale maximale	ronde	L/D > 4	
3	à section transversale maximale	non de révolution	L/D < 1,5	
4	à section transversale maximale	non de révolution	L/D > 1,5	
5	multi-axiale à axes parallèles			
6	segment			
7	secteur circulaire			
8				
9	autres			

9 : code CETIM rang 1

PIECES DE REVOLUTION RANG 2: MORPHOLOGIE EXTERIEURE		
code	morphologie	exemples
0	Un cylindre brut	
1	Un cylindre usiné	
2	Deux cylindres	
3	Profil, ou 3 cylindres et plus, variant dans un seul sens	
4	Profil, ou 3 cylindres et plus, variant de façon symétrique	
5	Profil, ou 3 cylindres et plus, variant de façon quelconque	
6		
7	Filet de mouvement ou cône fonctionnel ou sphère fonctionnelle	
8	Génératrice curviligne	
9	Autres cas	

10 : code CETIM rang 2

PIECES DE REVOLUTION RANG 3: MORPHOLOGIE INTERIEURE		
code	morphologie	exemples
0	Sans	
1	Avec un trou borgne	
2	Variant dans un sens, non débouchant	
3	Variant de façon quelconque, non débouchant	
4	Avec deux trous non débouchants	
5	Avec un trou débouchant	
6	Variant dans un sens, débouchant	
7	Variant de façon quelconque, débouchant	
8	Filet de mouvement ou cône fonctionnel ou sphère fonctionnelle	
9		

11 : code CETIM rang 3

PIECES DE REVOLUTION RANG 4: DIMENSIONS - D ET RAPPORT L/D			
code	rapport L/D	diamètre (mm)	
0	L/D < 1 L, D Pièce plate	0 < D <= 40	ØD
1		40 < D <= 80	
2		80 < D <= 200	ØD
3		D > 200	
4	1 <= L/D < 4 L, D Pièce courte	0 < D <= 40	ØD
5		40 < D <= 80	
6		D > 80	ØD
7	L/D >= 4 L, D Pièce longue	0 < D <= 40	
8		40 < D <= 80	D2, D1, D=D1
9		D > 80	

12 : code CETIM rang 4

4.2. DETERMINATION DE LA GAMME TYPE

4.2.1. ÉTAPE 3 C : Recherche de la fiche processus

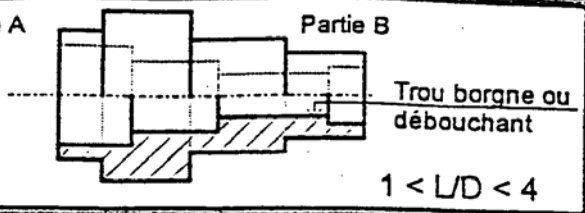
Les trois premiers rangs du système de codification permettent de retrouver les grandes familles morphologiques, différenciées selon leurs formes générales, extérieures et intérieures (exemple : arbres pleins étagés extérieur, arbres creux non étagés intérieur ou arbres creux étagés intérieur et extérieur, etc.). Le quatrième rang les différencie en fonction de l'aspect dimensionnel (exemples : arbres pleins courts étagés extérieur, arbres pleins longs étagés extérieur, etc.). Le tableau figure 13 présente la marche à suivre pour globaliser les quatre premiers rangs et trouver ainsi la famille correspondant au code; seules les familles les plus courantes sont représentées.

	RANG				Fiches processus	
	1	2	3	4	Rep.	Désignation
Pièce plates	0	0 1	5	0 1 2 3	**F4**	Bagues - Rondelles
		2-3 4-5	5 6 7		**F5**	Bagues épaulées extérieur intérieur lisse ou épaulé
Pièces courtes	1	2-3 4-5 7	0 1	4 5 6	**F7**	Arbres pleins courts étagés extérieur
		0-1 2-3 4-5	5		**F9**	Arbres creux courts non étagés intérieur
		2-3 4-5 7	2-3 4-6 7-8		**F1**	Arbres creux courts étagés intérieur et extérieur
Pièces longues	2	0 1 2	0 1	7 8 9	**F2**	Arbres pleins longs non étagés ou 2D maxi
		7-3 4-5	0 1		**F3**	Arbres pleins long étagés extérieur
		0 1	5		**F10**	Arbres creux longs non étagés

13 : Tableau de correspondance entre le code et la famille de pièce

ARBRES CREUX COURTS ETAGES A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR

Fiche processus F1

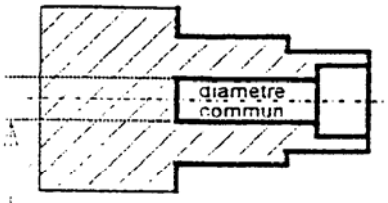


page 1/ 2

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE: CODE

Processus n°1 code 1

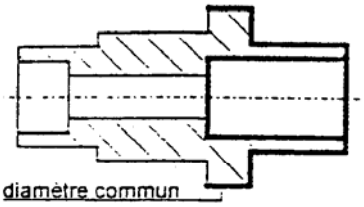
PHASE 10 TCN1



Usinage partie A ou B
et de tout ou partie du trou
- ébauche puis finition
- si le trou à réaliser est débouchant, possibilité de l'ébaucher entièrement.
- tronçonnage si travail en barre.

Remarques:
- le choix du premier côté usiné relève de la règle R3.
Si la pièce brute dispose d'un trou déjà ébauché d'un diamètre important (pièce moulée,estampée) et qu'une mise en position par l'extérieur n'est pas envisageable, il est possible d'effectuer cette mise en position dans le trou brut.

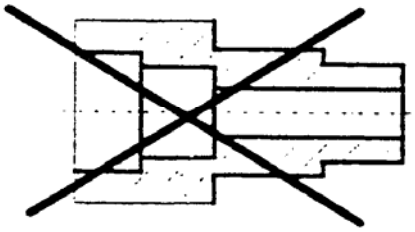
PHASE 20 TCN2



Usinage de la partie restante et de tout ou partie du trou.
- ébauche puis finition

Remarques:
- pour la phase 20, reprise de préférence en extérieur sur la première partie usinée.
Eventuellement, reprise en intérieur si le diamètre du trou le permet et qu'une mise en position par l'extérieur n'est pas envisageable.

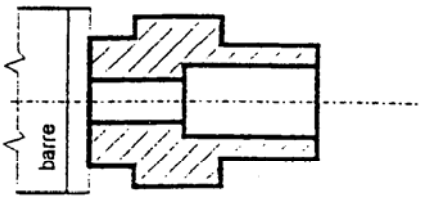
- la finition des diamètres communs (extérieur et intérieur) aux deux parties est réalisée dans la phase où la tolérance de coaxialité avec un autre diamètre est la plus serrée. Toutefois, si la dispersion probable de reprise est très inférieure à la spécification de coaxialité le critère retenu est alors celui de l'équilibrage des temps de chaque phase.
- toujours usiner le trou du côté le plus accessible.



-travail en sous-phase possible (retournement de la pièce) si on possède un diamètre identique ou si on peut aménager les mors.

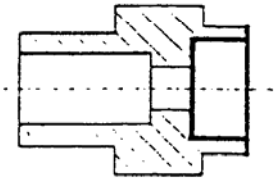
Processus n°2 code 2

PHASE 10 TCN1



Usinage des deux parties
- ébauche puis finition de A , B et de tout ou partie du trou
- tronçonnage.

PHASE 20 TCN2

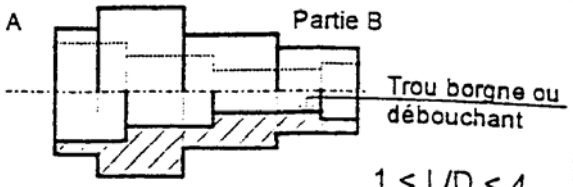


- éventuellement, finition de la surface tronçonnée
- ébauche puis finition du trou restant.

Remarques:
- ce processus est à réserver au travail en barre.
- la partie "côté barre" ne doit pas avoir un écart diamétral très important avec le diamètre commun.
- ce processus permet d'obtenir des défauts de coaxialité très faibles entre les parties A, B et le trou usiné en phase 10 (pas de dispersions de remise en position).

ARBRES CREUX COURTS ETAGES A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR

Fiche processus F1



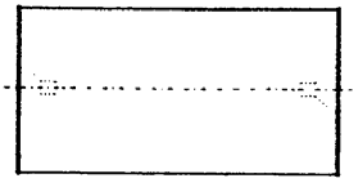
1 < L/D < 4

page 2/ 2

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE: CODE

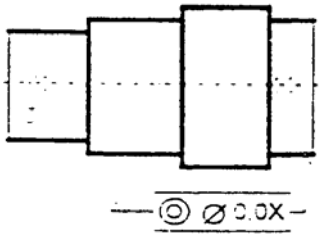
Processus n°3 code 3

PHASE 10 machine à centrer-dresser



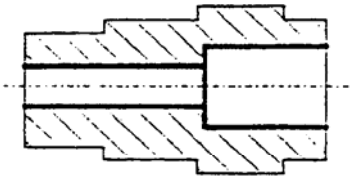
Mise à longueur et réalisation des deux centrages.

PHASE 20 TCN1



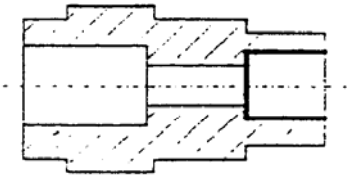
Usinage de A et B (entraineur frontal employé)
- ébauche des deux côtés
- finition des deux côtés

PHASE 30 TCN2



Usinage de tout ou partie du trou
- ébauche puis finition

PHASE 40 TCN3

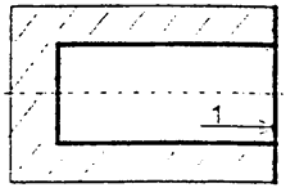


Usinage du trou restant
- ébauche puis finition

Remarque:
ce processus peut être employé:
- lorsque la tolerance de coaxialité entre deux diamètres de deux parties est très faible et les ébauches peu importantes.
- lorsque les formes intérieures ne permettent pas une éventuelle reprise
- lorsque le travail en barre n'est pas envisageable (Ø pièce > Ø passage broche; machine inappropriée au travail en barre)

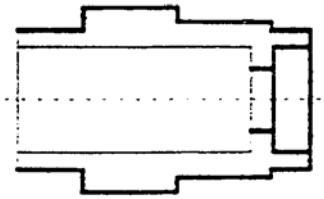
Processus n°4 code 4

PHASE 10 TCN1



Usinage de tout ou partie du trou et dressage 1
- ébauche puis finition

PHASE 20 TCN2

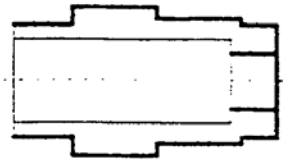


Usinage de A,B et du trou restant
- ébauche puis finition

Remarques:
ce processus peut être employé:
- lorsque le travail en barre n'est pas envisageable (Ø pièce > Ø passage broche, machine inappropriée au travail en barre).
- lorsque la tolerance de coaxialité entre 2 Ø de 2 parties est très faible et les ébauches peu importantes ou (et) lorsque les formes des surfaces extérieures ne permettent pas une reprise correcte

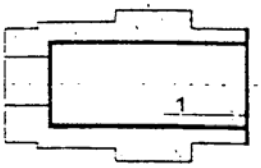
Processus n°5 code 5

PHASE 10 TCN1



Usinage de A, B et de tout ou partie du trou
- ébauche puis finition

PHASE 20 TCN2

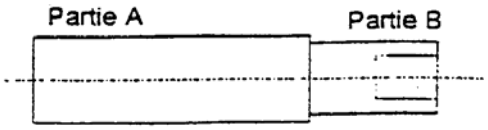


Usinage du trou restant et dressage de 1
- ébauche puis finition

Remarques:
ce processus peut être employé:
- lorsque la tolérance de coaxialité entre 2 Ø de 2 parties est très faible et les ébauches peu importantes
- lorsque les pièces disposent d'un trou brut d'un diamètre important (pièces moulées, estampées ou du type "tube"); ce trou offrant une meilleure mise en position en phase 10 que les formes extérieures.

ARBRES PLEINS LONGS NON ETAGES OU 2D MAX

Fiche processus: **F2**



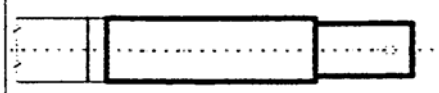
L/D > 4

Page 1/2

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE : CODE 3

Processus n°1 code 1

PHASE 10 TCN1



Dressage, centrage côté A ou B.
Avance barre.
Mise en place contre-pointe.
Usinage de A et B.
Tronçonnage.

PHASE 20 TCN2

Dressage de la surface tronçonnée en phase 10 et usinage du trou C(si ce dernier se trouve du bon côté).

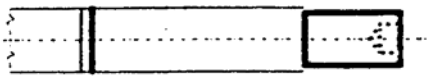
PHASE 30 TCN2

Usinage du trou C (s'il n'a pu être réalisé précédemment).

Remarques:
Cette solution en accord avec la règle 2 sera à privilégier si l'on peut travailler en barre. Elle pourra être améliorée, si la série est assez importante en usinant C dans la phase 10 après le centrage puis en utilisant une contre-pointe adaptée.
La phase 20 et 30 peuvent être réunies en une seule phase qui pourra se décomposer en deux S/phase afin de changer de sens la pièce prise en mors doux aménagés.
Economiquement, la phase 30 et la phase 20 auront peut être avantage à être usinées sur des tours parallèles classiques.

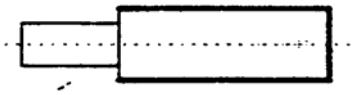
Processus n°2 code 2

PHASE 10 TCN1



Dressage côté B.
Usinage de C(si bon coté).
Usinage de B.
Avance barre.
Tronçonnage.

PHASE 20 TCN2



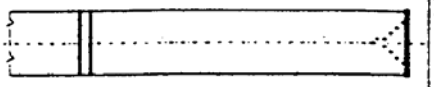
Centrage et dressage.
Mise en place contre-pointe.
Usinage de A

PHASE 30 TCN1 ou 2
Usinage de C (si besoin)

Remarques:
Cette solution utilise le travail en barre. Elle pourra être employée si la longueur de B <2 diamètres. La phase 20 nécessite un montage mixte avec mors doux. Le défaut de concentricité entre A et B ne pourra pas être inférieur à 0.05(courant : 0.08). En phase 20, l'usinage du dressage et du centrage demande des précautions(Vc, f) il sera avantageusement réalisé pièce totalement prise dans le mandrin puis reprise en position avancée avec mise en place de la contrè- pointe pour la suite de la phase.Cette dernière solution est impérative pour le cas de pièces très longues.

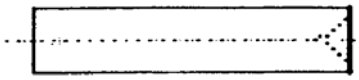
Processus n°3 code 3

PHASE 10 TCN1



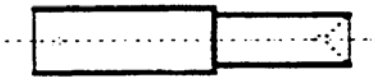
Dressage, centrage.
Avance barre.
Tronçonnage.

PHASE 20 TCN2 ou TP



Dressage, centrage.

PHASE 30 TCN3 ou TCN2



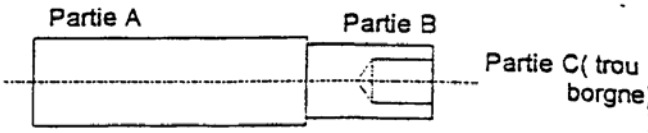
Usinage de A et B

Phase 40 TCN ou TP
Usinage de C (si besoin).

Remarques:
Cette solution est à envisager pour les pièces très longues qui imposent une concentricité rigoureuse entre A et B. La phase 30 demandera des dispositifs spéciaux pour éviter la déformation de la pièce sous les efforts de coupe.
Les phases 20 et 40 pourront avantageusement être réalisées sur des tours classiques.

ARBRES PLEINS LONGS NON ETAGES OU 2D MAX

Fiche processus: **F2**



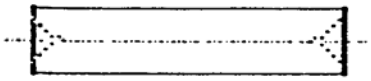
Page 2/2

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE : CODE 3

Processus n°4 code 4

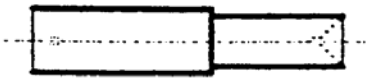
PHASE 10

Machine à centrer-dresser



Dressage des deux extrémités (mise à longueur de la pièce).

PHASE 20 TCN1



Usinage de A et B. Travail entre pointes avec entraineur frontal.

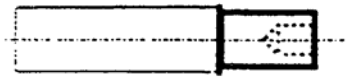
PHASE 30 TCN2

Usinage du trou C(si besoin)

Remarques:
Cette solution est à envisager lorque le travail en barre est exclu.
Ce processus permet d'obtenir des défauts de coaxialité faible entre A et B.
Les conditions de coupe devront prendre en compte les risques de déformation de la pièce sous l'action des efforts de coupe.

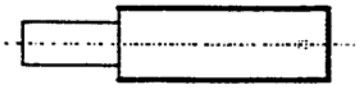
Processus n°5 code 5

PHASE 10 TCN1



Dressage coté B.
Usinage de C(si bon coté).
Usinage de B.

PHASE 20 TCN2



Centrage et dressage.
Mise en place contre-pointe.
Usinage de A

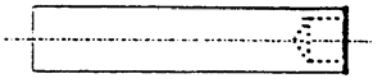
PHASE 30 TCN1 ou 2

Usinage de C (si nécessaire).

Remarques:
Cette solution exclut le travail en barre. Elle pourra être employée si la longueur de B < 2 diamètres.
La phase 20 nécessite un montage mixte avec mors doux.
Le défaut de concentricité entre A et B ne pourra pas être inférieur à 0.05(courant : 0.08).
En phase 20, l'usinage du dressage et du centrage demande des précautions(Vc, f)
il sera avantageusement réalisé pièce totalement prise dans le mandrin puis reprise en position avancée avec mise en place de la contre- pointe pour la suite de la phase. Cette dernière solution est impérative pour le cas de pièces très longues.

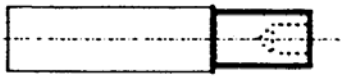
Processus n°6 code 6

PHASE 10 TCN1



Dressage
Usinage de C(si besoin)

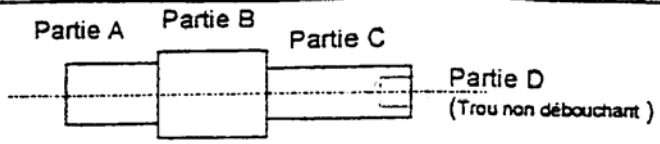
PHASE 20 TCN2



Dressage
Usinage de B
Usinage de C (si besoin)

Remarques:
Ce processsus exclut le travail en barre.
Il sera employé lorque le côté A reste brut.
L'usinage côté B devra avoir une longueur < à 2 Diamètres, si ce n'est pas le cas, il faudra prévoir un soutien avec une contre-pointe.

ARBRES PLEINS LONGS ETAGES EXTERIEUR



Fiche processus: F3

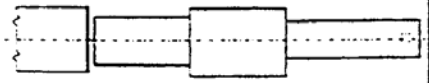
L/D > 4

Page 1/1

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE : CODE 3

Processus n°1 code 1

PHASE 10 TCN1



Dressage
Centrage
Avance barre
Usinage de A, B, C ébauche et finition
Tronçonnage

PHASE 20 TCN2

Dressage de la surface tronçonnée (si besoin)
Usinage de D si coté adéquat

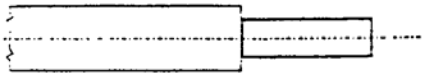
PHASE 30 TCN2

Usinage de D selon besoin

Remarques :
Ce processus utilise le travail en barre. Il permet d'obtenir une très bonne coaxialité entre les diamètres extérieurs.

Processus n°2 code 2

PHASE 10 TCN1



Dressage
Usinage de D si besoin
Usinage de C(éb et fn)
Avance barre
Tronçonnage.

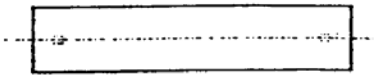
PHASE 20 TCN2

Dressage
Usinage de D si besoin
Usinage de A et B(éb et fn)

Remarques :
Ce processus utilise le travail en barre.
La partie B pourra être réalisée dans la phase 10 en même temps que l'usinage de C ou dans la phase 20 avec A. Le choix sera imposé par les contraintes de coaxialité ou par la recherche de la moindre déformation de la pièce sous les efforts de coupe.

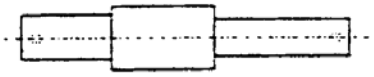
Processus n°3 code 3

PHASE 10 Machine à centrer-dresser



Dressage et centrage

PHASE 20 TCN1



Usinage de A, B, C(ébauche et finition selon besoin). Travail entre pointes avec entraineur frontal.

PHASE 30 TCN2
Usinage de D si besoin.

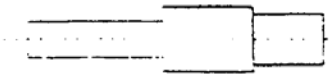
Remarques :
Ce processus exclut le travail en barre. Il permet d'obtenir une bonne coaxialité entre les divers diamètres. Néanmoins, les diamètres extérieurs ne devront pas présenter des écarts trop importants si l'on veut conserver une bonne rigidité à la pièce.

Processus n°4 code 4

PHASE 10 TCN1

Dressage
Usinage de D si besoin
Usinage de C(éb et fn)

PHASE 20 TCN2



Dressage
Centrage
Mise en place contre-pointe
Usinage de A et B(éb et fn)
Usinage de D si nécessaire

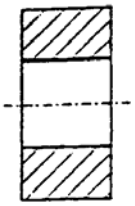
Remarques :
Ce processus exclut le travail en barre. En phase 10 ou 20 si la pièce et assez rigide on supprimera le centrage et la mise en place de la contre-pointe. On pourra, si le soutien est nécessaire dans la phase où on usine D, usiner D après le centrage et utiliser une contre-pointe aménagée.

Remarque générale :
Les pièces de ce type(F3) nécessitent en général un traitement thermique(de masse ou superficiel)qui obligera une reprise de la pièce(après Tth) sur une rectifieuse cylindrique. Il ne faudra pas oublier de laisser des surépaisseurs d'usinage au tournage afin de pouvoir réaliser correctement la phase de finition par abrasion.

Bagues Rondelles

Fiche Processus F4 (1/1)

Partie A



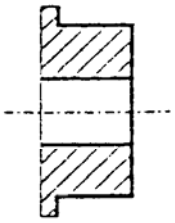
Partie B

L/D ‹ 1

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE: CODE

Processus №1 Code 1

PHASE 10: TCN1.

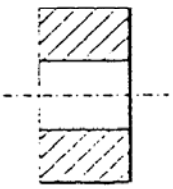


Usinage partie A ou B (Ebauche + Finition).

Usinage diamètre extérieur (Ebauche + Finition).

Usinage diamètre intérieur (Ebauche + Finition).

PHASE 20: Tour Parallèle.



Usinage partie restante (Ebauche + Finition).

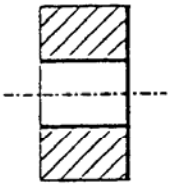
Remarques:

- Processus réservé aux pièces ne permettant pas le travail en barre.
- Processus réservé aux pièces pour lesquelles L ‹‹ D si le diamètre extérieur doit être usiné.
- Le travail en sous-phases est possible si le diamètre brut est peu différent du diamètre usiné ou si un aménagement des mors est possible.
- L'usinage du diamètre extérieur peut être réalisé en deux opérations si la cotation le permet.

- Ce processus d'usinage permet d'obtenir un défaut minimum de coaxialité (ou concentricité) entre la partie intérieure et la partie extérieure.

Processus №2 Code 2

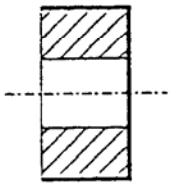
PHASE 10: TCN1.



Usinage partie A ou B (Ebauche + Finition).

Usinage diamètre intérieur (Ebauche + Finition).

PHASE 20: TCN2.



Usinage partie restante (Ebauche + Finition).

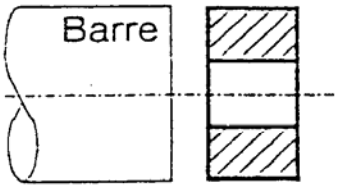
Usinage diamètre extérieur (Ebauche + Finition).

Remarques:

- Processus réservé aux pièces ne permettant pas le travail en barre.
- Processus envisageable uniquement pour les pièces dont la partie intérieure permet une reprise.
- Le travail en sous-phases est possible si la partie extérieure n'est pas à usiner.

Processus №3 Code 3

PHASE 10: TCN1.



Usinage partie A ou B (Ebauche + Finition).

Usinage diamètre extérieur (Ebauche + Finition).

Usinage diamètre intérieur (Ebauche + Finition).

Tronçonnage.

Eventuellement

PHASE 20: Tour Parallèle.

Finition surface tronçonnée.

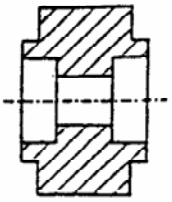
Remarques:

- Processus réservé aux pièces permettant le travail en barre.
- Ce processus d'usinage permet d'obtenir un défaut minimum de coaxialité (ou concentricité) entre la partie intérieure et la partie extérieure.

Bagues épaulées extérieur Intérieur lisse ou épaulé

Fiche Processus F5 (1/2)

Partie A



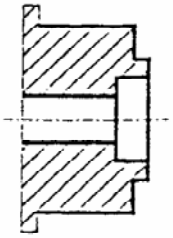
Partie B

L/D ‹ 1

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE: CODE

Processus Nº1 Code 1

PHASE 10: TCN1.

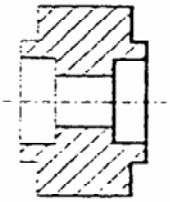


Usinage partie A ou B (Ebauche + Finition)

Usinage diametre extérieur (Ebauche + Finition)

Usinage diametre intérieur (Ebauche + Finition)

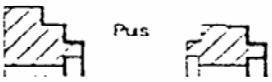
PHASE 20: TCN2



Usinage partie restante (Ebauche + Finition).

Remarques:

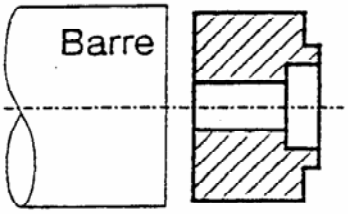
- Processus réservé aux pièces ne permettant pas le travail en barre.
- Processus réservé aux pièces pour lesquelles L « D si le diametre exterieur doit être usiné.
- Le travail en sous-phases est possible si un amenagement des mors est possible.
- L'usinage du diametre exterieur peut être realise en deux operations si la cotation le permet



ou en phase 20 si une reprise est possible sur le premier côte usine

Processus Nº2 Code 2

PHASE 10: TCN1.



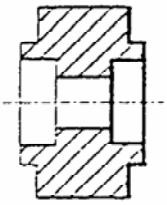
Usinage partie A ou B (Ebauche + Finition)

Usinage diamètre extérieur (Ebauche + Finition)

Usinage diamètre intérieur (Ebauche + Finition)

Tronçonnage.

PHASE 20: TCN2



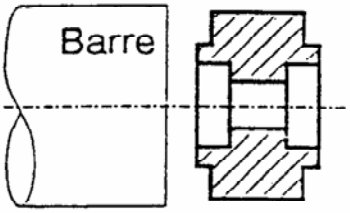
Usinage partie restante (Ebauche + Finition).

Remarques:

- Processus réservé aux pièces permettant le travail en barre.
- Le diametre exterieur commun aux deux parties peut être usiné en phase 20 pour équilibrer les temps d'usinage.

Processus Nº3 Code 3

PHASE 10: TCN1.



Usinage partie A et B (Ebauche + Finition)

Usinage diamètre extérieur (Ebauche + Finition)

Usinage diamètre intérieur (Ebauche + Finition)

Tronçonnage.

Eventuellement

PHASE 20: Tour Parallèle.

Finition surface tronçonnée.

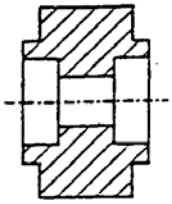
Remarques:

- Processus réservé aux pièces permettant le travail en barre.
- Ce processus d'usinage permet d'obtenir un défaut minimum de coaxialité (ou concentricité) entre la partie intérieure et la partie extérieure.
- La partie extérieure côté barre ne doit pas avoir une différence de diametre trop importante avec le diametre commun.
- Le diametre intérieur commun doit permettre le passage des outils nécessaires à l'usinage de la partie interieure côté barre.
- La partie intérieure côte barre ne doit pas avoir une différence de diametre trop importante avec le diametre commun.

Bagues épaulées extérieur Intérieur lisse ou épaulé

Fiche Processus F5 (2/2)

Partie A



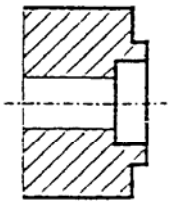
Partie B

L/D < 1

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE: CODE

Processus N°4 Code 4

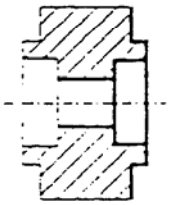
PHASE 10: TCN1.



Usinage partie A ou B (Ebauche + Finition)

Usinage diamètre exterieur (Ebauche + Finition)

PHASE 20: TCN2



Usinage partie restante (Ebauche + Finition).

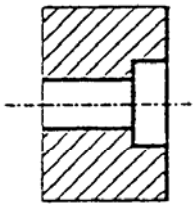
Usinage diamètre interieur (Ebauche + Finition)

Remarques:

- Processus reservé aux pièces ne permettant pas le travail en barre.
- Ce processus ne peut être envisagé que pour les pièces dont le brut dispose d'une ebauche de la partie interieure permettant une prise de pièce.
- Le diamètre exterieur peut être usiné en phase 20 si necessaire et possible.

Processus N°5 Code 5

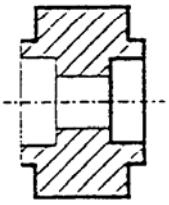
PHASE 10: TCN1.



Usinage partie A ou B (Ebauche + Finition) intérieur et face avant seulement.

Usinage diamètre intérieur (Ebauche + Finition)

PHASE 20: TCN2



Usinage parties restantes (Ebauche + Finition).

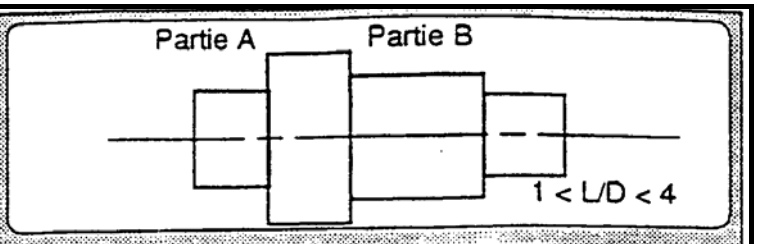
Usinage diamètre extérieur (Ebauche + Finition)

Remarques:

- Processus reservé aux pièces ne permettant pas le travail en barre.
- Processus reservé aux pièces pouvant être reprises sur les formes intérieures.
- On peut décider d'usiner la totalité du premier côté de la pièce dans la phase 10. Le choix parmi les deux solutions se fera à partir de la cotation et de l'accessibilité de la pièce en phase 20.
- Ce processus permet d'obtenir un défaut minimum de coaxialité (ou concentricité) entres les différentes surfaces extérieures.

ARBRE PLEIN COURT ETAGES EXTERIEUR

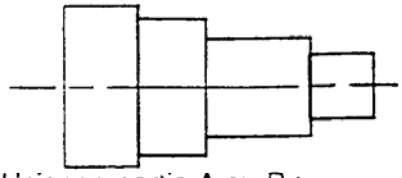
Fiche processus F7



TOUR A COMMANDE NUMERIQUE : CODE 3

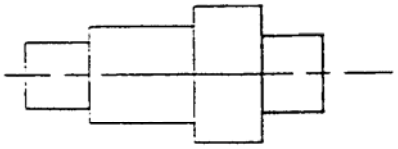
Processus N° 1 code 1

PHASE 10 TCN1



Usinage partie A ou B :
- ébauche puis finition;
- tronçonnage si travail en barre

PHASE 20 TCN2

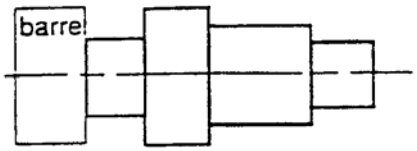


Usinage partie restante
ébauche puis finition.

Remarques :
- le choix du premier côté usiné relève de la règle R3 (paragraphe 5.3.3);
- la finition du diamètre commun aux deux parties sera faite dans la phase ou l'exigence de coaxialité avec un autre diamètre est la plus forte. Toutefois, si la dispersion probable de reprise est très inférieure à la spécification de coaxialité, le critère retenu est alors celui de l'équilibrage des temps de chaque phase.
- travail en sous-phase possible (retournement de la pièce) si on possède un diamètre identique ou si on peut aménager les mors.

Processus N° 2 code 2

PHASE 10 TCN1

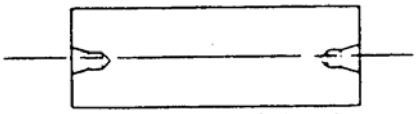


Usinage des deux parties :
- ébauche de A et B;
- finition de A et B;
- tronçonnage.

Remarques :
- ce processus est à réserver au travail en barre;
- la partie "côté barre" ne doit pas avoir un écart diamétral très important avec le diamètre commun

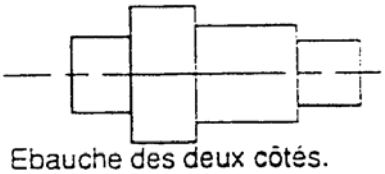
Processus N° 4 code 4

PHASE 10 machine à centrer-dresser



Mise à longueur et réalisation de deux centrages.

PHASE 20 TCN1



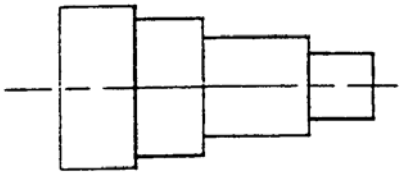
- Ebauche des deux côtés.
- Finition des deux cotés.

(entraineur frontal employé)

Remarque :
ce processus peut être employé lorsque la spécification de coaxialité entre deux diamètres de deux parties est très faible et les ébauches peu importantes.

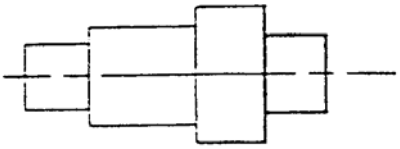
Processus N° 3 code 3

PHASE 10 TCN1



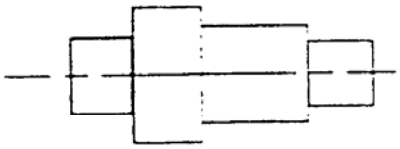
Usinage première partie :
ébauche

PHA E 20 TCN2



Usinage partie restante :
ébauche

PHASE 30 TCN3

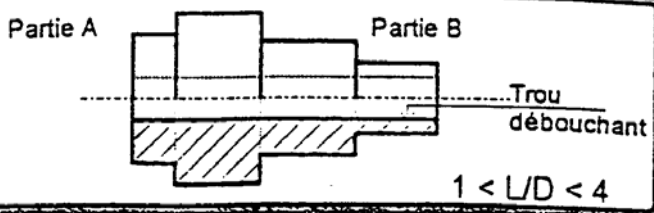


Finition des deux côtés.
(entraineur frontal employé)

Remarque :
ce processus peut être employé lorsque la spécification de coaxialité entre deux diamètres de deux parties est très faible et les ébauches importantes.

ARBRES CREUX COURTS ET NON ETAGES A L'INTERIEUR

Fiche processus F9

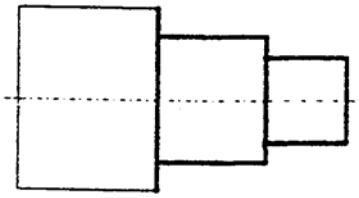


page 1/ 2

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE: CODE

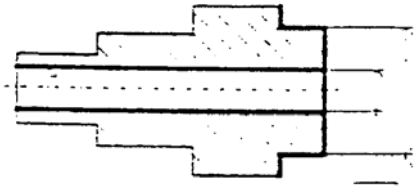
Processus n°1 code 1

PHASE 10 TCN1



Usinage partie A ou B
- ébauche puis finition
- tronçonnage si travail en barre

PHASE 20 TCN2

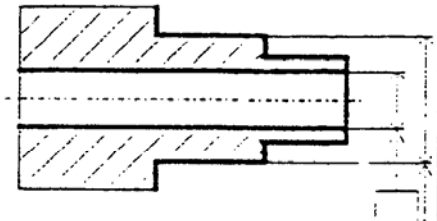


Usinage de la partie restante et du trou.
- ébauche puis finition

Remarques:
- le choix du premier côté usiné relève de la règle R3
Si la pièce brute dispose d'un trou déjà ébauché d'un diamètre important (pièce moulée,estampée) et qu'une mise en position par l'extérieur n'est pas envisageable, il est possible d'effectuer cette mise en position dans le trou brut

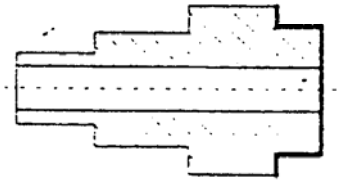
Processus n°2 code 2

PHASE 10 TCN1



Usinage partie A ou B et du trou.
- ébauche puis finition
- tronçonnage si travail en barre

PHASE 20 TCN2

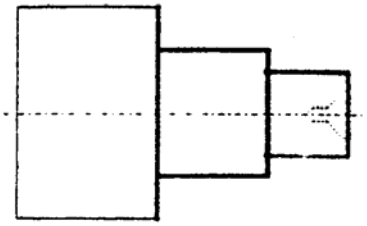


Usinage de la partie restante
- ébauche puis finition

Remarques:
- pour la phase 20, reprise de préférence en extérieur sur la première partie usinée
Eventuellement, pour la phase 20 reprise en intérieur si le diamètre du trou le permet.

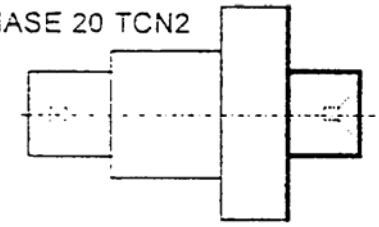
Processus n°3 code 3

PHASE 10 TCN1



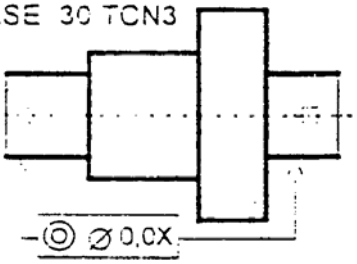
Usinage partie A ou B
- ébauche et centrage
- tronçonnage si travail en barre

PHASE 20 TCN2



Usinage partie restante
- ébauche et centrage

PHASE 30 TCN3



Usinage de A et B
(entraineur frontal employé)
- finition des deux côtés

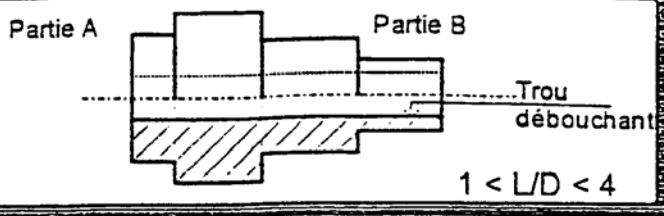
PHASE 40 TCN4
Usinage du trou

Remarque:
ce processus peut être employé lorsque la tolérance de coaxialité entre deux diamètres de deux parties est très faible et les ébauches importantes.

- si le trou et une des deux parties sont liés par une spécification de coaxialité précise, les usiner dans la même phase
Si la dispersion probable de reprise est très inférieure à la spécification de coaxialité entre le trou et une des deux parties usinées, le choix du processus relève de l'équilibrage des temps de chaque phase.
- la finition du diamètre commun aux deux parties est réalisée dans la phase où la tolérance de coaxialité avec un autre diamètre est la plus serrée. Toutefois, si la dispersion probable de reprise est très inférieure à la spécification de coaxialité le critère retenu est alors celui de l'équilibrage des temps de chaque phase.
-travail en sous-phase possible (retournement de la pièce) si on possède un diamètre identique ou si on peut aménager les mors.

ARBRES CREUX COURTS ET NON ETAGES A L'INTERIEUR

Fiche processus F9

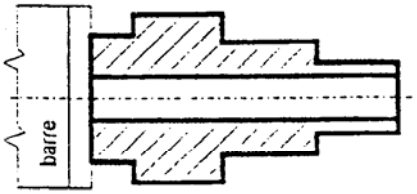


page 2/ 2

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE: CODE

Processus n°4 code 4

PHASE 10 TCN1

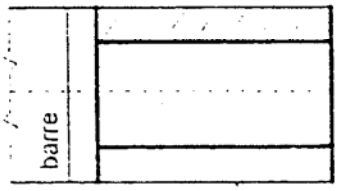


Usinage des deux parties
- ébauche de A , B et du trou
- finition de A , B et du trou
- tronçonnage.

Eventuellement
PHASE 20 TCN2

- finition de la surface tronçonnée en phase 10

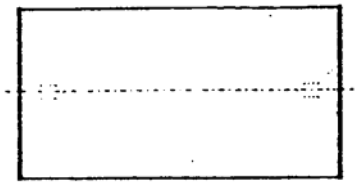
Remarques:
- ce processus est à réserver au travail en barre.
- la partie "côté barre" ne doit pas avoir un écart diamétral très important avec le diamètre commun.
- ce processus permet d'obtenir des défauts de coaxialité très faibles entre les parties A, B et le trou (pas de dispersions de remise en position).
- ce processus permet également l'obtention de pièces du type entretoise.



Cylindre usiné ou brut

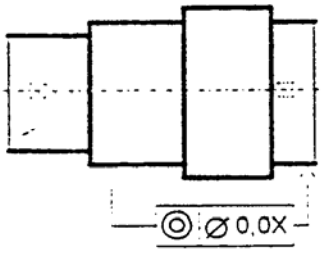
Processus n°5 code 5

PHASE 10 machine à centrer-dresser



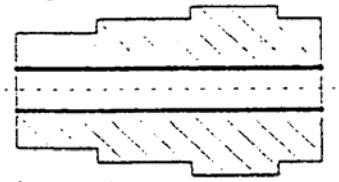
Mise à longueur et réalisation des deux centrages.

PHASE 20 TCN1



Usinage de A et B
(entraineur frontal employé)
- ébauche des deux côtés
- finition des deux côtés

PHASE 30 TCN2

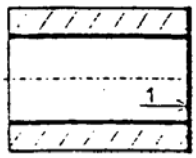


Usinage du trou
- ébauche puis finition

Remarque:
ce processus peut être employé:
- lorsque la tolérance de coaxialité entre deux diamètres de deux parties est très faible et les ébauches peu importantes.
- lorsque les formes intérieures ne permettent pas une éventuelle reprise.
- lorsque le travail en barre n'est pas envisageable (∅ pièce > ∅ passage broche; machine inappropriée au travail en barre).

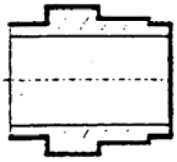
Processus n°6 code 6

PHASE 10 TCN1



Usinage du trou et dressage 1
- ébauche puis finition

PHASE 20 TCN2

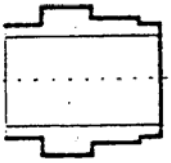


Usinage de A et B
- ébauche puis finition

Remarques:
ce processus peut être employé:
- lorsque le travail en barre n'est pas envisageable (∅ pièce > ∅ passage broche; machine inappropriée au travail en barre).
- lorsque la tolérance de coaxialité entre 2 ∅ de 2 parties est très faible et les ébauches peu importantes ou (et) lorsque les formes des surfaces extérieures ne permettent pas une reprise correcte.

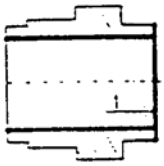
Processus n°7 code 7

PHASE 10 TCN1



Usinage de A et B
- ébauche puis finition

PHASE 20 TCN2

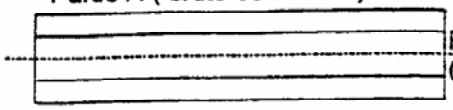


Usinage du trou et dressage 1
- ébauche puis finition

Remarques:
ce processus peut être employé:
- lorsque la tolérance de coaxialité entre 2 ∅ de 2 parties est très faible et les ébauches peu importantes
- lorsque les pièces disposent d'un trou brut d'un diamètre important (pièces moulées, estampées ou du type "tube"); ce trou offrant une meilleure mise en position en phase 10 que les formes extérieures.

ARBRES CREUX LONGS NON ETAGES

Partie A (brute ou usinée)



Partie B
(Trou débouchant)

L/D > 4

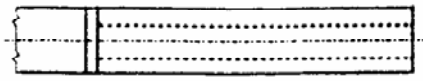
Fiche processus: F10

Page 1/1

TOUR A COMMANDE NUMERIQUE : CODE 3

Processus n°1 code 1

PHASE 10 TCN1



Dressage
Centrage
Perçage
Alésage ébauche et finition(si nécessairre).
Avance barre
Tronçonnage

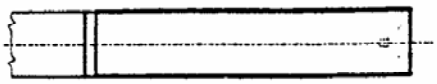
PHASE 20 TCN2

Dressage de l'extrémité brute de tronçonnage si les contraintes dimensionnelles ou d'état de surface l'imposent.

Remarques:
Ce processus est réservé au travail en barre pour des pièces dont la surface extérieure reste brute.

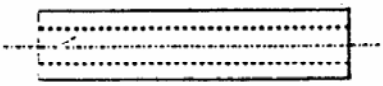
Processus n°2 code 2

PHASE 10 TCN1



Dressage, centrage.
Avance barre
Mise en place contre-pointe
Usinage de A(ébauche et finition).
Tronçonnage.

PHASE 20 TCN2

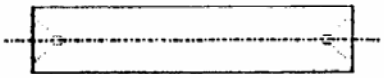


Dressage
Centrage
Perçage
Alésage(ébauche et finition) si nécessaire

Remarques:
Ce processus est réservé au travail en barre. Le défaut de coaxialité entre les diamètres extérieur et intérieur ne pourra pas être inférieur à 0.05mm.

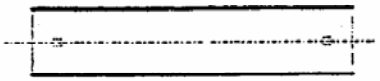
Processus n°3 code 3

PHASE 10 Machine à centrer-dresser



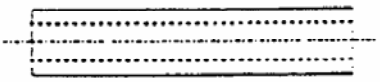
Dressage et centrage

PHASE 20 TCN1



Usinage de A (ébauche et finition).

PHASE 30 TCN2

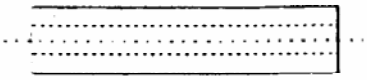


Usinage de B : Perçage
Alésage ébauche
Alésage finition
Selon les qualités définies pour cette surface.

Remarques:
Ce processus ne s'applique pas au travail en barre.
La coaxialité entre les diamètres extérieur et intérieur ne pourra guère descendre en dessous de 0.05mm.

Processus n°4 code 4

PHASE 10 TCN1



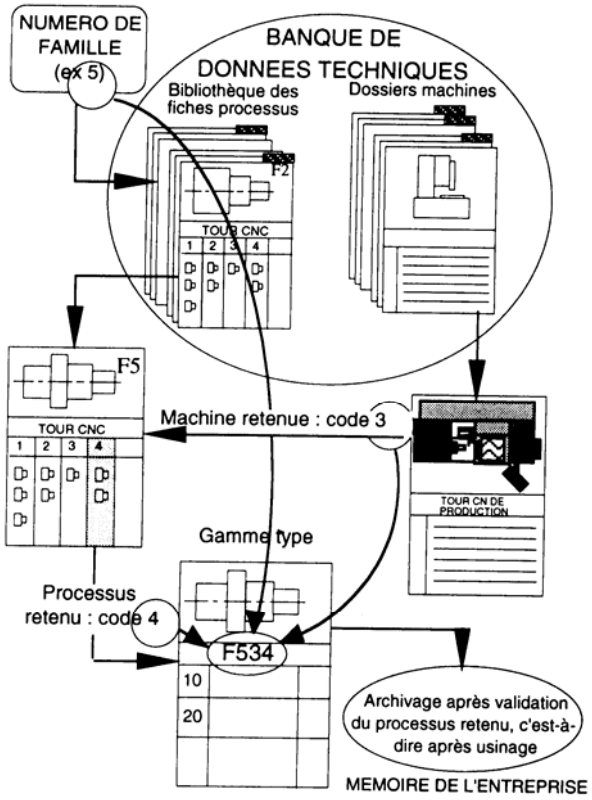
Dressage
Centrage
Perçage
Alésage ébauche et finition(si nécessairre).

PHASE 20 TCN2

Dressage extrémité tronçonnée si des contraintes dimensionnelles ou d'état de surface l'imposent.

Remarques:
Ce processus exclut le travail en barre. Il s'applique à des pièces dont la surface extérieure reste brute.

4.3. ÉTAPE 4 C : Détermination de la gamme type



14 : Élaboration de la gamme type

Pour arriver au document final qui est la gamme de fabrication, il existe une étape intermédiaire, propre aux pièces cylindriques, qui est la consultation ou la création de la gamme type. C'est une gamme particulière propre à une famille de pièces. Elle est construite (après l'analyse morphologique) à partir des fiches processus, du parc machine disponible, des outillages potentiels, etc., et correspond à l'usinage des seules surfaces de révolution. Les formes additionnelles ne sont pas prises en compte.

La figure 14 présente le cheminement à suivre pour créer une gamme type. La fiche processus extraite de la banque de données de l'entreprise donne différentes solutions possibles pour l'obtention des pièces appartenant à cette famille selon la machine outil envisagée. Le choix de l'une d'entre elles est toujours dicté par une étude de rentabilité à laquelle se rajoute parfois une contrainte technique liée à l'obtention d'une coaxialité entre deux diamètres de deux parties. La gamme type F534 signifie:

F5 : pièce de la famille 5;
3 :code de la machine retenue;
4 :code du processus retenu.

4.4. ÉTAPE 5 C : Regroupement des opérations en phase de tournage

Les règles établies pour les pièces prismatiques restent valables pour les pièces cylindriques :

- celles concernant les regroupements d'opérations sont directement incluses dans les fiches de processus;
- l'ordonnancement des phases consiste simplement à trouver le côté de la pièce qui sera usiné en premier (application de la règle R3);
- le choix du posage est dicté par l'application des règles R5 et R6, ce qui amène à privilégier la prise de pièce en mandrin.

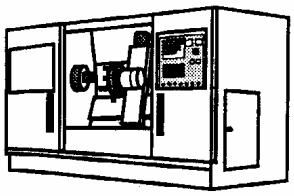
4.5. ÉTAPE 6 C : Intégration des opérations complémentaires dans le processus de tournage

Les surfaces additionnelles de non-révolution font l'objet d'une étude identique à celle présentée pour les pièces prismatiques. Les opérations d'usinage en découlant peuvent s'intégrer de deux manières différentes au processus de tournage

- directement dans les phases si l'emploi d'un tour à axe C est techniquement et économiquement possible. Il faudra donc effectuer un calcul rapide de rentabilité;
- par l'adjonction de phases supplémentaires de fraisage ou de perçage. Suivant l'importance des opérations, on prendra une machine-outil classique ou un centre d'usinage. Là encore, le choix du moyen découle d'une étude de rentabilité.

Les règles d'ordonnancement, de regroupement et de choix de posage R1 à R6 sont toujours à appliquer.

Tour à commande numérique



Trou

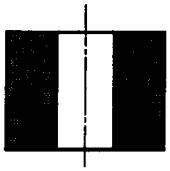
T1

Code : T1

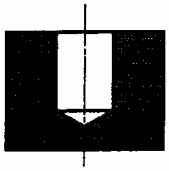
Indice d'antériorité : sans

Utilisation
- ✘✘✘ Courante
- ✘✘ Possible
- ✘ Exceptionnelle

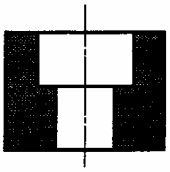
Trou débouchant



Trou borgne

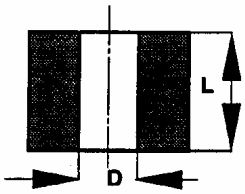


Trou lamé

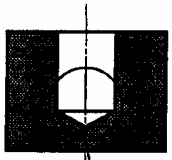


Géométries

Tour à axe C si l'axe du trou n'est pas confondu avec l'axe de la pièce

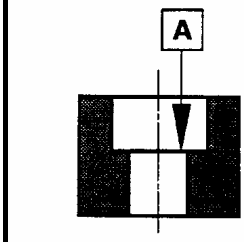


Code T11



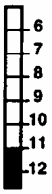
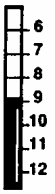
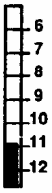
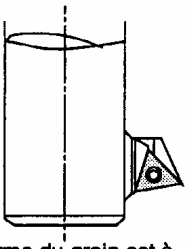
Toute forme admise

Code T12

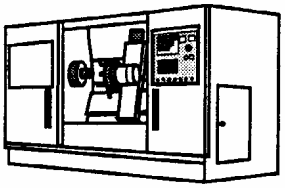


Code T13

Opérations

Perçage	Qualité obtenue	Alésage	Qualité obtenue	Fraisage	Qualité obtenue
Foret **Code T111-121**	✘✘✘ 	**Alésoir** A n'utiliser que pour les opérations de finition. **Antériorité : trou d'ébauche** **Code T112**	✘✘✘	**Fraise 2 tailles** La fraise est à coupe au centre ou non selon l'état brut du trou	✘✘✘
Foreur **Code T111-121**	✘✘✘ 	**Foret aléseur** **Code T112-122**	✘✘✘		
Foret étagé **Code T131**	✘✘ 	**Barre d'alésage et grain**  La forme du grain est à adapter en fonction de la forme de la surface A (voir catalogues fabricants) **Code T112-122-132**	✘✘✘	**Code T113-123-133**	

Tour à commande numérique



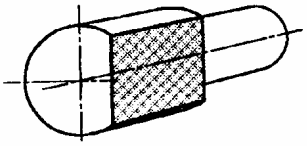
Plan

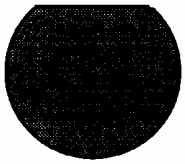
T2

Code : T2

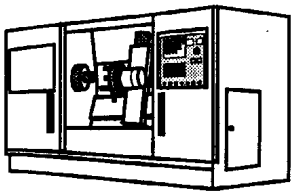
Indice d'antériorité : sans

Utilisation
- ✗✗✗ Courante
- ✗✗ Possible
- ✗ Exceptionnelle



Géométries	Opérations					
	Fraisage	**Qualité obtenue**		**Qualité obtenue**		**Qualité obtenue**
	**Fraise à surfacer** Code T211	✗✗✗ 6 7 8 9 10 11 12				
	Fraise 2 tailles Code T212	6 7 8 9 10 11 12				
Code T21						

Tour à commande numérique



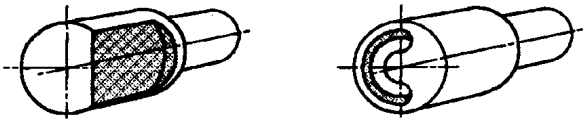
2 plans associés sécants

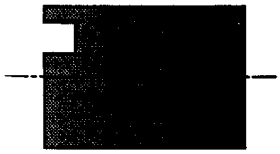
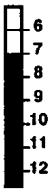
T3

Code : T3

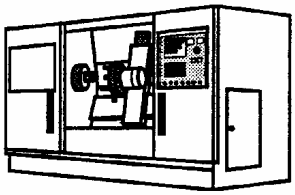
Indice d'antériorité : sans

Utilisation
XXX Courante
XX Possible
X Exceptionnelle



Géométries	Opérations					
	Fraisage	Qualité obtenue		Qualité obtenue		Qualité obtenue
Code T31	**Fraise 2 tailles** **Usinage de forme : Ra limite 1,6 Usinage d'enveloppe : Ra limite 0,8** Code T311	XXX				
Toute forme possible en bout  Code T32	**Fraise 2 tailles ou de forme** **Usinage de forme : Ra limite 1,6 Usinage d'enveloppe : Ra limite 0,8** Code T321	XXX 				

Tour à commande numérique



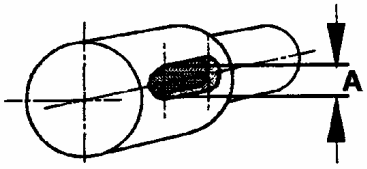
3 plans associés et sécants 2 à 2

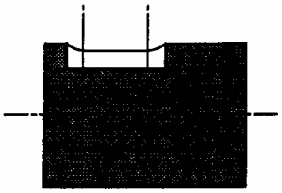
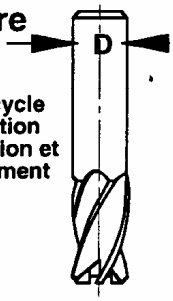
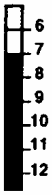
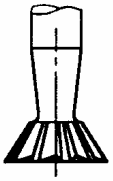
T4

Code : T4

Indice d'antériorité : sans

Utilisation
- ✘✘✘ Courante
- ✘✘ Possible
- ✘ Exceptionnelle



Géométries	Opérations					
	Fraisage	Qualité obtenue		Qualité obtenue		Qualité obtenue
 Code T41	**Fraise 2 tailles coupe au centre**  D = A, cycle pénétration translation et dégagement Code T411	✘✘✘	La fraise est à coupe au centre ou non selon l'état brut du trou			
Code T42	**Fraise 2 tailles** D = A, cycle pénétration, translation et dégagement Code T421					
Code T43	**Fraise 2 tailles conique** Antériorité : voir fiches T2 et T3  Opération de finition Code T431					