

9/96
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التربية الوطنية
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT

GENIE INDUSTRIEL

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

CONTRIBUTION A L'ETUDE D'INTEGRATION DE LA TECHNOLOGIE DE GROUPE AU BUREAU DES METHODES: APPLICATION CVI (SNVI)

Proposé par :
M. BOUDJEMAA
M. AOUJIT

Etudié par :
M.M. MABED
M^{lle} N.MENASRIA

Dirigé par :
M. Z.HADDAD
M.K.BOUZIANE

PROMOTION

Juin 1996

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التربية الوطنية

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات -
المكتبة - BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT

GENIE INDUSTRIEL

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

CONTRIBUTION A L'ETUDE
D'INTEGRATION DE LA
TECHNOLOGIE DE GROUPE AU
BUREAU DES METHODES:
APPLICATION CVI (SNVI)

Proposé par ;
M. BOUDJEMAA
M. AOUDJIT

Etudié par :
M.M. MABED
M^{elle} N.MENASRIA

Dirigé par :
M. Z.HADDAD
M.K.BOUZIANE

PROMOTION

Juin 1996

RÉSUMÉ

L'élaboration d'une gamme d'usinage pour une pièce au sein du département mécanique de la Société Nationale des Véhicules Industriels, prend un temps considérable.

L'objet de notre étude est d'introduire le concept de Technologie de Groupe (T.G.) au Bureau Méthodes (BM), afin d'exploiter toutes les analogies opératoires des pièces, et réduire le temps de conception et de réalisation des gammes d'usinage.

Après une classification de pièces, notre travail consistera en l'élaboration de la gamme d'usinage d'une nouvelle pièce à partir des gammes mères des différentes familles

ABSTRACT

Elaborating manufactory gamut for a component into mechanic department of the national society of industrial vehicles takes a considerable time.

The object of our study is to introduce the concept of group technology in methods office in order to exploit all the operator analogies between these components and to reduce the time of conception besides to realise manufactories gamut.

After the components classification this study will consist on elaboration of manufacture gamut through principal gamut of family's components.

ملخص
يطلب إعداد تشكيلة لوضع قطعة ضمن مجموعة ليكاتبك التابعة للمؤسسة الوطنية للدرجات الصناعية وقتا كبيرا. لأن موضوع دراستنا هذه هو ادراج مفهوم «تقنية المجموعات» (TG) في مكتب التنظيم والتنسيق (BM). وذلك بغرض استغلال كل مبادئ التشابه بين مختلف القطع واختصار الوقت في تدوير وتحقيق التشكيلة الخاصة بالمنتج.

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à :

M. HADDAD et M. BOUZIANE pour avoir accepté de diriger ce travail. Leurs précieux conseils, leurs soutiens, leurs orientations ainsi que leurs corrections nous ont été indispensables pour l'aboutissement de notre projet de fin d'étude.

Monsieur OUABDESSELAM pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.

Monsieur BELAÏD, pour son entière disponibilité et pour nous avoir honoré de sa présence au jury de ce mémoire.

Madame KERBOUA, pour avoir accepté d'examiner ce travail

Nos remerciements s'adressent aussi à :

M^{lle} ABOUN pour son soutien moral, ses conseils et sa disponibilité.

M^{lle} BENHALA pour ses orientations.

Tous le personnel du bureau méthodes secteur Débitage/Décolletage pour leur aide et leur disponibilité.

Tous ceux qui ont contribué à notre formation à l'École Nationale Polytechnique, en particulier à M.LAMRAOUI et M.MEKARNIA et à toute l'équipe du département Génie Industriel.

Nos amis qui nous ont aidé de loin ou de près à l'élaboration de ce travail.

Ainsi nous tenons à exprimer notre gratitude et notre reconnaissance à nos très chers parents pour toute l'aide et tous le soutien que nous avons trouvé auprès d'eux.

Qu'ils trouvent ici le témoignage de notre parfaite considération.

Dédicaces:

A ma chère mère

A mon cher père

A zizi Ali

A mes frères *Mahmoud* et *Mouloud*

A ma sœur

A mon grand père, mes oncles, mes neveux

A mes amis *Sofiane M'raoui* et *Mohammed Zhetiouen*

A la mémoire de *Missoum*

A *Jean Desiguaux*

A tous ceux qui ont apportés une contribution quelconque à ce travail

A tous ceux que j'aime...

Je dédie ce travail

Mahfoud

A mes très chères parents

A mes frères et soeurs

A ceux qui m'ont soutenu en particulier *Fouad.*

A la mémoire de notre cher ami *Missoum*

A tous ceux que j'aime...

Je dédie ce modeste travail

Nassima

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
I.1. DIAGNOSTIC: DEFINITION.....	2
I.2. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE.....	2
I.3. PROCESSUS D'ELABORATION ET DE FABRICATION D'UNE PIECE.....	3
I.4. CADRE DE L'ETUDE.....	6
I.5. DEMARCHE ACTUELLE.....	9
I.6. CLASSIFICATION DES PROBLEMES RENCONTRES.....	10
I.7. PROBLEMATIQUE.....	11
I.8. PRESENTATION DU CHAMP DE L'ETUDE.....	11
II.1. HISTORIQUE.....	13
II.2. DEFINITIONS.....	14
II.3. NOTIONS DE SIMILARITES.....	15
II.4. LA T.G. DANS L'ENTREPRISE.....	17
II.5. METHODOLOGIE D'IMPLANTATION DE LA T.G.....	24
II.6. LES AVANTAGES DE LA T.G.....	27
II.7. NOTIONS DE CODAGE.....	28
III.1. POURQUOI FORMER DES FAMILLES DE PIECES ?.....	32
III.2. FORMATION DE FAMILLES.....	32
III.3. LES DONNEES DU PROBLEME.....	32
III.4. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE DE L'IMPLANTATION DE LA T.G. AU BUREAU DES METHODES.....	33
CONCLUSION.....	67
BIBLIOGRAPHIE.....	69
GLOSSAIRE DES MOTS TECHNIQUES	
ANNEXES	

Liste des figures

FIG. I-1 : Différents services impliqués dans le processus d'élaboration etp5 de fabrication d'un produit	
FIG. I-2 : Organigramme du centre mécanique.....p7	
FIG. II-1 : Fonctionnement du bureau d'étudesp19	
FIG. II-2 : Nouveau mode de fonctionnement du bureau d'études..... p20	
FIG. II.3 : Circuits des pièces en implantation en sections homogènes..... p22	
FIG. II-4 : Circuits de pièces en îlots de fabrication..... p23	
FIG. III-1: Répartition des pièces par intervalle d'opérations.....p37	
FIG. III-2: Répartition des pièces par intervalle de qualité..... p38	
FIG. III-3: Répartition des pièces par classe.....p39	
FIG. III-4: Exemple de classification hiérarchique d'un ensemble de..... p43 6 éléments	
FIG. III-5: Présentation des deux gammes.....p53	
FIG. III-6: Détermination de la gamme G1.....p55	
FIG. III-7: Détermination de la gamme G2.....p56	

Glossaire des mots techniques

Contrôle

L'activité qui vérifie un ou plusieurs produits par identification, en qualité, en quantité ou qui s'assure qu'une autre activité a été exécuté correctement.

Gamme d'usinage

Énumération de la succession des actions et autres événements nécessaires à la réalisation d'une pièce.

Opérations

L'activité qui identifie une ou plusieurs caractéristiques du produit.

Processus

La chronologie de production, transformation, contrôle.

Ilots

Groupes de moyens de fabrication caractérisé par une fonction déterminée.

Classification

Fonction permettant de regrouper des objets (pièces, gammes, machines,...) en familles ou classes selon des critères déterminés.

Classement

Fonction permettant d'affecter un objet à l'une des classes déjà établies.

Quasi-seriation d'une matrice

Réarrangement de lignes ou de colonnes, qui ne peuvent pas être affectées à une même famille.

Organes

Produit composé de plusieurs éléments (pièces) et appelé à une fonction déterminée (Exemple: Boite de vitesse).

INTRODUCTION GENERALE

La rationalisation de l'organisation des entreprises devient une nécessité. Elle s'effectue par l'intégration des informations et des connaissances tout au long du processus de conception et de fabrication.

Parmi les outils d'intégration modernes, la gestion de production consiste à gérer et à réguler le mouvement des matières et des produits tout le long du cycle de fabrication depuis la commande des matières premières jusqu'à la livraison des produits finis. Nous pouvons citer la conception assistée par ordinateur (CAO) ou la fabrication assistée par ordinateur (FAO) qui intègrent certaines données techniques de l'entreprise. Il existe d'autres concepts plus anciens tels que la Technologie de Groupe (T.G), qui est apparue dès les années 50, et dont le principe permet de regrouper les produits en familles pour tirer profit de leurs similitudes.

La présente étude s'inscrit dans cette perspective, dans le cadre d'un projet initié par le département Gestion Industrielle (GIN); la Société Nationale des Véhicules Industriels (SNVI) nous a confié l'introduction de la T.G au Bureau Méthodes (BM), secteur Décolletage et Débitage (DD).

Le cheminement adopté pour ce mémoire s'articule autour de quatre parties :

- Le premier chapitre consiste en une étude de la situation actuelle au sein de la SNVI, nous y décrivons le processus d'élaboration et de fabrication d'un produit, l'élaboration des gammes et la problématique de base.
- Le second chapitre est consacré à l'état de l'art: Qu'est ce qui s'est fait dans le domaine de la T.G. et quelles en sont les retombées.
- Le troisième chapitre est axé sur l'application industrielle de la T.G. au BM, comment former les familles de pièces, déterminer la gamme mère de chaque famille et classer une nouvelle pièce.
- Finalement, on terminera par des conclusions et suggestions générales.

CHAPITRE 1: PRESENTATION GENERALE ET POSITIONNEMENT DU PROBLEME

SOMMAIRE.

I.1. DIAGNOSTIC: DEFINITION	2
I.2. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	2
I.3. PROCESSUS D'ELABORATION ET DE FABRICATION D'UNE PIECE	3
I.4. CADRE DE L'ETUDE	6
I.4.1 PRESENTATION DU BUREAU DES METHODES (BM).....	6
I.4.2 ORGANISATION DU SERVICE	6
I.4.3 ACTIVITES DU SERVICE.....	8
I.5. DEMARCHE ACTUELLE	9
I.5.1. DESCRIPTION D'UNE GAMME D'USINAGE [5]	9
I.5.2. ELABORATION DE GAMMES	9
I.6. CLASSIFICATION DES PROBLEMES RENCONTRES	10
I.7. PROBLEMATIQUE.....	11
I.8. PRESENTATION DU CHAMP DE L'ETUDE.....	11

1.1. DIAGNOSTIC: Définition

Le diagnostic est un outil de préparation de la décision, devant aider à la compréhension du passé et agir au futur et au présent.

Il permet, en définissant des mesures adaptées, soit d'améliorer la situation actuelle, soit de répondre à une volonté de performances. C'est pour cela que nous entreprenons dans cette partie, d'analyser le problème tel qu'il a été proposé par la Société Nationale Des Véhicules Industriels (SNVI).

1.2. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

Parmi les 3 unités industrielles composant la (SNVI), se trouve le complexe des véhicules industriels (CVI).

Les activités de ce complexe s'articulent autour de 5 centres de productions :

- Forge,
- Mécanique,
- Tôlerie emboutissage,
- Montage camions,
- Montage autobus.

Le centre chargé de l'usinage des différentes pièces et le montage des différents organes*, est le centre mécanique. Ce centre gère environ 5000 références de pièces; pièces primaires, sous-ensembles ou ensembles., il est considéré comme étant le centre pivot du complexe.

Les structures fonctionnelles de ce centre sont les suivantes:

- Service fabrication,
- Service méthodes,
- Service ordonnancement et lancement,
- Service maintenance.

Tous ces services fonctionnent en étroite collaboration pour satisfaire les programmes de fabrication établis dans les délais, en quantité et qualité.

1.3. PROCESSUS D'ELABORATION ET DE FABRICATION D'UNE PIECE

La connaissance des étapes du processus* d'élaboration et de fabrication nous permet de bien cerner le rôle joué par le bureau des méthodes (BM), et de présenter ses interactions avec les autres services.

En cas d'industrialisation d'une nouvelle pièce, les bureaux d'études (BE) du complexe (CVI), se chargent de la conception et l'élaboration du plan d'étude correspondant.

Les méthodes centrales se chargent de l'affectation du plan en fonction de sa technicité, après consultation du bureau méthodes (correspondant à l'atelier où est affecté la pièce) sur l'aptitude de réaliser cette pièce. Les opérateurs du service méthodes décident de la possibilité de le fabriquer, après avoir réalisé une étude préliminaire en fonction des moyens existants et de la capacité disponible.

La Gestion Industrielle (GIN), après réception des dossiers d'études, élabore des fiches de consultation (documents définissant le secteur auquel est affecté la pièce, la désignation de la pièce et la décision du lancement de sa fabrication) qu'elle affecte au secteur méthode correspondant.

Le bureau des méthodes (BM), dès la réception des plans d'études détaillés, se chargent d'étudier le processus opératoire, décident des outils* et outillages* nécessaires à la réalisation physique de la pièce, et enfin élaborent les gammes d'usinage détaillées correspondantes.

A partir de la gamme d'une pièce, le bureau des méthodes diffuse un relevé de gamme **cf. Annexe 1.**

Le service contrôle des divers ateliers, avec la coopération du BM, met en place des procédures de contrôle, pour vérifier la conformité des pièces fabriquées par rapport aux plans diffusés par le bureau d'étude (BE).

Le service qualité, avec le concours des services après vente, met en place les dispositions nécessaires pour l'obtention de pièces de meilleure qualité, que ce soit au moment de la conception ou au cours de la fabrication. Ainsi sont représentées les différentes étapes d'industrialisation de tout nouveau produit, avant d'être stocké au niveau des magasins.

D'après la (figure I.1), le bureau des méthodes peut être considéré comme étant le pivot du processus de conception et de fabrication, du fait qu'il a le plus d'interactions avec les autres structures.

Une rationalisation du fonctionnement du BM se traduit par une réduction en terme de délai dans le processus de fabrication d'un produit.

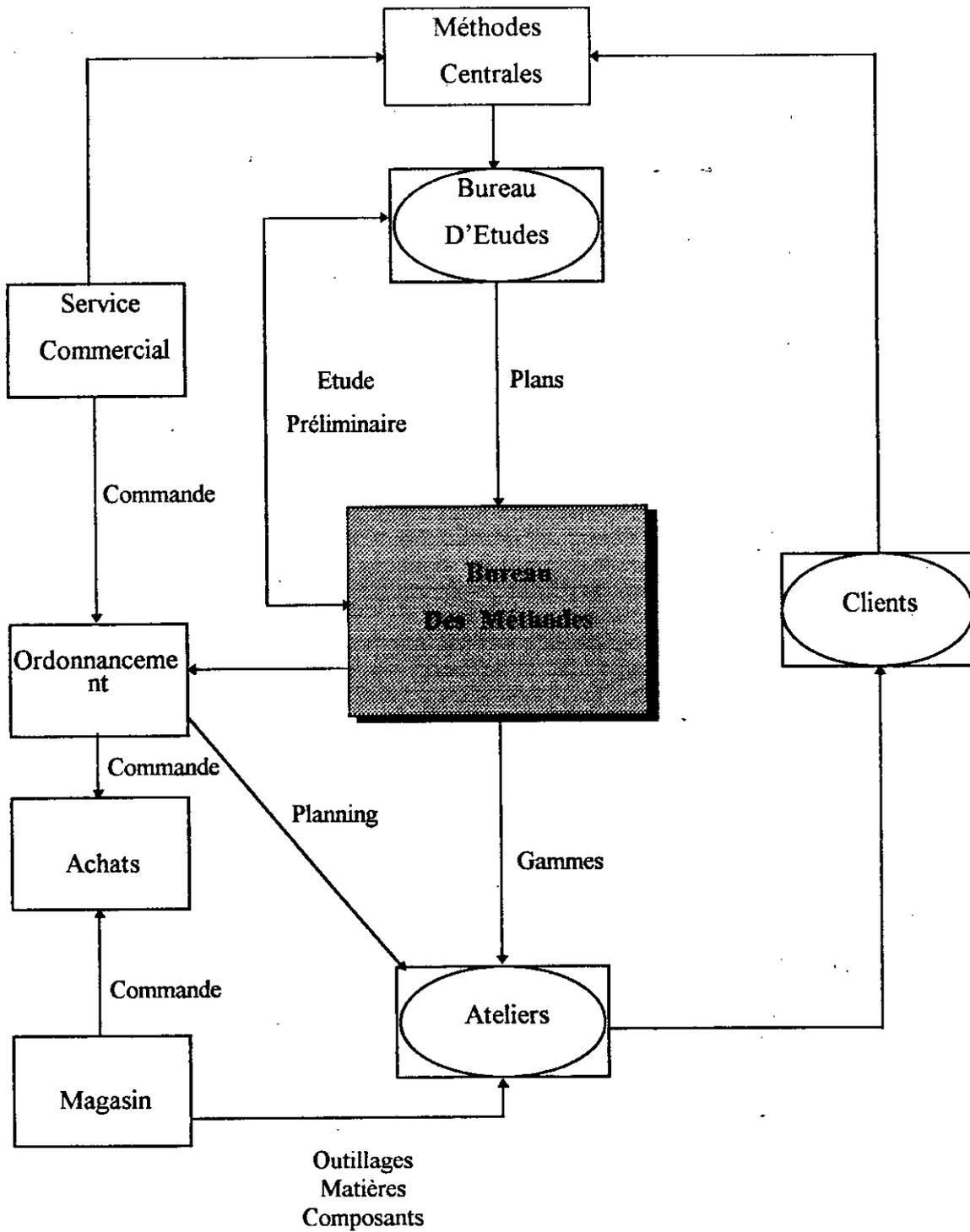


Figure I.1: Différents services impliqués dans le processus d'élaboration et fabrication d'un produit

I.4. CADRE DE L'ETUDE

I.4.1 PRESENTATION DU BUREAU DES METHODES (BM)

Le bureau des méthodes a pour vocation l'étude et la préparation de la fabrication, ce qui consiste à prévoir, préparer lancer puis superviser le processus d'usinage. Permettant ainsi de réaliser des pièces conformes aux dossiers en provenance du bureau d'études et de la GIN, tout en respectant un programme de production donné dans un contexte technique, humain et financier bien donnés.

I.4.2 ORGANISATION DU SERVICE

Le service méthodes est constitué de plusieurs secteurs, chaque secteur de préparation correspond à une section dans l'atelier, Les autres secteurs sont ceux d'études, études spécifiques et traitement thermiques (T.TH), (voir figure I.2).

A chaque secteur responsable, de la préparation de la fabrication d'un type de pièces, correspond une section dans l'atelier où toutes les opérations seront réalisées. C'est ce qu'on appelle centre d'usinage.

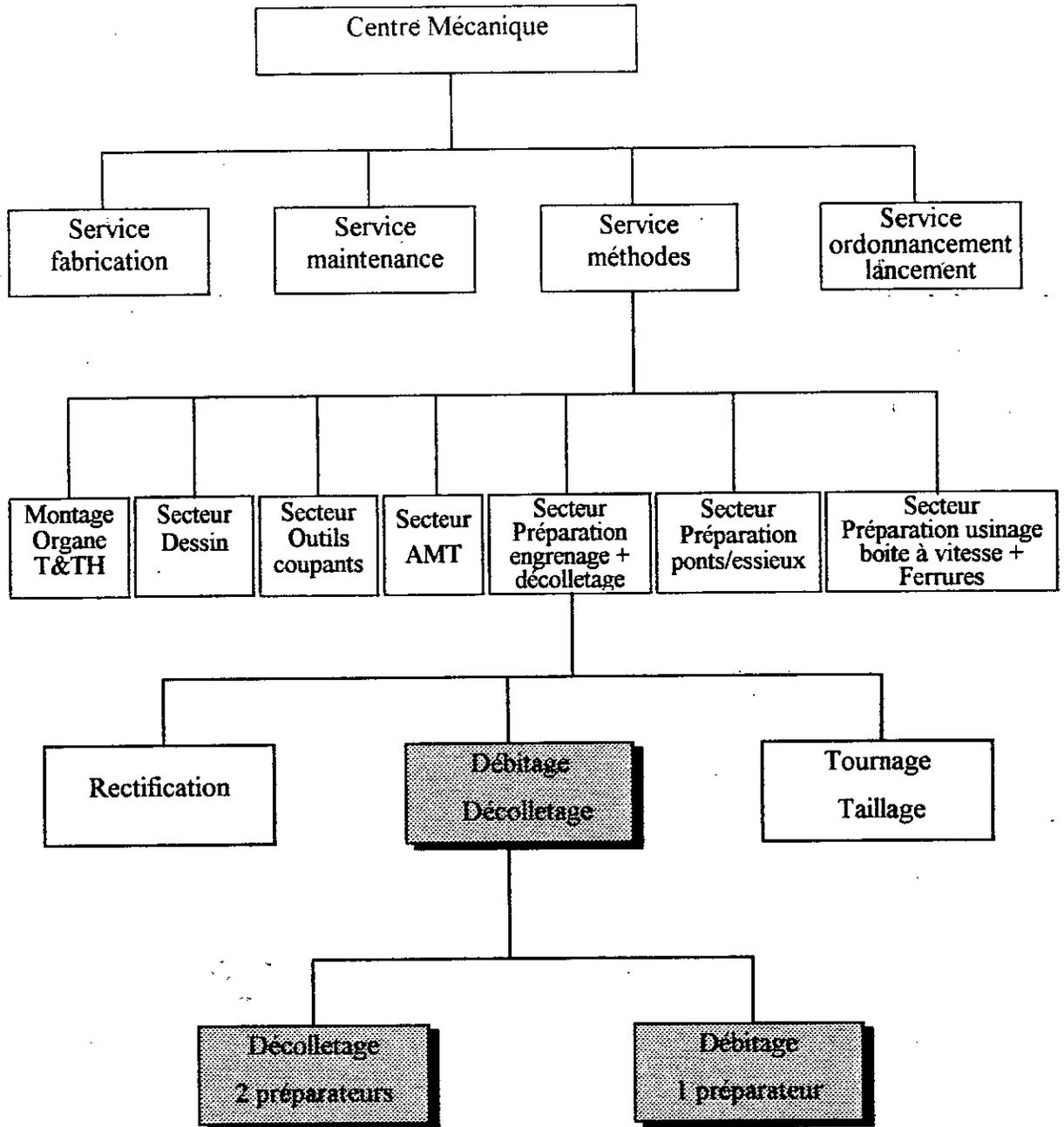


Figure L2 : Organigramme du centre mécanique

1.4.3 ACTIVITES DU SERVICE

Le service chargé de la préparation de la fabrication de toutes les pièces conformes aux plans d'étude, repartit ses activités suivant les secteurs qui le constituent.

Comme indiqué précédemment, la vocation du BM est l'élaboration du processus d'usinage des différentes pièces, mais en plus de cela, il est appelé à accomplir d'autres activités qui rentrent toujours dans le cadre de la préparation de fabrication.

Analyse et mesure du temps (AMT)

Les opérateurs de secteur sont intégrés dans les secteurs de préparation, ils sont chargés d'analyser les temps nécessaires pour effectuer une opération déterminée théoriquement (à partir des données techniques: vitesses d'avance, vitesse de rotation de la pièce ...) [UTS], et de mesurer le temps réel de la réalisation de l'opération par l'opérateur[UAS].

L'analyse et la mesure des temps permettent de déterminer la charge machine en terme de temps, donnée nécessaire pour l'élaboration de la gamme de fabrication.

Etude d'outillages

Cette étude consiste à décrire le montage des pièces sur les machines à outils, ainsi que la détermination des outils de coupe nécessaires pour effectuer l'opération [matière, forme,...].

Réalisation des gammes de fabrication et des montages d'usinage

Les préparateurs élaborent, avec la collaboration de ceux du secteur montage organes, traitement thermiques et du AMT, le dossier d'outillages et d'instructions d'usinage nommé : gamme d'usinage.

I.5. DEMARCHE ACTUELLE

Avant de présenter la démarche d'élaboration d'une gamme pour une pièce donnée, définir une gamme d'usinage est nécessaire.

I.5.1. DESCRIPTION D'UNE GAMME D'USINAGE [5]

C'est un document établi par le service méthodes, il définit l'ensemble des séquences d'opérations nécessaires à la réalisation de chaque type de pièces.

L'ordre des étapes d'usinage et de contrôle est déterminé par la gamme qui comporte:

- Les types de chaque opération (tournage, fraisage, ...),
- La machine et l'outillage nécessaires pour effectuer les opérations,
- Le temps nécessaire pour chaque opération.

I.5.2. ELABORATION DE GAMMES

Chaque préparateur (en moyenne 02 par secteur de préparation) est chargé d'élaborer les gammes des différentes pièces. Ce travail nécessite:

1- Un plan d'étude de la pièce (dessin) en provenance du bureau d'études, comportant les caractéristiques suivantes :

- * Désignation et référence de la pièce,
- * Forme,
- * Côtes,
- * Qualité,
- * Matière de la pièce.

(Un exemple de plan d'étude est présenté à l'Annexe 2).

2 - Une Connaissance parfaite du parc machines

- * Technologie adoptée,
- * Caractéristiques des machines,
- * Nombre de chaque type de machines.

3- Les Charges machines :

Cette donnée est déterminée par le secteur AMT qui est chargé de l'analyse et la mesure des temps et du calcul de la charge machine.

4- La disponibilité d'outils et d'outillages nécessaires à la réalisation de la pièce.

Cependant, l'élaboration manuelle des gammes n'est pas une tâche aisée du fait qu'elle requiert de la part des préparateurs une grande connaissance, une maîtrise et une expérience, afin de pouvoir contrôler toutes les contraintes (capacités machines, charges machines coût de l'opération), parvenir à décider des outillages nécessaires et des séquences des opérations (en faisant appel à l'expertise) et enfin réaliser la gamme d'usinage optimale en terme de coût (la gamme la moins chère).

Une fois la gamme conçue, celle-ci est écrite dans un document codé suivant la référence de la pièce correspondante, par conséquent, le processus opératoire est arrêté. Ce processus peut cependant être soit modifié, en cas d'acquisition de nouvelles machines ou changement d'outillages, soit annulé en cas de modification des organes auxquels est rattachée cette pièce.

Lorsqu'il s'agit de la conception d'un nouveau produit (exemple : Pour répondre aux exigences des clients, changement d'organe, nouvelle adaptation du produit), les préparateurs se trouvent obligés de répéter intégralement la même démarche sans pouvoir tirer profit des gammes d'usinages déjà existantes.

1.6. CLASSIFICATION DES PROBLEMES RENCONTRES

Après analyse, nous avons constaté que la procédure actuelle est susceptible d'être améliorée. Nous présentons ci dessous les points jugés utiles de traiter.

- Existence d'un nombre considérable de gammes,
- Plusieurs gammes présentent des similarités,
- La conception d'une gamme pour une nouvelle pièce nécessite un temps relativement élevé.

I.7. PROBLEMATIQUE

L'élaboration de la gamme d'usinage d'une pièce est une étape du processus de conception et de fabrication d'un produit; c'est une tâche d'une importance particulière, du fait que la gamme conçue entre en interaction avec des éléments des autres structures (bureau d'études, atelier...).

La conception d'une gamme pour une nouvelle pièce prend un temps considérable et oblige à répéter des tâches qui ont été déjà accomplies lors de l'élaboration des gammes précédentes. La connaissance de ces tâches et les analogies opératoires pourrait permettre de diminuer le volume de travail, le temps et les coûts.

I.8. PRESENTATION DU CHAMP DE L'ETUDE

Parmi les méthodes d'organisation utilisées actuellement dans l'industrie mécanique, susceptibles d'être appliquées, on trouve la Technologie de Groupe (T.G.).

L'approche par la T.G. consiste à observer, dans une première phase dite " d'analyse ", le système de production, puis le décomposer en sous ensembles homogènes. C'est-à-dire classer les différents produits en familles suivant des critères de classification répondant aux objectifs de l'utilisateur.

Dans une seconde phase dite " d'exploitation ", une fonction de classement est définie afin de permettre l'affectation d'un nouveau produit au système déjà structuré en familles. On peut alors associer à ce nouveau produit toute la connaissance du modèle de représentation de la famille.

L'efficacité d'une organisation en T.G., repose sur l'intégration de ce concept au niveau de tous les services. En effet, l'objet principal de son application, est la standardisation des plans (pour le bureau d'études), des gammes d'usinage (pour le bureau méthodes) et la formation d'îlots de fabrication pour les ateliers.

Concrètement nous appliquerons la T.G. au bureau des méthodes, pour aboutir à :

- Une standardisation des gammes (création des gammes mères),
- Une obtention rapide de la gamme pour une nouvelle pièce à partir des gammes mères.

donc nous devons :

- Identifier les analogies opératoires au niveau des gammes existantes,
- Regrouper les produits par familles et déterminer une gamme mère pour chaque famille,
- En utilisant les gammes mères, classer une nouvelle pièce.

Pour notre étude nous avons choisi le secteur décolletage et débitage, en raison de la grande diversité des pièces qu'il gère.

CHAPITRE II. ETAT DE L'ART

SOMMAIRE

II.1. HISTORIQUE	13
II.2. DEFINITIONS	14
II.2.1. TECHNOLOGIE DE GROUPE (T.G.)	14
II.2.2. CODIFICATION	14
II.2.3. ELEMENTS DE STRUCTURE DES CODES	14
II.3. NOTIONS DE SIMILARITES	15
II.3.1. COMPARAISON DIRECTE	15
II.3.2. LA CLASSIFICATION ET LE CODAGE PAR L'ETUDE DES DONNEES DE LA CONCEPTION ET/OU DE LA PRODUCTION	15
II.3.3. NOMENCLATURE	16
II.3.4. ANALYSE DE L'ECOULEMENT DE LA PRODUCTION (PRODUCTION OF FLOW ANALYSIS)	16
II.4. LA T.G. DANS L'ENTREPRISE	17
II.4.1. APPORT DE LA T.G. DANS UN SYSTEME DE PRODUCTION	17
II.4.2. APPLICATION DANS LES DIFFERENTS SERVICES	18
II.5. METHODOLOGIE D'IMPLANTATION DE LA T.G.	24
II.5.1. PROCEDURE D'ETUDE ET D'IMPLANTATION	24
II.5.2. SCHEMA DIRECTEUR D'IMPLANTATION DE LA T.G.	26
II.5.3. ASPECT HUMAIN	27
II.6. LES AVANTAGES DE LA T.G.	27
II.6.1. LES AVANTAGES ECONOMIQUES	27
II.6.2. AVANTAGES SOCIAUX	28
II.7. NOTIONS DE CODAGE	28
II.7.1. CONSTITUTION D'UN CODE	28

II.1. HISTORIQUE [10] [11]

Le concept de technologie de groupe (T.G.) a été développé par S.P MITROFANOV dès les années 50, il consacra plusieurs études aux regroupements des machines et à la standardisation des équipements nécessaires à la fabrication de pièces semblables. Ces regroupements étaient basés sur les caractéristiques de la pièce la plus complexe à fabriquer.

De nombreuses applications industrielles de ces travaux ont été réalisées principalement en EUROPE de l'est. Dès 1960, le professeur H.OPITZ, de l'université d'AIX LA CHAPELLE (RFA), a proposé une démarche généralisant ce principe de Technologie de Groupe, de manière à l'appliquer à tous les stades de l'industrialisation d'une pièce. Ainsi la recherche d'analogies se fait systématiquement et ce dès la conception d'une pièce, par le biais d'un code à 9 chiffres en base décimale. Chacun des chiffres est « signifiant » et fournit une information sur la morphologie ou les dimensions du composant codé.

Les premières applications pratiques de la technologie de groupe n'auraient eu aucun mal, à démontrer l'intérêt économique de la méthode sous réserve que le système de codification utilisé soit parfaitement adapté à l'entreprise.

Le développement suivant est survenu dans une usine en ALSACE, qui a constitué un groupe en ajoutant des perceuses et des fraiseuses à un certain nombre de tours installés à la façon de MITROFANOV. A ce stade le mot "groupe" utilisé pour un ensemble de pièces, a été transformé en "familles de pièces" et le mot "groupe" a été utilisé pour l'ensemble des machines.

Le Centre Technique des Industries Mécanique (CETIM) a joué un rôle actif dans les années 70 pour sensibiliser l'industrie mécanique Française aux possibilités de la T.G. Le CETIM qui a développé son propre code, intervenait en assistance technique pour adapter la codification à l'entreprise et définir les structures nécessaires pour que la T.G. y soit appliquée dans les meilleures conditions.

II.2. DEFINITIONS [6] [4]

II.2.1. TECHNOLOGIE DE GROUPE (T.G.)

La technologie de groupe est un concept basé sur l'identification et l'exploitation des ressemblances ou similarités entre les produits et les processus de conception et de fabrication en vue de rationaliser la production et de diminuer les coûts industriels .

II.2.2. CODIFICATION

La codification est l'expression sous une forme condensée des caractéristiques essentielles d'un objet

N.B. les objets sujets à la codification dans des applications type T.G. peuvent être :

- Des dessins de définition,
- Des gammes,
- Des postes de travail,
- Des outillages.

II.2.3. ELEMENTS DE STRUCTURE DES CODES

* Codet : le Codet est la représentation codée d'un objet résultant de l'application des règles fixées par un code.

* Position : Variable qualitative constituant un élément du Codet, la longueur d'un code s'exprime en nombre de positions (synonymes = digits, rangs).

* Modalité : Valeur prise par une position d'un Codet.

II.3. NOTIONS DE SIMILARITES [10] [11] [4]

Pour les projeteurs du bureau d'études, la forme des pièces et leurs dimensions représentent les critères principaux de ressemblances. Pour le bureau des méthodes, la ressemblance sera basée sur des critères différents.

En effet, deux pièces de même forme mais l'une en Aluminium et l'autre en Carbone de Tungstène, l'une à fabriquer en petites séries, l'autre en grandes séries, auront des gammes de fabrication très différentes. A l'opposé, des pièces de formes très différentes peuvent présenter des opérations identiques.

II.3.1. COMPARAISON DIRECTE

Cette méthode est compliquée, elle nécessite la classification des pièces en familles en tenant compte des parties physiques ou de leurs photographies et les arranger dans des groupes similaires.

Cependant, cet examen visuel devient inefficace dès que l'on a, à comparer plusieurs centaines ou milliers de produits, de plus, certaines caractéristiques de fabrication ne peuvent être appréhendées visuellement.

III.3.2. LA CLASSIFICATION ET LE CODAGE PAR L'ETUDE DES DONNEES DE LA CONCEPTION ET/OU DE LA PRODUCTION

Elle suppose une classification des pièces en familles, obtenues en examinant la conception de chaque pièce et/ou ses caractéristiques de fabrication. La classification se traduit par un numéro de code qui identifie de façon unique les qualités de la pièce.

Cette classification et ce codage peuvent être étendus à la liste complète des secteurs d'activités de la société.

Un certain nombre de systèmes de codification a été développé à ce sujet voir **Annexe3**.

II.3.3. NOMENCLATURE

La notion de nomenclature liée à la conception s'exprime par un lexique de noms de pièces selon leurs fonctions, à partir duquel il est possible d'identifier une population. Pour éviter les ambiguïtés, elle suppose une définition très détaillée et complexe de chaque pièce. Par ailleurs en utilisant la nomenclature, on ne peut faire de regroupements des méthodes de fabrication.

II.3.4. ANALYSE DE L'ÉCOULEMENT DE LA PRODUCTION (PRODUCTION OF FLOW ANALYSIS)

L'analyse de l'écoulement de la production PFA est une méthode d'identification des familles de pièces et des groupes d'associations de machines-outils. On n'utilise ni un système de codage, ni des dessins des pièces pour identifier les familles, mais la séquence même des opérations et la succession des machines nécessaires pour produire la pièce dans un atelier donné.

En utilisant des données de conception plutôt que celles du processus de fabrication pour identifier les familles de pièces, on peut faire deux observations:

- Tout d'abord, les pièces qui ont des géométries très différentes peuvent toutefois suivre les mêmes programmes, ou programmes similaires dans le processus. Ces pièces au lieu d'être regroupées dans une même famille, ne le seront pas en appliquant cette méthode.

- Ensuite, les pièces à géométries comparables peuvent néanmoins nécessiter un programme très différent. ces pièces seront réunies dans une même famille, même avec cette différence de processus, ce qui n'est pas acceptable.

II.4. LA T.G. DANS L'ENTREPRISE : [6] [7] [9] [10]

La T.G. se définit, comme étant un concept d'analyse et un outil de standardisation qui concerne toute l'entreprise. Elle consiste à regrouper les données techniques et économiques de l'entreprise en familles homogènes (classification), afin d'optimiser leur flux.

L'implantation d'un système de Technologie de Groupe Assistée Par Ordinateur (T.G.A.O.), qui obligatoirement associe une base de données par famille, entraîne une certaine normalisation dans la conception et la fabrication des produits. Ceci réduit les outillages, les montages d'usinage, facilite une homogénéisation du savoir de l'entreprise, développe les relations entre services et permet une informatisation plus rationnelle du système de production. Cela implique des réactions plus rapides vis à vis des variations de l'environnement.

II.4.1. APPORT DE LA T.G. DANS UN SYSTEME DE PRODUCTION

Les principaux apports de la T.G. dans un système de production se résument comme suit:

- * Rationalisation de la production,
- * Regroupement maximum des produits afin d'obtenir un effet de masse,
- * Standardisation des éléments de forme, des pièces, des outillages,...
- * Rationalisation de toutes les informations pour en réduire le volume au BE, BM, en planification et gestion,
- * Diminution des temps de conception, de fabrication,...
- * Diminution des tâches répétitives sans intérêt,
- * Simplification de la gestion de production et de suivi de fabrication.

II.4.2. APPLICATION DANS LES DIFFERENTS SERVICES

Il est communément admis que la T.G. a des effets importants à tous les niveaux de l'entreprise.

II.4.2.1. INTEGRATION DE LA T.G. AU BUREAU D'ETUDES

Le bureau d'études tient une position clé dans l'implantation d'un système de technologie de groupe. C'est en effet dans ce département que sont définis les fondements du processus de production des produits. Les informations et les documents livrés par le bureau d'études serviront de base à tous les autres départements et détermineront pour une grande part, le coût global du produit.

Ainsi, afin de lui éviter de réinventer à chaque fois des pièces ou produits ayant des fonctions identiques, le système de T.G. doit lui présenter les solutions précédemment retenues.

La classification est la base de toute standardisation dans la conception des produits, elle permet d'établir par exemple, des histogrammes de pièces et des sous-assemblages, ce qui aide au choix des pièces à standardiser.

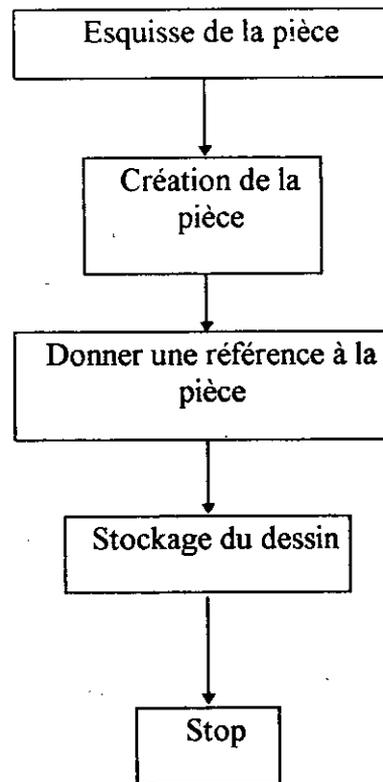


Figure II.1 : Fonctionnement du bureau d'études

La (figure II.1) représente le mode de fonctionnement d'un bureau d'études où la technologie de groupe n'est pas implantée. On remarque que le concepteur crée une référence à chaque fois qu'il y a nouvelle pièce.

Le nouveau mode de fonctionnement du BE est celui décrit par la fig II.2

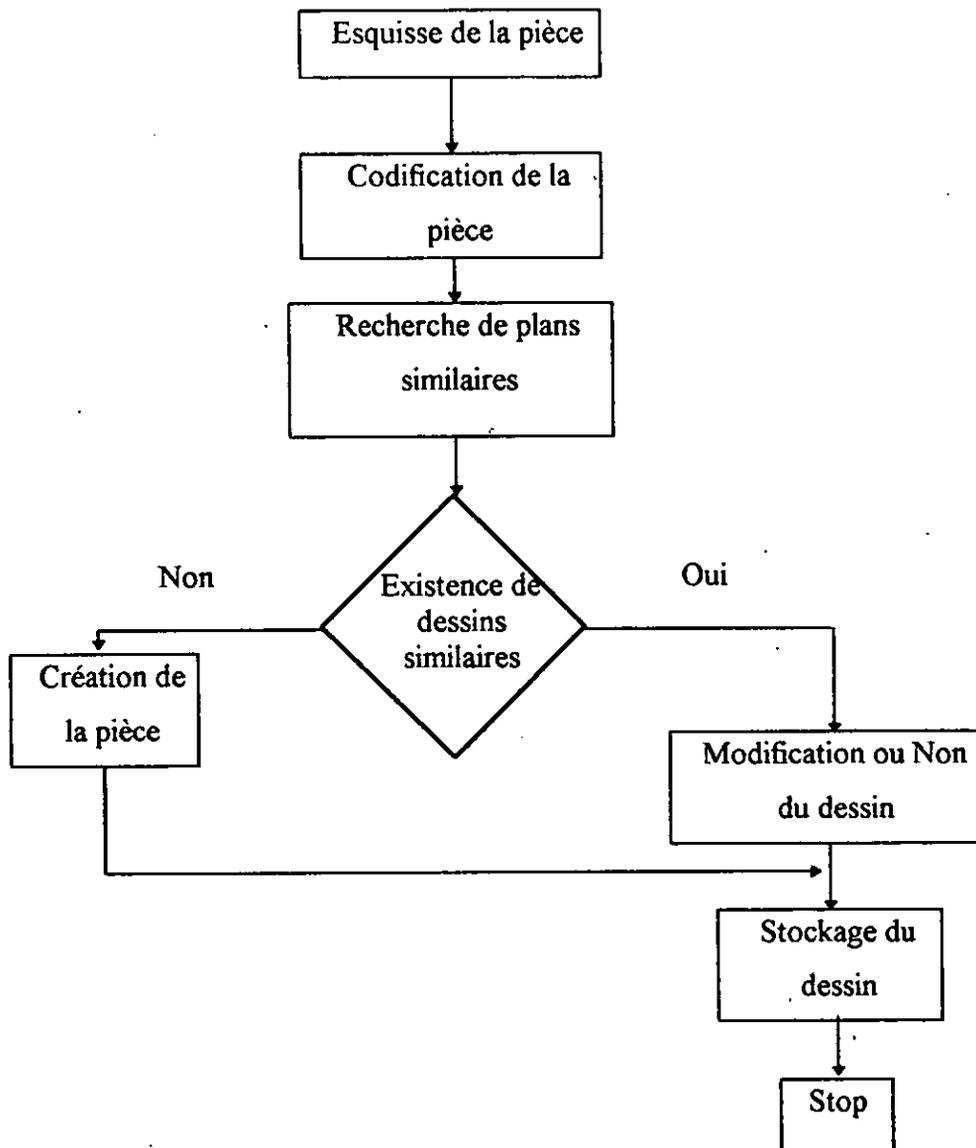


Figure II.2 : Nouveau mode de fonctionnement du bureau d'études

Lors de la création d'une nouvelle pièce le concepteur commence d'abord par réaliser son esquisse, la codifie puis recherche l'existence de plans similaires dans la base de données déjà préétabli.

Deux cas se présentent :

- Si les dessins similaires existent, le concepteur a le choix entre modifier son esquisse ou non.
- Sinon il crée la nouvelle pièce et rajoute son dessin dans la base de connaissance.

II.4.2.2. APPLICATION AU BUREAU DES METHODES

L'objectif de la T.G. est, comme pour le bureau d'études, la réutilisation de l'acquis technologique de l'entreprise.

• Elaboration des gammes de fabrication:

Il existe plusieurs approches pour élaborer automatiquement des gammes de fabrication, l'approche basée sur la Technologie de Groupe est appelée méthode des variantes. Elle consiste à élaborer une gamme standard par famille de pièces. Cette gamme est alors le point de départ pour la création de la gamme correspondante à une nouvelle pièce et appartenant à la famille.

Les gammes standards sont définies à partir d'une analyse de similarités des fabrications de pièces déjà réalisées. Dans la phase d'analyse, ces pièces sont définies par leurs codes et leurs gammes. On cherche alors à les regrouper en familles de processus de fabrication semblables, soit manuellement, soit avec l'assistance d'un logiciel. Pour chacune de ces familles, on définit alors une gamme standard de représentation des caractéristiques de la famille. Selon le degré de perfectionnement du système, cette gamme peut être une gamme linéaire, correspondant aux phases les plus probables dans la famille, la gamme la plus complexe, une gamme mère algorithmique ou une gamme générique représentée par une base de connaissances à partir de laquelle il sera généré des gammes spécifiques correspondant à chaque nouvelle pièce.

Pour chaque famille on réunit alors, l'ensemble des codes des pièces analysées, généralement sous forme d'une matrice. Cette matrice servira lors de la phase d'exploitation à déterminer la famille d'appartenance d'une nouvelle pièce définie simplement par son code. Cette famille étant identifiée, le système propose au préparateur la gamme standard correspondante. Un système de traitement de texte spécialisé permet de modifier cette gamme pour l'adapter aux caractéristiques de la nouvelle pièce.

• **Aide au choix de machines:**

L'idéal pour un chef d'atelier est d'avoir des ressources qui sont parfaitement adaptées aux familles de pièces à fabriquer. L'un des moyens les plus rationnels pour obtenir cette adéquation est d'établir une relation entre les numéros de codes des pièces appartenant à une famille et les caractéristiques, par une ou plusieurs matrices dont les informations sont basées sur le système de classification des pièces. Connaissant les codes pièces d'une famille on peut alors déterminer les ressources les mieux adaptées pour fabriquer ces pièces, ou inversement à partir de la ou les matrices ressources on peut définir le groupe de pièces convenant le mieux.

Dans certains cas, l'analyse des flux de pièces fait apparaître les lacunes en montrant par exemple qu'un des équipements est surchargé, cela permet, le cas échéant, de faire les choix des investissements de façon plus précise..

II.4.2.3. APPLICATION A L'ATELIER

Le but ultime de la T.G. est la création d'îlots de fabrication, dans un atelier traditionnel où les machines sont implantées en sections homogènes, le circuit de chaque pièce est particulier et il suit un chemin complexe entre les différentes sections (voir fig II.3).

T: Tour, F: Fraiseuse, P: Perceuse, R: Rectifieuse.

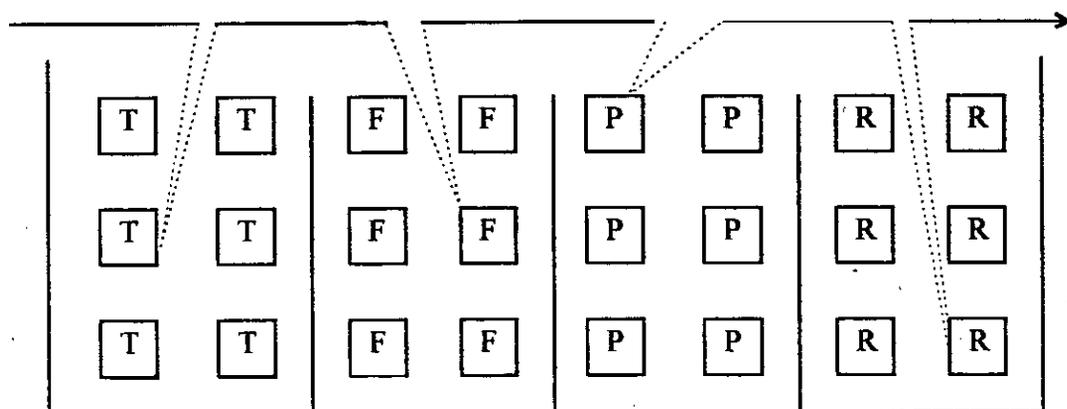


Figure II.3 : circuits des pièces en implantation en sections homogènes

Lorsqu'au bureau des méthodes, il a été identifié des familles de gammes de fabrication, il est alors intéressant de réaménager l'atelier en îlots* regroupant toutes les machines nécessaires et suffisantes, pour la fabrication de la famille de pièces correspondante (voir figII.4).

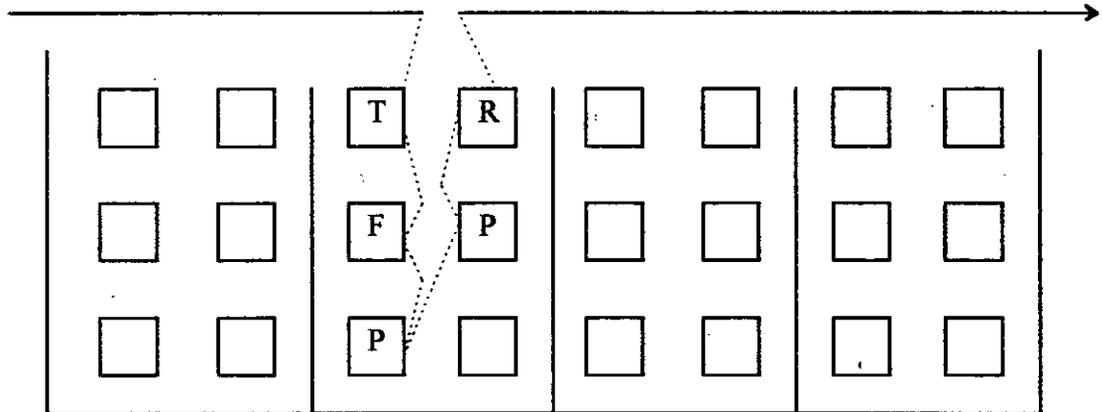


Figure II.4 : circuits des pièces en îlots de fabrication

Dans un îlot les pièces de la famille doivent présenter les mêmes opérations, mais leurs séquences peuvent être différentes, ce qui augmente considérablement la variété des pièces à fabriquer, d'où une plus grande flexibilité dans la production.

Les avantages essentiels d'une organisation en îlots sont une rentabilisation améliorée des équipements, une diminution des temps de préparation, une réduction des coûts de maintenance et une rationalisation des outillages.

Dans un atelier existant, il n'est généralement pas possible de réorganiser toute la production en îlots. Pour les pièces non affectées, on modifiera celles-ci, afin que leurs nouvelles gammes appartiennent à une famille déjà formée, sinon on les sous-traitera.

II.5. METHODOLOGIE D'IMPLANTATION DE LA

T.G.[3][10][11]

II.5.1. PROCEDURE D'ETUDE ET D'IMPLANTATION

II.5.1.1. ANALYSE DU CONTEXTE INDUSTRIEL

Les entreprises industrielles peuvent se répartir en deux grands secteurs d'activités:

- Matières premières et énergie,
- Industrie de transformation.

Parmi les industries de transformation on distingue :

- Les industries locales caractérisées par l'importance des investissements et une main d'oeuvre relativement réduite;
- Les industries de transformation : mécanique, construction, confection etc...

C'est pour cette dernière famille d'industrie que la T.G. est la mieux adaptée. Parmi ces dernières entreprises on distingue celles dont l'activité englobe la conception et la réalisation des produits et celles dont les activités se résument à l'une des fonctions précédentes. La nature des produits est soit complexe, soit simple nécessitant peu de moyens. La T.G. s'applique principalement aux entreprises qui assument l'ensemble du cycle de production pour des produits complexes.

Les processus de fabrication sont, soit continus pour une production de masse, soit discontinus pour une production par lots avec une grande variété de produits. La T.G. est particulièrement adaptée à une production discontinue de lots diversifiés.

La T.G. concerne aussi bien les entreprises produisant sur stock que celles travaillant sur commande.

II.5.1.2. OBJECTIFS VISES PAR L'ENTREPRISE

La première tâche pour toute application de la T.G. est de déterminer les objectifs de l'entreprise pouvant se résumer comme suit :

- Simplification des flux de matière;
- Restructuration des ateliers;
- Harmonisation des informations et décisions inter-services;
- Maîtrise de la fabrication des produits par une rationalisation des outillages et des procédés de fabrication;
- Flexibilité de la production;
- Diminution des stocks, des en-cours et des délais de livraison;
- Réduction de la phase de développement et d'industrialisation de nouveaux produits.

II.5.1.3. ETUDE D'OPPORTUNITE

La première étape est celle de la décision d'introduire la T.G., de part ses multiples aspects, l'implantation de ce concept ne correspond pas à une simple introduction d'une technique de plus dans l'entreprise. La T.G. doit concerner et mobiliser toutes les fonctions (études, méthodes, fabrication, ressources humaines, planification...) dans la recherche d'objectifs communs.

Ainsi il est important de bien étudier préalablement l'entreprise: son organisation, ses différentes activités, les méthodes de conception et de fabrication, les circuits d'information, le niveau de qualification des employés, leurs capacités de changements etc. Seule une étude détaillée permet de déterminer l'opportunité de l'exploitation de la T.G. Cette étude d'opportunité peut se décomposer en trois étapes :

- ETAPE 1 : Diagnostic préalable, concernant principalement la sensibilisation de la direction générale aux multiples aspects de la T.G. à partir d'une vue macroscopique de l'entreprise et de son environnement.
- ETAPE 2 : La stratégie adaptée pour l'implantation après une étude détaillée de l'existant.

- **ETAPE 3** : Elaboration d'un plan directeur d'implantation de la T.G. après l'étude d'opportunité.

Le bureau d'études semble être le service ou doit s'implanter en premier la T.G. car c'est de ce service que découle toutes les données de production.

Par contre le bureau des méthodes est un point d'entrée intéressant. En effet de part ses tâches diverses ce service est en relation directe avec la plupart des autres services (**Figure I.1**), il a une bonne connaissance de tous les problèmes de l'entreprise.

II.5.2. SCHEMA DIRECTEUR D'IMPLANTATION DE LA T.G.

Selon que l'objectif prioritaire de l'entreprise soit la réorganisation d'ateliers ou la rationalisation du cycle de production, le schéma directeur est sensiblement différent. Dans ce qui suit nous présentons le schéma directeur, en six étapes principales correspondant à une rationalisation du flux d'informations relatif aux produits fabriqués.

ETAPE 1: Analyse préalable

L'analyse préalable a pour but de déterminer un système de codification adapté aux objectifs de l'application T.G. Le premier échantillon à analyser est constitué de sous-ensembles des populations à rationaliser.

ETAPE 2: Classification

Les produits des différentes populations à étudier sont codés selon l'étape 2, d'où la constitution d'un tableau de données qualitatives à analyser. Par tri informatique, il est alors facile d'identifier les codes pièces identiques et d'éliminer les doublons.

ETAPE 3: Exploitation

L'étape d'exploitation conduit tout d'abord à rechercher la classe d'appartenance potentielle d'une nouvelle pièce encore complètement conçue ou fabriquée et seulement définie par quelques variables du système de codification, c'est la fonction de classement. Les variables de classement sont souvent un sous-ensemble des variables de classification

II.5.3. ASPECT HUMAIN

Pour réussir l'implantation de la T.G. dans une entreprise, il est donc essentiel d'avoir une collaboration étroite entre les différents départements impliqués mais aussi dans la direction et les employés. Au début du projet d'implantation, l'idée de base de la technologie de groupe et les bénéfices qu'elle peut rapporter à l'entreprise devraient être clairement expliqués à tous ceux qui sont concernés afin d'obtenir leur coopération à toutes les étapes du projet.

II.6. LES AVANTAGES DE LA T.G. [1] [2] [6]

La simplicité du principe T.G. fait que tout le monde convient de son intérêt économique. Mais son utilisation reste encore très peu répandue. Les raisons sont le montant important de l'investissement et l'absence de certitudes sur le niveau des gains. Cependant, les bénéfices sont d'autant plus importants que la T.G. est bien intégrée dans l'entreprise et les avantages de son application sont autant économiques que sociaux.

II.6.1. LES AVANTAGES ECONOMIQUES [6]

Dans la littérature, les utilisateurs annoncent en moyenne des gains de (-2) à 5% au bureau d'études et de (-10) à 50% au bureau des méthodes, mais 80% des gains sont liés à la mise en place d'îlots de fabrication.

L'application de la T.G. a confirmée ce qui suit:

- Réduction de 52% du temps de conception d'un nouveau produit,
- Diminution de 10% du nombre de plans, due aux standardisations,
- Réduction de 60% du temps global d'industrialisation d'un nouveau produit,
- Réduction de 20% à 60% des encours,
- Réduction de 12% des stocks,
- Réduction de 20 à 69% des temps de réglages,
- Réduction de 80% des retards de livraison,
- Réduction de 33% de la main-d'oeuvre,
- Réduction de 20% des coûts de manutention.

II.6.2. AVANTAGES SOCIAUX

L'expérience montre que la plupart, mais pas la totalité des ouvriers préfèrent travailler dans des groupes selon la T.G. plutôt que de travailler dans des ateliers conventionnels selon une organisation de processus. Il semble que cette préférence soit due à :

- Une meilleure implication dans la réalisation du produit,
- Un travail en équipe,
- Un travail plus intéressant,

II.7. NOTIONS DE CODAGE : [1] [6] [11]

Dans une entreprise, une pièce peut être représentée par un code (voir Annexe 3), selon un critère donné (fonction, forme...). Pour qu'un code T.G. représente valablement un produit, il faut qu'il comporte les critères qui serviront ultérieurement à sélectionner les familles, tout en représentant les objectifs de l'application T.G. dans l'entreprise.

Un nombre trop restreint de variables risque de conduire à une représentation informationnelle trop grossière des produits qui sera insuffisante pour déterminer de bonnes familles. Mais un nombre trop important de variables, outre le fait d'alourdir tout système de T.G., entraîne une redondance et une dilution des critères qui conduit à noyer l'information pertinente, d'où une perte d'efficacité du code.

Le problème de codage est donc particulièrement délicat et l'efficacité d'une implantation en T.G. repose sur l'utilisation d'une bonne codification.

II.7.1. CONSTITUTION D'UN CODE [6]

La conception d'un système de codification est un problème qui demande une expérience en analyse des données et une connaissance approfondie du métier où sera implantée l'application T.G.

Nous présentons ci-après les différentes étapes à franchir pour la définition d'un système de codification.

1) Identifier clairement avec la direction de l'entreprise les objectifs à moyen et long terme de l'application T.G.

2) En concertation avec les responsables, hiérarchiser ces objectifs et définir le service dans lequel se fera la première application.

3) En concertation avec les responsables du service et la direction et en tenant compte des objectifs, choisir une population d'apprentissage P. Une population est l'ensemble des produits sur lesquels va porter la première analyse T.G.

4) Identifier tous les articles entrant dans la composition de ces produits et repérer les articles achetés des articles fabriqués. Les articles achetés devront faire l'objet d'une étude particulière pour les rationaliser.

5) La population E sur laquelle portera le système de codification réunit l'ensemble des articles ou objets fabriqués. En fonction des objectifs 1) et 2) choisir les critères de représentativité de ces objets. Les objets retenus (quelques centaines au maximum,) doivent être suffisamment hétérogènes pour que l'étude soit représentative.

6) Traduire ces critères en termes de variables identifiables et mesurables sur les objets. Rechercher dans la littérature si des codes impliquant tout ou une partie de ces critères ont été déjà utilisés. Les variables retenues doivent être aussi indépendantes que possible. Pour une première étude ne pas hésiter à prendre plutôt plus de variables que pas assez, mais 30 semble déjà un maximum.

7) Les variables ont mathématiquement des propriétés différentes, pour cela elles sont définies par un nombre fini de modalités (généralement 10) et ces modalités sont indépendantes les unes des autres.

8) Dans le codage des modalités éviter les résultats alphanumériques, ils tendent à provoquer plus d'erreurs que les caractères numériques.

9) Essayer de construire un code facile à comprendre et facile à utiliser, ne pas hiérarchiser toutes les variables cela correspondrait à un code inexploitable.

10) Regrouper les caractères du code quelquefois appelés codets en suite de 3 à 5 symboles. Il sera plus facile d'interpréter le code (code de base universel, code complémentaire) spécifique à l'entreprise. laisser la possibilité de modifier 30% des caractères en plus ou en moins.

11) Scinder l'ensemble des objets E en un ensemble d'apprentissage EA et un ensemble test ET, (ET environ 10% de E) les objets étant tirés au hasard.

12) Coder les N objets de l'ensemble EA. A l'issu de ce codage on obtient un tableau T de N lignes (objets) et P colonnes (nombre de variables).

13) Utiliser toutes les méthodes statistiques pour prendre connaissance des informations contenues dans le tableau (histogrammes, calcul de fréquence, calcul de corrélation,...) et modifier si nécessaire les variables et/ou le transcodage en modalités.

14) Il n'est pas impossible de générer en une seule itération, le système de codification le mieux adapté à une application. Ce n'est qu'à posteriori, une fois effectué le découpage du tableau T en K familles (classification) et réalisé l'analyse détaillée et la validation de ces familles en fonction des objectifs 1) et 2) que l'on peut avoir une idée de la pertinence du système de codification choisi. La non validation des familles obtenus peut provenir de:

- Mauvaise méthodologie de recherche des familles,
- Mauvais système de codification,
- Mauvais choix de l'ensemble d'apprentissage,

15) En pratique il est nécessaire de procéder à plusieurs itérations (3 à 5) pour trouver des familles répondant aux objectifs.

16) Chacune des familles d'objets étant alors validées et interprétées, on ne retient alors que les variables discriminantes, d'où la définition d'un système de codification C.

17) Pour mettre en oeuvre la T.G. dans l'entreprise il faut alors définir une procédure de classement pour les nouveaux objets.

18) Coder les objets de l'ensemble test ET.

19) Utiliser la procédure de classement pour affecter ces nouveaux objets aux familles.

20) Vérifier le profil des affectations obtenues avec le profil des familles.

21) Si les classes deviennent très hétérogènes toute la procédure de 1 à 19 est à réexaminer.

CHAPITRE III. APPLICATION INDUSTRIELLE

SOMMAIRE

III.1. POURQUOI FORMER DES FAMILLES DE PIECES ?.....	32
III.2. FORMATION DE FAMILLES.....	32
III.3. LES DONNEES DU PROBLEME.....	32
III.4. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE DE L'IMPLANTATION DE LA T.G. AU BUREAU DES METHODES.....	33
III.4.1. LA DEFINITION DES OBJECTIFS.....	33
III.4.2. COLLECTE ET ORGANISATION DES DONNEES.....	33
III.4.3. CODIFICATION DES ARTICLES.....	40
III.4.4. REALISATION DES FAMILLES.....	40
III.4.5. VALIDER LES FAMILLES.....	51
III.4.6. DETERMINATION DES GAMMES MERES.....	51
III.4.7. INTERPRETATION DES RESULTATS.....	59
III.4.8. CLASSEMENT D'UNE NOUVELLE PIECE.....	61

III.1. POURQUOI FORMER DES FAMILLES DE PIÈCES ?

La réduction des délais de conception (pour le BE) et de préparation (pour le bureau méthodes) est l'un des objectifs de tout système de production.

Dans ce contexte, des spécialistes se sont intéressés à ce problème et sont arrivés à la conclusion, «qu'il fallait trouver des outils permettant de classer et de regrouper les produits à fabriquer pour améliorer la productivité.

En effet; la maîtrise de toutes les techniques de fabrication ne suffit plus au préparateur pour transformer les données reçues du BE en instructions de fabrication pour l'atelier. Au niveau du bureau méthodes chaque pièce est représentée par une gamme.

Nous désignons par le mot famille l'ensemble des pièces réunies, en tenant compte des similitudes de leur gammes.

III.2. FORMATION DE FAMILLES

La décomposition d'un secteur en familles de pièces consiste à regrouper les pièces en sous ensembles les plus indépendants possible les uns des autres, en d'autres termes, on peut dire que idéalement, une famille est un groupe, de pièces, qui ont avec un pourcentage élevé le même processus de fabrication.

III.3. LES DONNEES DU PROBLEME

Les données essentielles pour résoudre le problème de formation des familles de pièces sont :

- les caractéristiques des machines disponibles
 - * Capacités,
 - * Nombres,
 - * Les différentes opérations qui peuvent être réalisées sur chacune d'elles,

- Les références et désignation de chaque produit,
- Les gammes de fabrication correspondantes qui comportent:
 - * Les séquences opératoires pour réaliser un produit,
 - * Les machines associées aux opérations.

III.4. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE DE L'IMPLANTATION DE LA T.G. AU BUREAU DES METHODES

L'étude de faisabilité représente la méthodologie qu'il faut suivre pour la réalisation du projet.

Il s'agit de mettre en oeuvre un système de classification des pièces mécaniques au bureau des méthodes. L'approche se présente sous la forme de plusieurs étapes:

- Définition des objectifs,
- Détermination des opérations cataloguées,
- Codification des articles,
- Réalisation des familles,
- Validation des familles,
- Détermination des gammes mères,
- Classement d'une nouvelle pièce.

III.4.1. LA DEFINITION DES OBJECTIFS

Avant de déterminer les critères de classification il faut d'abord préciser dans quel but on veut classer et quelles sont les pièces que l'on veut classer. Une fois donc le contexte de l'étude et les objectifs fixés, nous procéderons au choix des articles à étudier.

L'objectif principal établi est de permettre aux préparateurs, du secteur décolletage et débitage d'utiliser les gammes déjà existantes au moment de créer des gammes pour les nouvelles pièces.

III.4.2. COLLECTE ET ORGANISATION DES DONNEES

Pour pouvoir mené une bonne représentation du problème et déterminer les paramètres essentiels à l'analyse, il a fallu dans une première étape procéder à une vaste collecte de données auprès des différentes structures de l'atelier mécanique.

III.4.2.1. DONNEES NECESSAIRES AU CHOIX DE L'ECHANTILLON

C'est l'étape la plus ardue dans notre travail, vu le nombre important de pièces qui sont gérées par le secteur décolletage et débitage (DD), ce nombre est évalué à 1000 pièces au total, parmi lesquelles 300 rentrent dans une catégorie qui après analyse, nous a amené à l'écartier du traitement pour les raisons suivantes:

* Une consultation des gammes de ces pièces , montre qu'elles ont tout au plus une opération dans leur processus de fabrication. En d'autres termes ces pièces sont réalisées dans les autres secteurs d'usinage et ne sont affectées au secteur (DD) que pour une opération de finition.

Exemple:

pièce n° 192270

Gamme d'usinage: 1. Rectification plane (Rectifieuse ORLIKAN),

2. lavage (Machine à laver).

* Une partie des pièces de cette catégorie, concerne les clients qui se rapprochent du CVI pour réaliser des opérations jugées difficiles à faire avec des tours traditionnels.

Ex

pièce n° 164589

Gamme d'usinage : 1. Tournage gorge cyclique (tour automatique).

III.4.2.2. CHOIX DE L'ECHANTILLON

• Définition de la complexité d'une pièce

Nous avons défini après entretien avec les préparateurs, les critères de complexité d'une pièce au sens BM:

* Le nombre d'opérations et le temps nécessaire pour réaliser une pièce:

Ces données sont représentées dans un document appelé relevé de gammes. Il comprend les opérations d'usinage classées selon leur ordre d'exécution et leur temps de réalisation. (dans notre cas le temps de réglage de la machine n'est pas pris en considération).

* La qualité d'une pièce: Elle représente la valeur du seuil selon laquelle le contrôleur rejettera la pièce, voir Annexe 4.

* La matière de la pièce (l'Annexe 7 présente la nuance des matières et leurs descriptions).

Mais, nous en avons sélectionné deux :

Le nombre d'opérations et la qualité, pour les raisons suivantes:

* Le temps de réalisation de la pièce ne reflète pas dans tous les cas la complexité de la pièce du fait qu'il dépende de la technologie adoptée (exemple: le tour à commande numérique réalise des opérations très complexes en un temps très réduit).

* Le critère de la matière est déjà représenté dans celui du nombre d'opérations (exemple: les pièces qui subissent des traitements thermiques ont, généralement, le plus grand nombre d'opérations).

A partir des critères retenus, nous avons effectué un classement des pièces de la population mère de la manière suivante:

a/. Trois classes de pièces par rapport au nombre d'opérations

1^{ère} classe: Le nombre d'opération est compris entre 1..6

2^{ème} classe: Le nombre d'opération est compris entre 7..12

3^{ème} classe: Le nombre d'opérations est ≥ 13

b/. Trois classes de pièces par rapport à la qualité

1^{ère} classe: Qualité comprise entre 5..8

2^{ème} classe: Qualité comprise entre 9..11

3^{ème} classe: Qualité comprise entre 12..16

Les bornes des intervalles ont été choisies de manière à éviter une grande différence de tolérance à l'intérieur de la même classe. En utilisant le tableur Excel et avec un programme de tri, nous avons obtenu les histogrammes de la figure (III.1, III.2).

Chacun des deux graphes représente le nombre de pièces appartenant à la même classe selon l'un des deux critères choisis.

Le recouvrement des deux critères représente la complexité (au sens BM), de notre population voir (figure III.3).

Figure III.1: Répartition des pièces par intervalle d'opérations

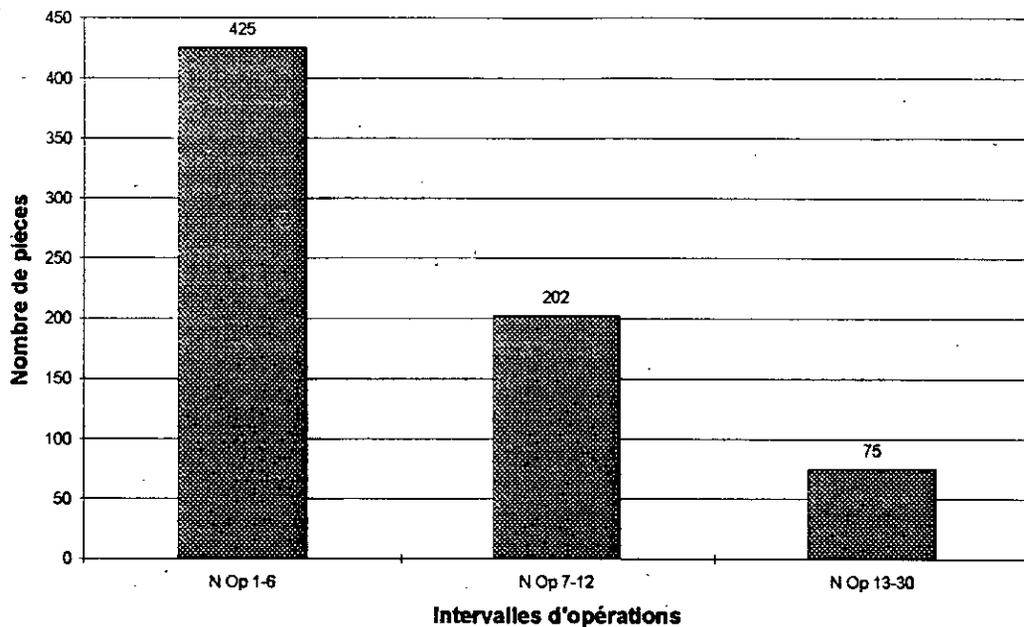


Figure III.2: Répartition des pièces par intervalle de qualité

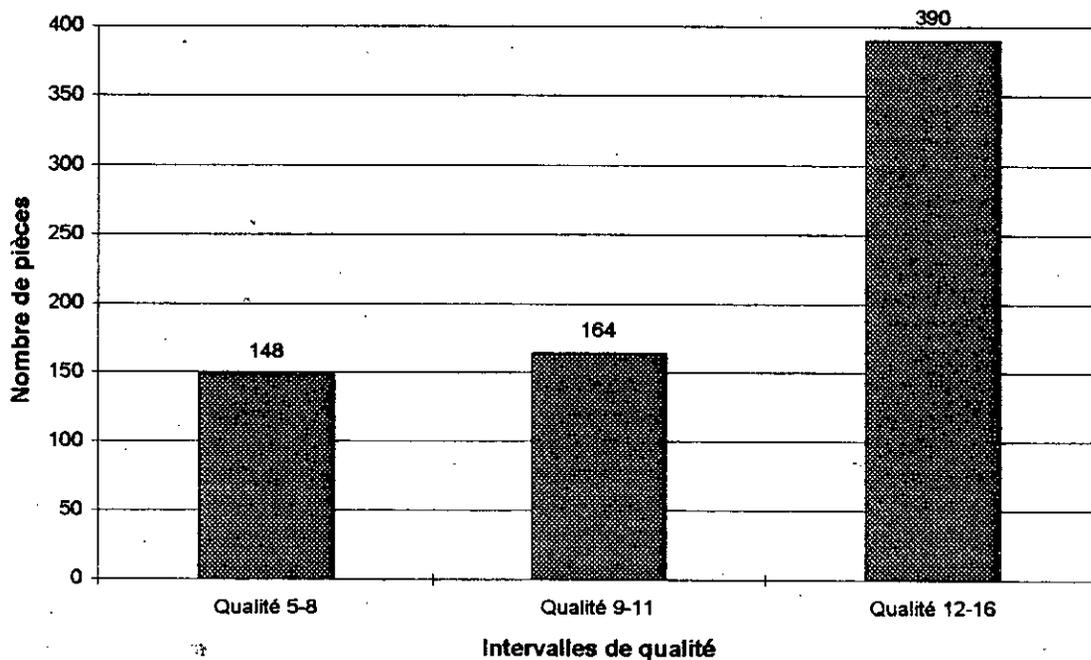
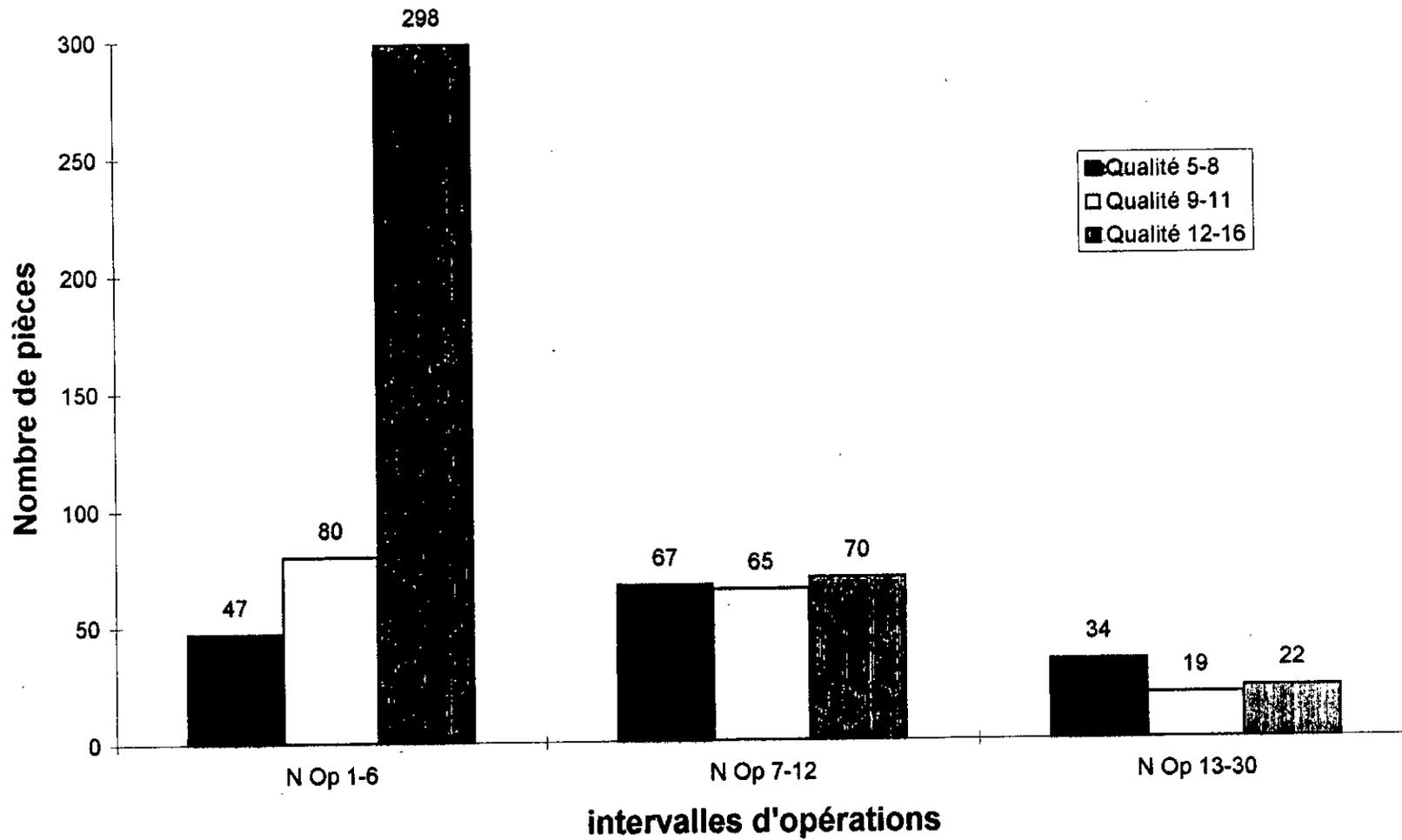


Figure III.3: Répartition des pièces par classe



Le but de ce recouvrement (figure III.3), est de choisir un échantillon qui représente toutes les catégories de pièces, de la pièce la plus complexe à réaliser, à la plus simple. C'est pourquoi lors de notre choix nous avons respecté, les pourcentages des pièces dans chaque classe.

- **Données nécessaires à la présentation des gammes d'usinage**

Après consultation des gammes d'usinage des produits, nous avons recueilli celles jugées utiles pour leur présentation.

- * Les séquences d'opérations nécessaires pour la réalisation de chacune des pièces, et les machines qui leur sont associées.

- * Le nombre de machines et leurs caractéristiques.

Ces données ont été recueillies à la section d'atelier correspondante au secteur (DD). Cette requête a été faite dans le but de sélectionner les machines qui seront en fonctionnement des autres en pannes et aussi de répertorier les différentes opérations qui peuvent être réalisées par chacune d'elles (voir Annexe 6).

III.4.2.3. APPROCHE SUIVIE POUR FORMER LE CATALOGUE D'OPÉRATIONS

L'opération est jugée délicate, car elle nécessite la connaissance du parc machine, des gammes d'usinage de chaque pièce et des différentes opérations réalisables sur chaque machine. C'est pourquoi après collecte de tous ces renseignements, la détermination des opérations cataloguées a été effectuée avec l'aide des personnes qualifiées, les préparateurs du service méthodes, secteur décolletage / débitage qui connaissent aussi bien les gammes que les machines.

III.4.3. CODIFICATION DES ARTICLES [1]

L'échantillon d'articles étant choisi, nous procédons à la codification des pièces en tenant compte de leurs gammes d'usinage. Le code sera établi en fonction des opérations cataloguées dans l'étape 2, voir l'Annexe 5. Le système de codification mis en place est le suivant:

- Une variable représente un type de machines spécifique (exemple: variable 3= tours à mandrins).
- Une modalité pour une variable est une opération cataloguée.

III.4.4. REALISATION DES FAMILLES :[4] [8] [11]

Les articles étant codifiés, on procède à leur classification en familles, selon les objectifs définis dans l'étape 1. Les critères de classification sont déterminés et les pièces codées, nous regroupons en familles les pièces dont leurs gammes présentent des similarités selon les critères fixés. Cette étape peut se faire de manière manuelle ou bien à l'aide de l'outil informatique.

III.4.4.1. METHODES D'ANALYSE ET DE COMPARAISON DES GAMMES

Le but principal du préparateur est de transformer les données fournies par le bureau d'études en instruction pour la fabrication. Les principes de la T.G. sont utilisés au bureau des méthodes pour établir des gammes d'usinage ou de montage standards, et servent de base à une méthode d'aide à l'élaboration des gammes pour les pièces nouvelles.

Il existe deux types de méthodes pour la détermination des familles de pièces ou d'ensembles:

- Les méthodes empiriques,
- Les méthodes analytiques.

a/ Les méthodes empiriques sont basées sur l'expérience de la personne qui détermine les familles. L'évaluation des similitudes entre pièces est alors subjective. La qualité des résultats est fonction des connaissances individuelles des personnes utilisant ces méthodes.

b/ Les méthodes analytiques cherchent à quantifier les similitudes entre les gammes (de pièces ou d'ensembles) :

*** METHODE BASEE SUR L'UTILISATION DU PRINCIPE DES NUEES DYNAMIQUES:**

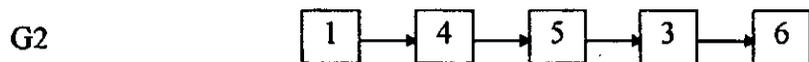
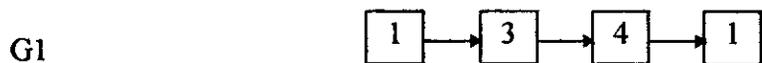
Cette méthode est caractérisée par des groupes de points partant d'un processus itératif à la recherche des formes intéressantes se joignant en leurs centres et permettant ainsi de les reconnaître. Elle a été utilisée dans les domaines les plus divers (médecine, sociologie, architecture, documentation...), cette méthode ne prend pas en considération l'ordre d'exécution des opérations.

*** APPROCHE TENANT COMPTE DE L'ORDRE DES OPERATIONS :**

Cette approche a été étudiée par GJERJI SHIKO à l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers (ENSAM) de Paris. Ce dernier, par utilisation de la méthode de classification hiérarchique, regroupe les pièces en familles tout en respectant l'ordre des opérations de chaque gamme, la similitude entre deux gammes étant quantifiées.

III.4.4.2. DESCRIPTION DE LA METHODE

A partir d'un ensemble fini I de pièces, on compare 2 à 2 les éléments de la gamme,



A la fin de cette itération, on forme une classe représentée par la paire d'éléments les plus voisins qui aura donc la similitude la plus forte. Les deux éléments en question seront remplacés par la nouvelle classe obtenue et sera considérée comme un élément avant de passer à l'itération suivante, jusqu'à l'obtention du dernier noeud appelé sommet de la hiérarchie voir (figure III.4).

Pour extraire les familles, il suffit de couper la hiérarchie avec la droite représentée par $S=x$, toute la difficulté de cette méthode réside en la définition de cette droite.

Indice similitude S

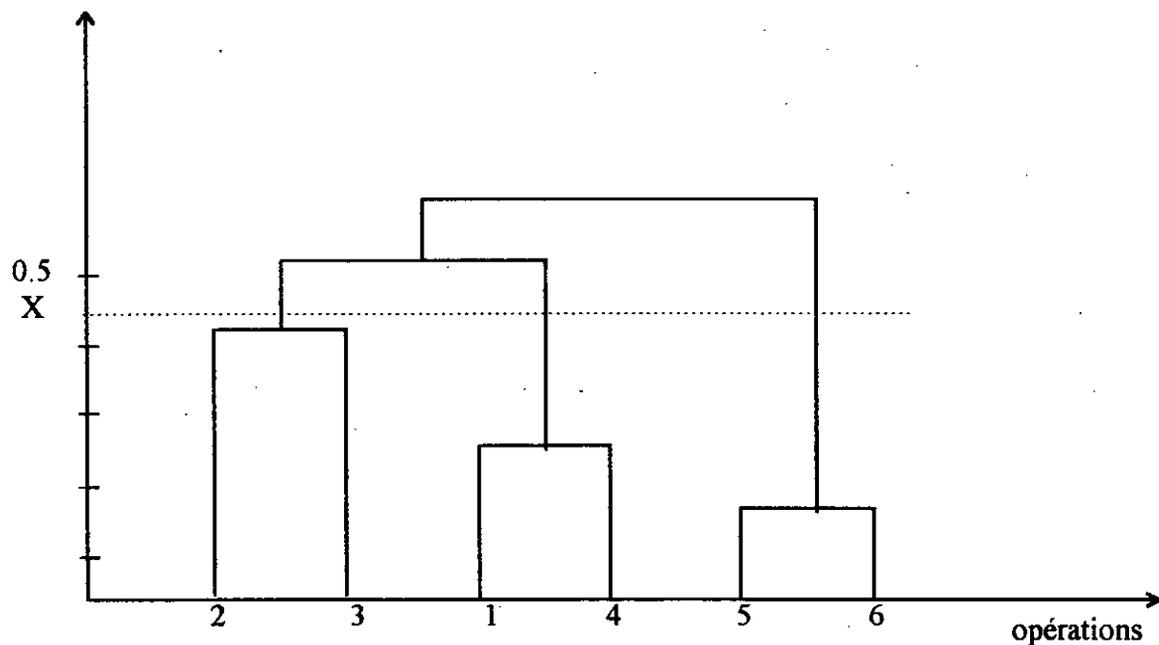


Figure III.4 : Exemple de classification hiérarchique d'un ensemble de 6 éléments

Ainsi plusieurs méthodes d'analyse aptes à classifier les objets, ont été étudiées en statistique. Pour ce qui concerne notre étude nous avons opté pour l'utilisation du logiciel GTS appliqué dans le domaine de la T.G.

III.4.4.3. CRITERES DE TRI

Chaque pièce étant représentée par sa gamme d'usinage modifiée (composée par les opérations cataloguées), pour le tri des pièces nous tiendrons compte uniquement des opérations cataloguées.

Dans notre étude, nous utiliserons le système d'aide à la formation d'Ilots Rationnels (SAFIR), module GTS. Cette application consiste en une décomposition des pièces gérées par le service méthodes (secteur décolletage et débitage) en familles de processus de fabrication .

Pour cela et en premier lieu, nous allons présenter cet outil d'analyse (une description additive sera présenté dans l'Annexe 8).

Dans un deuxième temps, nous effectuerons une quasi-seriation des données initiales menu (analyse des données/tri automatique), avec un choix objectif du paramètre α . Une deuxième analyse, après visualisation des résultats de la première s'impose, avec le menu (analyse de données/tri manuel), les paramètres du tri sont établis à partir du menu édition du tri automatique.

En dernier lieu, nous concrétiserons les résultats de l'analyse par l'obtention directe de la gamme d'usinage d'une nouvelle pièce après classement de celle-ci dans l'une des familles déjà préétablies.

III.4.4.4. PRESENTATION DU LOGICIEL [14]

Group technology System, est un système informatique d'analyse et d'exploitation des données de production, pour l'étude et l'exploitation du concept de T.G., aux sein d'une entreprise. Le module « clustr » fait partie de ce logiciel.

L'utilisation du système suit la logique d'implantation de la T.G. En effet, la sélection et l'introduction de données peut être faite, soit par transfert de données, [en utilisant le fichier informatique de l'entreprise étudiée], soit manuellement par le spécialiste après avoir recueilli toutes les informations (pièces, références, codes, gammes...).

L'analyse et la mise en forme des données est réalisée par le logiciel "CLUSTER". Après l'approbation de la structure de données, le spécialiste transfère le résultats de son analyse, vers des bases de données de références exploitables.

III.4.4.4.1. Caractéristiques du module "CLUSTER"

Les caractéristiques de ce module sont les suivantes:

- Recherche d'analogies par TRI sur code (menu Analyse de Données, Tri Manuel sur Code),
- Création de familles sous forme de matrices binaires, à partir d'un module de sériation (module tri automatique sur code),
- Analyse de flux de matière (module analyse de flux),
- Analyse de Données.

III.4.4.4.2. Description des modules du logiciel

Le module d'analyse et gestion de données s'appuie sur le principe de la T.G.

- **Gestion de données**

- a/ - **Module base de données**

Ce module permet d'exécuter la gestion des bases de données afin de consulter, modifier, ajouter, supprimer les fichiers articles, gammes, postes, codes,...

Le fichier articles par exemple contient les caractéristiques suivantes :

- La référence de l'article,
- La désignation,
- La date de création,
- La famille article, la famille BE, la famille BM, la famille îlot,
- Le code de l'article.

Toutes ces caractéristiques sont définies par l'utilisateur, elles peuvent être modifiées à tout moment.

b/ - Gestion des classes

Ce menu permet :

- L'union des classes,
- L'intersection des classes,
- La différence des classes,
- L'édition des classes,
- La visualisation des classes.

c/ - Sauvegarde

d/ - Test de cohérence

Il permet de vérifier la cohérence des informations contenues dans les différents fichiers de la base de données

• **module analyse**

Ce module permet :

- L'analyse des données,
- L'analyse de flux.

Le module analyse de flux étant spécifiques à la formation d'îlots de fabrication nous allons présenter uniquement les exécutions du module d'analyse de données

a/ - Tri manuel sur code :

Il permet de trier manuellement des données afin de les regrouper selon certains critères. Le masque de tri sert à déterminer les variables et modalités qui sont prises en compte lors du lancement du tri. Cette sélection de variables et modalités se fait à partir d'une matrice binaire.

b/ - Tri automatique sur code :

Après avoir sélectionné les fichiers à trier, cette option permet d'effectuer le tri des articles suivant les codes affectés à chaque produit dans le menu base de données. Le lancement de la classification permet d'avoir le nombre de familles établies. Ces familles peuvent être visualisées dans le menu édition, la famille 0 est une famille dite poubelle car elle contient tous les articles qui n'ont pas été affectés aux familles.

c/ - Ordre:

Cette commande permet d'organiser les articles selon l'ordre croissant ou décroissant de leur code.

d/ - TRI ABC:

Permet de trier nos données en classes ABC.

III.4.4.5. CHOIX DU PARAMETRE α [5]

Le logiciel laisse une marge à l'utilisateur industriel en ce qui concerne le choix du paramètre α , en effet en faisant varier ce paramètre, des solutions peuvent émerger avec des tailles de familles variables.

Le paramètre α influe sur la concentration des 1 dans la matrice obtenue après le tri automatique. Le tableau (III.I) illustre les différentes solutions obtenues en faisant varier α .

Tableau 1 : Variation du paramètre α

paramètre α	nombre de familles	famille 1	famille 2	famille 3	famille 4	famille 5	famille 6
0.25	3	152	5	1			
0.50	4	138	9	6	5		
0.75	3	126	4	9			
0.80	6	114	4	9	13	4	14
0.90	3	125	18	15			
0.95	3	123	19	16			
0.99	3	126	20	12			

A partir du tableau ci-dessus, nous pouvons tirer les conclusions suivantes:

- 1) Le nombre de familles tend à se stabiliser lorsque α augmente,
- 2) A partir d'un certain seuil les résultats sont très proches.

Pour notre cas, le choix du paramètre α , est fondé sur les points suivants:

- Avoir un nombre acceptable de familles qui soit facilement gérable par les préparateurs du service.
- Pour tout $\alpha > 0.95$ le même nombre de familles avec des nombres de pièces voisins est constaté, de ce fait nous avons choisi $\alpha = 0.99$.

III.4.4.6. DETERMINATION DE FAMILLES DE PIÈCES

Les résultats de quasi-seriation* de notre population pour $\alpha = 0.99$ sont donnés dans Tableau 2

Le GTS propose une solution en 3 familles; aucune famille « poubelle » n'a été signalée, tous les produits sont affectés.

Tableau 2 : Résultats de la première itération (extrait du tableau 1)

Familles	A	B	C
Nombre de pièces	126	20	12

Une grande classe ressort de la première quasi-seriation il s'agit de la famille A. Ce résultat est justifié, car il nous permettra de trier les pièces qui ne passent pas certaines machines, c'est-à-dire isoler les pièces qui ont une grande chance de faire partie de la même famille.

Pour cela nous avons décomposé cette famille par le biais d'un tri manuel sur code et cela en prenant comme critère de tri les opérations communes visuellement repérables.

Itération 1: On prend comme critère de tri les variables 9,11 avec les modalités respectives 1,3; on obtient alors avec le tri manuel, la première famille de pièces.

Itération 2: Après avoir éliminé de la famille A les pièces déjà affectées à f1, on exécute un second tri automatique avec toujours le même alpha, on repère les nouveaux critères de tri manuel et on fixe respectivement la famille f2.

Itération n: les pièces qui n'ont été affectées à aucune famille vont être rajoutés aux familles f2 et f3 pour un nouveau traitement. Les différentes familles obtenues sont les suivantes:

Famille 1			Famille 2			Famille 3		
Gamme mère (GM1)			Gamme mère (GM2)			Gamme mère (GM3)		
00200000101000001000			20000000111001000000			10020011000001100000		
N° Pièce	Référence	Code	N° pièce	Référence	Code	N° pièce	Référence	Code
p24	696681	00300000101000001000	p35	102972	20000000100000000000	p1	191248	10100011000000000000
p30	163464	00200000201000001000	p46	780963	20000000100000000000	p2	190424	10000110100000000000
p34	124772	00200000100000001000	p71	551902	20020000011000000000	p3	720923	10020000000000000000
p37	369713589	00200000010000001000	p82	5001046	20000000100001000000	p11	185019	00402000000000011000
p43	190506	00200000000000000000	p83	320658	20000000100001000000	p12	189666	10000020210001000000
p48	0361090060	00200000100000000000	p98	581982	20000020011000000000	p14	189952	10100000000000000000
p92	36972135	00300000101000001000	p104	792360	20000000000001000000	p17	5005105	10010101000001100000
p94	160706	002004000000000001000	p120	731009	20000000001010000000	p45	5003011	10030000000000000000
p96	134296	00200000100000001000	p121	672655	20000000110000000000	p49	720289	10100000000000000000
p100	691926	00100000101000001000	p122	671030	20000000010000000000	p50	164304	10080000100001100000
p107	166639	00300000101000001000	p133	5003123	20800000000001000000	p51	138360	10020100030001000000
p114	696931	20040000101001000000	p139	192852	20000000000001000000	p52	139850	10000000101000000000
p130	369721306	00300000101000001000	p141	192882	20000000000001000000	p53	190296	10010011000001100000
p137	190352	00400010101000001000	p144	727578	20000000100000000000	p81	138432	10000111000000100000
p140	166640	00300000101000001000	p153	9120372	20000010000000000000	p86	163603	10000000001111000000
p151	669681	00100000101000000000	p154	664692	20000000010000000000	p88	165084	10090000010001100000
			p155	102965	20000010010000000000	p89	713370	10000010100000000000
			p156	699090	20000000110000000000	p111	551883	10071000010000000000
			p157	551797	20000000011010000000	p119	165515	10020000100000000000
						p127	713379	10000000200000000000
						p135	190059	10020010100200000000
						p136	194251	10020011000000000000
						p138	191250	10100011000000000000

Famille 4			Famille 5			Famille 6		
Gamme mère (GM4)			Gamme mère (GM5)			Gamme mère (GM6)		
00400010000000111000			00900000110000001000			00400000200000001000		
N° pièce	Référence	Code	N° pièce	Référence	Code	N° pièce	Référence	Code
p25	186150	004000100000000011000	p4	369700720	00950000000000001000	p6	369458108	00440000000000001000
p26	192170	004000100000000011000	p47	738004	00950000000000001000	p10	369763995	00400000300000001000
p27	763863	00400010000000001000	p57	160756	00900000000000000000	p44	485199	00400010000000001000
p28	166835	004000100000000011000	p58	134858	00900000110000001000	p75	164781	00400000021000001000
p74	485199	00400010000000001000	p59	134295	00900000100000000000	p90	369292898	00430000000000001000
p80	163527	00400010000000111000	p60	78691	00900000000000000000	p93	899311	00400000200000001000
p101	485149	00400010000000001000	p61	189984	00900000010000000000	p97	465753	00400000200000001000
p105	765682	00400010000000001000	p63	763864	00900010000000001000	p102	249409	00400000200000001000
p128	369292897	0040002000000000000000	p64	168895	00900010000000001000	p117	162392	00400000200000001000
			p66	163465	00900000101000001000	p123	658716	00400100000000001000
			p70	467753	00900000200000001000	p124	249410	00400000200000001000
			p73	691925	00900000101000001000	p126	720424	00400000200000001000
			p106	632028	00900010000000001000	p129	791191	00400000101000000000
			p109	768010	00900000000000001000	p131	599311	00400000000000000000
			p110	599724	00900000000000001000	p149	738005	00450000000000000000
			p113	434853	00900000000000001000	p158	1090223	00400000100000001000
			p115	324184	00900000110000000000			
			p125	720888	00900000100000001000			
			p143	727571	00900000000000001000			
			p145	727875	00900000000000001000			
			p146	5010655	00900000300000001000			
			p147	3690061	00900000000000100000			
			p148	9300063	00900000001001000000			
			p150	81090050	00900000101000000000			
			p152	5000942	00900000000000001000			

III.4.5. VALIDER LES FAMILLES

Avant que les familles ne soient exploitées, des vérifications doivent être effectuées. Il faut d'abord contrôler famille par famille et voir si elles sont cohérentes et si les pièces contenues sont réellement similaires selon les objectifs fixés. Puis voir l'importance des familles, certaines sont beaucoup plus importantes que d'autres. Dans ce cas, nous devons revoir les règles de regroupement pour rassembler certaines familles et diviser d'autres.

La validation finale doit se faire avec un expert du bureau méthodes. Si les résultats ne sont pas satisfaisants, nous remettons en question les critères de regroupement des pièces et nous revenons dans ce cas aux étapes précédentes et reprenons le travail jusqu'à ce que nous obtenions des familles cohérentes et exploitables.

III.4.6. DETERMINATION DES GAMMES MERES [4]

Après la réalisation des familles, nous devons déterminer une gamme représentante pour chaque famille. Cette gamme sera appelée gamme mère et elle sera élaborée de telle sorte qu'elle résumera toutes les gammes des pièces.

Il existe plusieurs méthodes de formation de gamme mère et cela d'après la définition même donnée qu'on lui associe:

III.4.6.1. DEFINITION 1:

La gamme mère est une suite ordonnée d'opérations caractérisant un groupe de pièces (ou d'ensembles). Elle doit satisfaire aux conditions suivantes:

La Composition

La gamme mère est l'union des gammes des pièces (ou d'ensemble) du groupe. Elle doit donc contenir toutes les opérations présentes dans les gammes appartenant à ce groupe.

L'ordre des opérations dans la gamme mère doit respecter celui des opérations dans chacune des gammes appartenants à la famille.

III.4.6.2. ALGORITHME DE CONSTRUCTION

Lors de la création de la gamme mère pour une paire de gammes, on doit satisfaire les deux conditions mentionnées dans le paragraphe précédent, ce qui nous permet de concevoir l'algorithme correspondant (présenté dans les pages suivantes).

Pour une description claire de cet algorithme, prenons l'exemple de deux gammes I et J.

gamme I		gamme J	
opérations		opérations	
i	code	code	j
1	01	02	1
2	02	01	2
3	02	03	3
4	01	03	4
5	03	04	5
6	05		

Figure III.5 : présentation des deux gammes

Dans cet exemple, le type d'opération est représenté par un code à deux chiffres. La gamme I comporte 6 opérations, et la gamme j, 5 opérations.

L'algorithme pour la construction de la gamme mère, comporte deux étapes:

- Regroupement de deux gammes ,
- Choix de la gamme mère.

Regroupement de deux Gammes:

Le regroupement des deux gammes, s'obtient en commençant par l'opération de rang 1 de la gamme I ou par celle de rang 1 de la gamme J. On aura donc 2 possibilités de regroupements des deux gammes I et J.

1°) 1ER CAS: DEPART GAMME I

Le regroupement des deux gammes dans ce premier cas nous donnera une gamme mère G1, les indices i et j étant initialisés à 0, l'algorithme de regroupement consiste à prendre l'opération de rang $i=1$ (soit l'opération 01 dans notre exemple). Cette opération sera de rang $g1=1$ dans G1:

❶ - Si l'opération de rang $i+1$ est de même type que celle de rang i (dans la gamme I), l'opération de rang $g1+1$ (dans la gamme G1), sera celle de rang $i+1$ (dans la gamme I).

❷ - Si l'opération de rang $i+1$ est de type différent de celle de rang i (dans la gamme I), on compare l'opération de rang i avec celle de rang j (dans la gamme J).

* Si elles sont identiques, on définit alors le nombre d'opérations non utilisées $l(1)$, sa valeur est initialisée à 0 et on l'incrémente de 1, à chaque fois que cette alternative est rencontrée. Ensuite on compare l'opération de rang j avec celle de rang $j+1$ de la même manière que ❶.

* Sinon, l'opération de rang $g1+1$ (dans la gamme G1) sera celle de rang j (dans la gamme J).

Continuer les itérations tant que les deux gammes n'ont pas été parcourues entièrement.

La gamme G1 sera obtenue opération par opération en suivant les flèches entre les deux gammes I, J sur la figure III.5.1

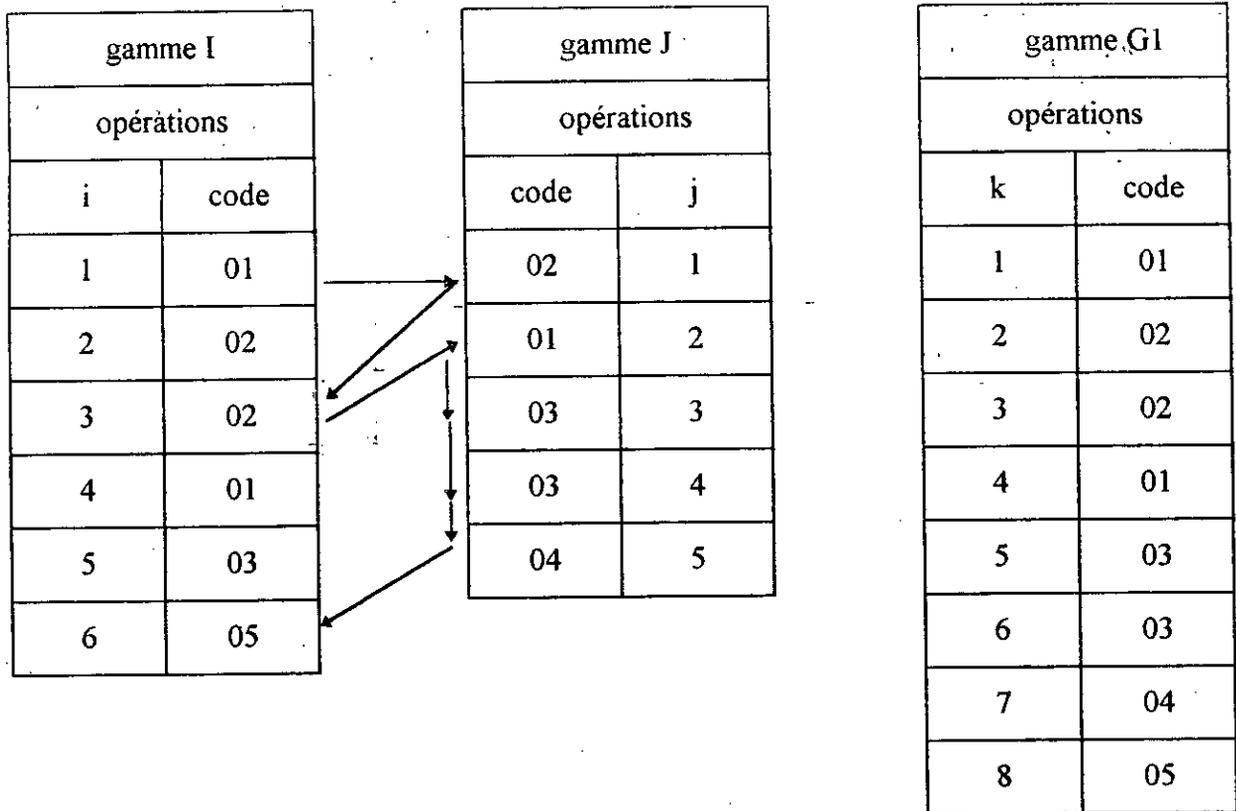


Figure III.5.1 : Détermination de la gamme G1

2°) 2eme cas: départ gamme J:

La figure 3 fournit la gamme G2 obtenue exactement comme la gamme G1, mais cette fois le départ est de la gamme J, on définit le nombre d'opérations non utilisées l(2).

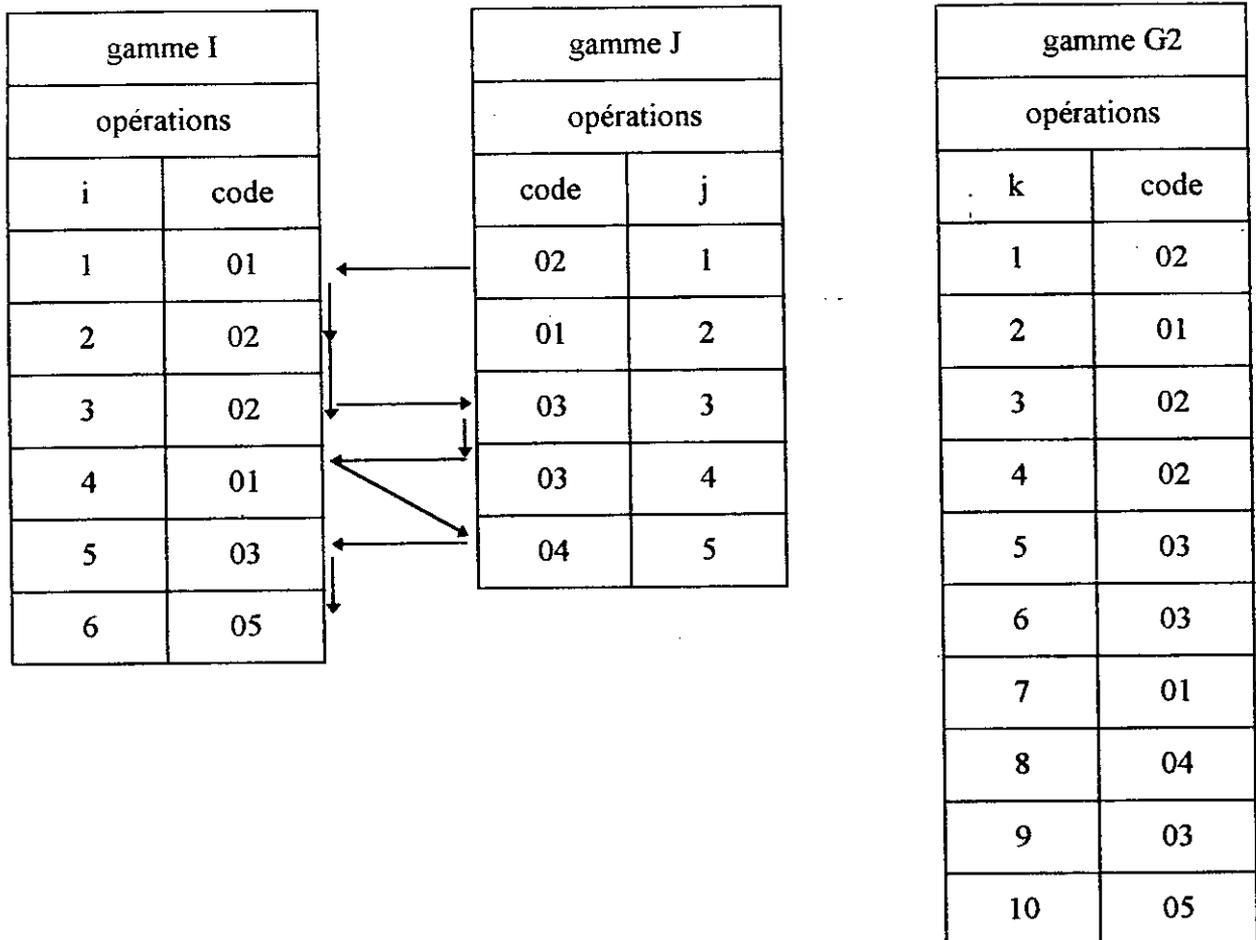


Figure III.5.2 : Détermination de la gamme G2

III.4.6.3. CHOIX DE LA GAMME MÈRE

On remarque qu'au moment de la création de la gamme mère certaines opérations n'ont pas été utilisées. En effet, la non utilisation de ces opérations, provient du fait qu'elles soient voisines et communes aux deux gammes I et J.

Pour avoir une gamme mère qui contient le moins d'opérations possibles, tout en respectant les deux conditions vues dans la définition (1.1.), et qui sera défini par G1 ou G2, on prendra parmi ces deux dernières, celle qui contient le plus d'opérations non utilisées. En effet, elle sera alors la plus courte.

Dans notre exemple, la gamme G1 est celle qui contient le plus d'opérations non utilisées, $l(1) > l(2)$, La gamme mère la plus courte, sera donc représentée par la gamme G1.

III.4.6.2. DEFINITION 2 :

La gamme mère est une suite d'opérations caractérisant un groupe de pièces (ou d'ensembles). Elle doit satisfaire la condition suivante:

La Composition

La gamme mère doit contenir les opérations communes à la majorité des pièces formant la famille. Cette gamme représentera l'intersection de toutes les autres gammes à l'intérieur de la même famille.

On pourra avoir cette gamme directement à partir du logiciel options Tri Automatique sur code / Edition, mais elle ne pourra représenter l'ensemble des pièces car on n'aura que les opérations faisant partie des critères de tri. Pour cela nous avons décidé de choisir les opérations qui apparaissent le plus souvent à l'intérieur de la même famille.

Constitution de la gamme mère

La gamme mère (par définition) regroupe les opérations les plus probables dans une famille, nous allons déterminer la probabilité d'apparition de chaque opération.

On définit $P(op_{j,i})$: la probabilité que l'opération associée à modalité i de la variable j , apparaisse dans la famille k tel que:

$$P(op_{j,i}) = \frac{\text{Nombre total d'apparitions}}{\text{Nombre total des pièces appartenant à la famille } k \text{ d'apparitions}}$$

$j = 1.. 20,$
 $i = 1.. 9,$
 $k = 1.. 6.$

Famille 1 (f1):

Var (1) mod (0); $P (op_{1,0}) = 15/16$,

Var (1) mod (2); $p (op_{1,2}) = 1/16$,

Donc pour la variable 1 nous retenons la modalité qui a la plus grande probabilité d'apparition, c'est à dire mod (0).

Var (2) mod (0); $P (op_{2,0}) = 16/16 = 1$, nous retenons cette modalité

Var (3) mod (0); $P (op_{3,0}) = 1/16$,

Var (3) mod (1); $P (op_{3,1}) = 2/16$,

Var (3) mod (2); $P (op_{3,2}) = 7/16$,

Var (3) mod (3); $P (op_{3,3}) = 5/16$,

Var (3) mod (4); $P (op_{3,4}) = 1/16$,

Nous retenons la modalité 2 pour la variable 3

Var (4) mod (0); $P (op_{4,0}) = 15/16$,

var (4) mod (4); $P (op_{4,4}) = 1/16$,

Nous retenons la modalité 0 pour la variable 4

Var (5) mod (0); $P (op_{5,0}) = 16/16$,

Nous retenons la modalité 0 pour la variable 5.

Var (6) mod (0); $P (op_{6,0}) = 15/16$,

var (6) mod (4); $P (op_{6,4}) = 1/16$,

Nous retenons la modalité 0 pour la variable 6

Var (7) mod (0); $P (op_{7,0}) = 15/16$,

Var (7) mod (1); $P (op_{7,1}) = 1/16$,

Nous retenons la modalité 0 pour la variable 7

Var (8) mod (0); $P (op_{8,0}) = 16/16$, Nous retenons la modalité 0 pour la variable 8

Var (9) mod (0); $P (op_{9,0}) = 3/16$,

Var (9) mod (1); $P (op_{9,1}) = 12/16$,

Var (9) mod (2); $P (op_{9,2}) = 1/16$,

Nous retenons la modalité 1 pour la variable 9

Var (10) mod (0); $P (op_{10,0}) = 15/16$,

Var (10) mod (1); $P (op_{10,1}) = 1/16$,

Nous retenons la modalité 0 pour la variable 10

Var (11) mod (0); $P (op_{11,0}) = 6/16$,

Var (11) mod (1); $P (op_{11,1}) = 10/16$,

Nous retenons la modalité 1 pour la variable 11

Var (12) mod (0); $P (op_{12,0}) = 16/16$,

Nous retenons la modalité 0 pour la variable 12

Var (13) mod (0); $P (op_{13,0}) = 16/16$,

Nous retenons la modalité 0 pour la variable 13

Var (14) mod (0); $P (op_{14,0}) = 15/16$,

Var (14) mod (1); $P (op_{14,1}) = 1/16$,

nous retenons la modalité 0 pour la variable 14

Var (15) mod (0); $P (op_{15,0}) = 16/16$, Nous retenons la modalité 0 pour la variable 15

Var (16) mod (0); $P (op_{16,0}) = 16/16$, Nous retenons la modalité 0 pour la variable 16

Var (17) mod (0); $P (op_{17,0}) = 4/16$,

Var (17) mod (1); $P (op_{17,1}) = 12/16$,

Nous retenons la modalité 1 pour la variable 17

Var (18) mod (0); $P (op_{18,0}) = 16/16$, Nous retenons la modalité 0 pour la variable 18

Var (19) mod (0); $P (op_{19,0}) = 16/16$, Nous retenons la modalité 0 pour la variable 19

Var (20) mod (0); $P (op_{20,0}) = 16/16$, Nous retenons la modalité 0 pour la variable 20

En conclusion , nous écrivons la gamme mère de la famille 1 comme suit:

GM1: 00200000101000001000

En procédant de la même manière, nous obtenons les gammes mères des autres familles sont obtenus de la même manière:

Famille 2

GM2: 20000000111001000000,

Famille 3

GM 3: 10020011000001100000,

Famille 4

GM 4: 00400010000000111000,

Famille 5

GM 5: 00900001100000001000,

Famille 6

GM 6: 00400000200000001000,

III.4.7. INTERPRETATION DES RESULTATS

Nous allons examiner les caractéristiques de chaque famille découlant de sa gamme mère.

Pour ce faire, nous présentons, pour une famille, les étapes d'interprétation du code selon la codification adoptée (Annexe 5).

Famille 1 (f1):

Gamme mère 1 (GM1) : 00200000101000001000

La majorité des pièces de la famille 1 passent par :

- * Un tour à barre et subissent une opération de:
Dressage- Chanfreinage- Chariotage- Filetage- Tronçonnage (Var3, Mod2).
- * Une perceuse et subissent une opération de perçage (Var9, Mod1).
- * Une fraiseuse et subissent une opération de fraisage (Var11, Mod1).

- * Une machine à laver et subissent une opération de lavage (Var17, Mod1).

Donc, nous pouvons énumérer les caractéristiques de la famille 1 comme suit :

1. Ensemble d'opérations:

Chariotage, chanfreinage, filetage, perçage, fraisage.

2. Filetage sur tour, perçage sur perceuse.

3. Cotes: Diamètre ≤ 52 mm.

Remarque:

Sur la base de la nature de la matière le préparateur pourra décider de la nécessité des opérations de traitement thermique. La matière seule peut décider de la nécessité d'opérations de traitement thermique voir Annexe 7, pour cette raison, ces opérations ne feront pas partie de celles caractérisant la famille.

En procédant de la même manière, nous obtenons les caractéristiques des familles restantes :

Famille 2 (f2):

Gamme mère 2 (GM2) : 20000000011000001100

1. Ensemble des opérations : Filetage, fraisage, lavage,

2. Filetage sur fileteuse,

3. Cotes : Diamètre ≤ 30 mm.

Famille 3 (f3) :

Gamme mère 3 (GM3) : 10020011000001111201

1. Ensemble des opérations : Chariotage, chanfreinage, filetage, chanfreinage intérieur, forage, rectification extérieure, rectification intérieur, rectification plane,

2. Filetage sur fileteuse,

3. Cotes : Diamètre ≤ 120 mm.

Famille 4 (f4):

Gamme mère 4 (Gm4) : 00400100000001000

1. Ensemble d'opérations :
Chariotage, dressage, perçage, alésage, chanfreinage intérieur, lavage,
2. Perçage sur tour,
3. Cotes : Diamètre \leq 52 mm.

Famille 5 (f5) :

Gamme mère 5 (GM5) : 00900000110000001000

1. Ensemble d'opérations : Dressage, chariotage, perçage, alésage, gorge, taraudage, filetage, chanfreinage, rectification interne, lavage,
2. Perçage sur (perceuse et tour à barre), filetage sur (fileteuse et tour),
3. Cotes : Diamètre \leq 52 mm.

Famille 6 (f6) :

Gamme mère 6 (GM6): 00400000200000001000

1. Ensemble d'opérations : Dressage, centrage, perçage, alésage, cassage d'angle,
2. Perçage sur tour à barre,
3. Cotes : Diamètre \leq 52 mm.

III.4.8. CLASSEMENT D'UNE NOUVELLE PIECE

La validation de notre travail réside dans la possibilité de classer une pièce nouvelle, définie seulement par ses caractéristiques techniques (plan d'étude) dans une des familles obtenues. Ainsi, l'élaboration de sa gamme se fera à partir de la gamme mère correspondante.

Pour cela, nous avons élaboré un algorithme de classement décrivant la procédure à suivre pour l'élaboration de la gamme d'une nouvelle pièce.

III.4.8.1. CRITERES DE CLASSEMENT

Afin de classer une nouvelle pièce, nous avons définis des critères de classement, en se basant sur ses caractéristiques techniques en provenance du bureau d'études:

- * Opérations nécessaires.
- * Usinages spécifiques.
- * Cotes.

III.4.8.2. ALGORITHME DE CLASSEMENT

Étape 0 :

« Ecrire les caractéristiques techniques de la pièce à partir de son plan d'étude »

- * Opérations nécessaires (à partir de la forme de la pièce : Entité 1).
- * Usinage spécifique (Exemple: Filetage sur fileteuse, longueur >24mm: Entité 2)
- * Diamètre : Entité 3,
- * Matière : Entité 4,
- * Qualité : Entité 5,
- * Désignation : Entité 6.

« Ecrire les caractéristiques des familles : de f_1 jusqu'à f_6 »

Noter $C_i(f_j)$: La caractéristique i de la famille j ; $i= 1.. 3$, $j= 1.. 6$.

Étape 1 :

« Comparer l'entité 1 avec la caractéristique 1 de chaque famille ».

Soit $X1$: L'entité 1 des caractéristiques techniques de la pièce,

Soit $C_i(1)$: La caractéristique 1 de la famille i ,

Soit Ψ : L'ensemble dont les éléments sont les familles de pièces notées f_i $i=1.. 6$,

Soit J : Un vecteur.

$i = 1$; $k = 1$; $\Psi = \emptyset$;

Répéter

Si $X \subset C_i(1)$ ou $X1 \notin C_i(1)$ alors $\Psi = \emptyset \cup \{f_i\}$; $J[k]=i$; $k=k+1$; $i=i+1$;

Sinon $i=i+1$;

Jusqu'à $i = 6$; écrire $n = k$; écrire $\Psi = \{f_{J[k]}\}$ $k_1 = 1.. n$;

Étape 2 :

« Comparer l'entité 2 avec la caractéristique 2 de chaque famille appartenant à l'ensemble Ψ ».

Soit X_2 : L'entité 2 des caractéristiques techniques de la pièce,

Soit $C_{J[k_1]}(3)$: Caractéristique 3 de la famille $f_{J[k_1]}$,

Soit Ω : Ensemble dont les éléments sont les familles de pièces appartenant à Ψ notées $f_{J[k_1]}$; $k_1=1..n$,

Soit Y : Vecteur.

$\Omega = \emptyset$; $k_1 = 1$;

Répéter

Si $X_2 \subset C_i(2)$ ou $X_2 \# C_{J[k_1]}(2)$ alors $\Omega = \Omega \cup \{f_{J[k_1]}\}$; $Y[s] = j[k]$; $s = s+1$;

$k_1 = k_1+1$;

Sinon $k_1 = k_1+1$

Jusqu'à $k_1 = n$; écrire $m = s$; écrire $\Omega = \{f_{Y[s]}\}$ $s_1 = 1..m$;

Étape 3 :

« Comparer l'entité 3 avec la caractéristique 3 de chaque famille appartenant à l'ensemble Ω ».

Soit X_3 : L'entité 3 des caractéristiques techniques de la pièce,

Soit $C_{Y[s_1]}(3)$: Caractéristique 3 de la famille $f_{Y[s_1]}$,

Soit ξ : Ensemble dont les éléments sont les familles de pièces appartenant à Ω notées $f_{Y[s_1]}$, $s_1 = 1..m$.

$\xi = \emptyset$; $s_1 = 1$;

Répéter :

* Si $X_3 \# C_{Y[s_1]}(3)$ alors $\xi = \xi \cup \{f_{Y[s_1]}\}$; $Z[l] = Y[s_1]$; $l = l+1$; $s_1 = s_1+1$;

* Sinon $s_1 = s_1+1$;

Jusqu'à $s_1 = m$; écrire $p = l$; écrire $\xi = \{f_{Z[l]}\}$ $l_1 = 1..p$

Étape 4 :

« Elaboration de la gamme pour la pièce ».

Soit $\xi = \{f_{Z[l_1]}\}$: L'ensemble de familles $f_{Z[l_1]}$ $l_1 = 1..p$, obtenu à la dernière étape de sélection.

Soit p : Le nombre de familles appartenant à l'ensemble ξ .

* Si $p=0$ alors la pièce n'appartient à aucune des familles.
On affecte la pièce à la famille 0 ou la famille poubelle et l'élaboration de sa gamme se fait d'une manière indépendante.

* Si $p=1$; c'est à dire, l'ensemble ξ ne comporte qu'un seul élément, soit $f_{V(1)}$, alors le préparateur élabore, à partir de la gamme mère correspondante, la gamme de la pièce. Ainsi, il doit prendre en considération les autres caractéristiques techniques de la pièce

* Matière :

En fonction de la matière de la pièce, le préparateur décide des opérations de traitement thermique.

* Qualité :

En fonction de la qualité de la pièce, le préparateur décide du choix de la machine.

Aussi, l'élaboration de la gamme dépend des contraintes suivantes
paragraphe(I.4.3)

* Charges machines

* Coût de l'opération

* Sinon, le préparateur doit effectuer un choix entre l'une des familles appartenantes à l'ensemble ξ en faisant appel à son expertise ainsi qu'à son expérience en tenant compte du coût des opérations, des charges machines et de la disponibilité des outils et outillages.

III.4.8.3. EXEMPLE D'APPLICATION

Nous avons pris comme exemple un plan d'étude d'une pièces appartenant au C.V.I. Le plan est présenté à l'Annexe 2.

Étape 0:

« Caractéristiques techniques de la pièce »

* Opérations nécessaires à partir de la forme:

Chariotage, dressage, Filetage, fraisage

* Usinage spécifique :

Filetage de longueur 9 mm (Sur tour ou fileteuse).

* Cotes :

Diamètre = 14 mm

* Matière: S250.

* Qualité: 13.

* Désignation: Bouchon.

Étape 1:

X_1 : Chariotage, dressage, filetage, fraisage.

$C_1(1)$: Chariotage, filetage, chanfreinage, perçage, fraisage, lavage.

$C_1(2)$: Filetage, fraisage, lavage.

$C_1(3)$: Chariotage, chanfreinage, filetage, chanfreinage intérieur, forage, rectification intérieure, rectification extérieure, lavage.

$C_1(4)$: Dressage, centrage, perçage, alésage, chanfreinage, lavage.

$C_1(5)$: Dressage, chariotage, perçage, alésage, gorge, taraudage, filetage, chanfreinage, rectification intérieure, lavage.

$C_1(6)$: Dressage, centrage, perçage, alésage, chanfreinage, cassage d'angle.

Alors $\Psi = \{f_1, f_2\}$; $J = [1, 2]$; $n = 2$;

Étape 2 :

X_2 : Filetage sur tour ou sur fileteuse (longueur du filetage = 9 mm ; voir caractéristiques des machines annexe).

$C_2(1)$: Filetage sur fileteuse.

$C_2(2)$: Filetage sur tour, perçage sur perceuse.

Alors $\Omega = \{f_4\}$; $Y = [4]$; $m = 1$;

Étape 3 :

X_3 : Diamètre = 15 mm

$C_3(4)$: Diamètre \leq 52 mm

Alors $\xi = \{f_4\}$; $Z = [4]$; $p = 1$;

Étape 4 :

La gamme mère de f_4 étant $GM4 = 00200000101000001010$

Matière de la pièce: S250; acier doux, donc pas de traitement thermique voir Annexe 5.

Qualité de la pièce: 13;

La gamme de la pièce peut s'écrire de la manière suivante:

1. Dressage- Chanfreinage- Chariotage- Filetage- Tronçonnage (Tour à barre TS3).
2. Fraisage (Fraiseuse).
3. Lavage.

Ainsi, la gamme de la pièce risque d'être modifiée si l'on prend en considération les contraintes suivantes:

- * Charges machines.
- * Disponibilité des outils et des outillages.
- * Coût de l'opération.

CONCLUSION

L'objet de notre étude est la standardisation et l'aide à la création des gammes. Ce travail est complexe, il nécessite une large connaissance dans le domaine mécanique, ainsi qu'une bonne maîtrise des outils de gestion et d'organisation.

Nous avons choisi un échantillon de pièces, pour lequel nous avons établi une codification, en se basant sur les opérations des gammes d'usinage. La codification ainsi établie nous a permis de regrouper les pièces en familles. Puis, nous avons constitué pour chaque famille une gamme mère, représentant le processus de fabrication de l'ensemble des pièces.

La conception d'une gamme pour une nouvelle pièce devient une opération aisée, puisqu'il suffirait de repérer la gamme mère correspondante, en suivant l'algorithme de classement que nous avons établis.

La nouveauté du concept de T.G. en Algérie et le manque de documentation sur son application au BM a été à l'origine des difficultés majeures que nous avons rencontrés au cours de notre étude. Le plus grand problème consiste à adapter une implantation théorique aux contraintes physiques existantes.

Au terme du présent projet de fin d'études, nous sommes de même à proposer des suggestions qui peuvent constituer un point de départ pour une éventuelle poursuite de notre travail. Nous ne manquerons pas de mentionner que ce domaine de recherche est loin d'être saturé.

1/ Une extension de ce travail à l'ensemble du bureau Méthodes s'avère nécessaire pour mieux exploiter les applications de cette technologie nouvellement introduite.

2/ Une Coordination de la codification des pièces entre le bureau méthodes, l'atelier, et le bureau d'études, afin de permettre des liaisons plus efficaces.

3/ A partir des gammes mères obtenues, et en sélectionnant les machines qui ne sont pas ou qui sont peu sollicitées, on définit la stratégie d'investissements appropriée.

Enfin, nous espérons que ce travail fera l'objet d'une continuité, pour les prochaines applications dans le domaine de la T.G, du fait qu'il soit le premier dans son genre appliqué au Bureau des Méthodes.

BIBLIOGRAPHIE

A) THESES:

[1]- J.AYATI, D.BEKNOUCHE

Contribution à l'Elaboration d'un Système de Codification et de Classification au sein du Bureau d'Etudes du CVI.

Projet de Fin d'Etudes pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Industriel (ENP 1993).

[2]- Jacky FELTZ.

Etude de Faisabilité Technique d'une Intégration de la Technologie de Groupe au Bureau d'Etudes

Thèse pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Mécanique au Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM).

[Septembre 1993].

[3]- Anne claire GATHOLD. Nathalie JULLIARD.

Technologie de Groupe Assistée par Ordinateur et Gestion par les Activités.

Thèse pour l'obtention du diplôme d'Etude Supérieure Spécialisées Gestion

Industriel et Innovation [Septembre 1992].

[4]- Jamel LOUATI

Similitude et Formes Fortes en Technologie de Groupe

(Application aux Méthodes Industrielles dans les P.M.E.).

Thèse pour l'obtention du titre de Docteur Ingénieur en Génie Mécanique

Mars [1886].

[5]- S. MOKHTARI, M. TIABI.

Analyse Statique de Flux, Contribution à la Réorganisation de l'Atelier.

Ferrures du C.V.I en Plots de Fabrication.

Projet de Fin d'Etudes pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Industriel [ENP 1995].

[6]- Alain SCHMITT.

Une Application de la Technologie de Groupe Assistée par Ordinateur aux Assemblages Mécano- soudés

Thèse pour l'obtention du grade de Docteur -Ingénieur en Mécanique [Mai 1988]

B) ARTICLES:

[7]- Sylvie BOUDENNE.

La Technologie de Groupe et Stratégie Industriel

Revue Française de Gestion Industrielle N° 4/ 1989.

[8]- O. FELIX.

Application of Similarity Coefficient Method to Parts Coding and Classification Analysis in Group Technology.

Journal of Manufacturing System. Volume 10/ N° 6.

[9]- Robert GESLOT.

La Technologie de Groupe dans le Contexte de la CFAO.

Revue Française de Gestion Industrielle N° 4/ 1989.

[10]- B. MUTEL et A. NADIF.

TG: Méthodes de Reconnaissance de Familles de Produits par Mesure de Ressemblance.

Ecole Normale Supérieure des Arts et Industries de Strasbourg (ENSAIS) Janvier [1990].

[11]- B.MUTEL.

La Technologie de Groupe dans la Logique d'Intégration des Systèmes de Production.

[ENSAIS 1995].

[12]- Jean- Marie PROTH.

Regroupement en Familles des Produits en Fonction des Outils Disponibles:

[ENSAIS 1995].

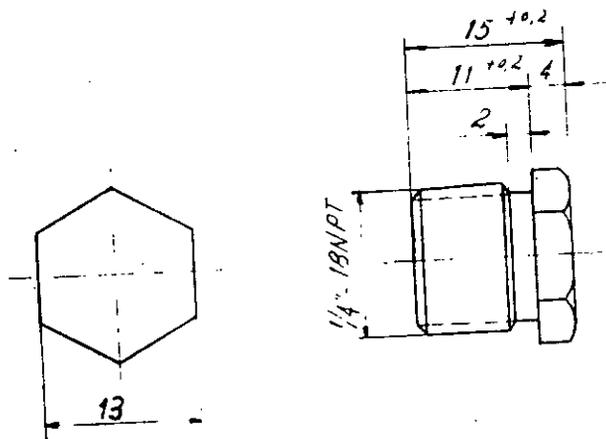
C) MANUEL:

[13]- **Manuel D'utilisateur Du Logiciel GTS**

Laboratoire de Recherche en Productique de Strasbourg (LRPS)

[ENSAIS 1993]

BONNEMME VEHICULES INDIVISIBLES				RELEVÉ DE GAMME											
N° ARTICLE	CD	SL	SM	DESIGNATION ARTICLE	DATE CREATION	DATE MOOD	TYPE VEHICULE	REF CLIENT	TYPE ORGANE						
865543	IC	CA	E3	SCABELLE EPALLEE	75114	C2/E1	3-4-5-6		D.O.S.L.						
N° UNIT FRAICHE	UI	QU. POIDS, UNIT.	DESIGNATION UNIT, FINISSE, MATIERE	DATE FIN LITE	QU. POIDS TOTAL	A O	MOYEN DE MANUTENTION	QUANTITE PAR MOYEN DE MANUTENTION							
12311442	7	C155	7C1CF D42			ICC	MA 448	1C2C							
N° OP	MS	REFIN	L. MOOD	CT	U.F.S.	U.A.S.	DESIGN MACHINE / LIBELLE OPE	COURS U.A.S.	OFFIC	JALON	N. TL	U. 100	P. BONNES	P. MALVAISES	DATE
CC8	B	IC1					PISE BA PAIA		CC4						
CC9	B	IC1	11330		335C	335C	155.TCUPA.TACCCA.								
CC9	B	IC1	32150		C35C	C35C	CHAFFREIN 2E COTE								
C1C	B	IC1	54100		CC2C	CC2C	LAVAGE								
C1E	B	IC1	65000				ECARTELE								
C1E	B	IC1	84555		372C	372C	RECAPITULATIF	3720	CCC						
							LIVRAISON AU LS 13								***



MIC 111111

PARTICULARS		Cote d'usinage sans tolérance		VISUS FABRICATION	
		Etat de surface V - voir norme D.1.50		SACM / 20/9/88	
		MATERIE: TRAITEMENT		TECH. SECT. UTIL. COUT. USIN. MONT.	
		SE 50		NE NE 01	
		PROTECTION		BENT	
VUE DE LA REAU BENTEE				SNVI	
AHROUNJ				1143085	
CUI BUB PAR		BOUCHON			
RE					
ACQUINO PAR					
QUINONE 14.01.87					
RE					
M. LES. POUX		POL. 61		CEN 1	

1. NOTIONS DE CODAGE

Afin de pouvoir classer des entités physiques autrement que de façon oculaire, il faut transformer celles-ci en un code numérique qui sera interprété par le système informatique: c'est l'opération de codage. Dans la vie courante nous utilisons de multiples codes: code postal, code sécurité sociale,....

En fait les relations liant entités physiques (ou individus) aux codes peuvent être de différents types comme le montre la Figure 1.

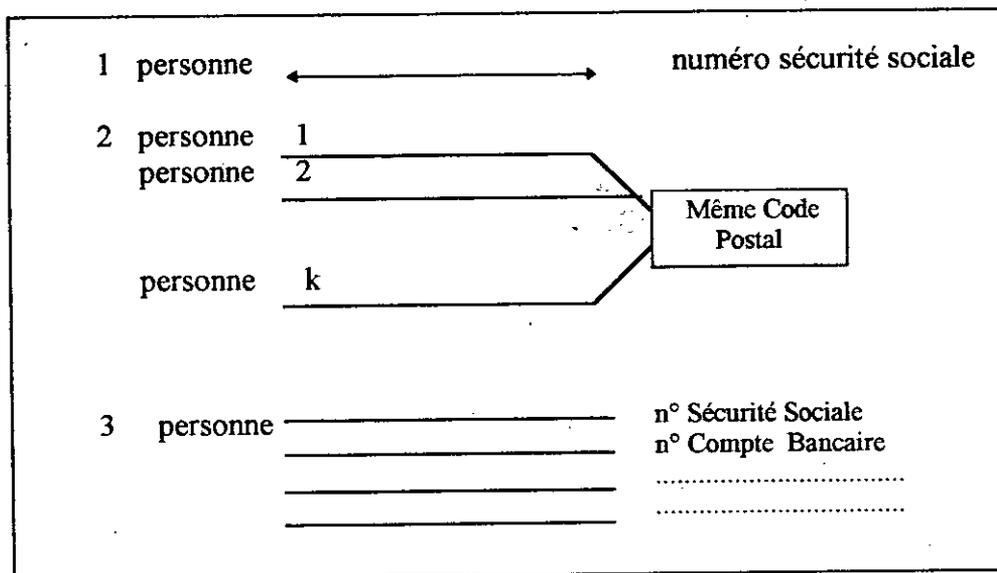


Figure 1 : Différents types de relations

2. CARACTERISTIQUES DES CODES

Pour analyser en totalité un système de codification, il convient d'examiner un certain nombre de paramètres caractéristiques:

2.1. LA NATURE

C'est la notion la plus élémentaire sur laquelle nous porterons notre attention. Les codes numériques sont les plus répandus, sans doute parce qu'ils sont plus faciles à exploiter, mais leur principal inconvénient est qu'ils réduisent la capacité maximale du

code. Un digit numérique peut prendre 10 valeurs, tandis qu'un digit alphabétique propose 26 modalités différentes voir 36 dans le cas d'une position alpha numérique. En pratique, un bon compromis est obtenu par une formule mixte dans laquelle le code est "organisé" pour faciliter la lecture.

exemple : ANNN-ANNNN...

A: caractère alphabétique

N: caractère numérique

2.2. LA LONGUEUR

La longueur d'un code est un élément essentiel pour lequel il faut rechercher un bon compromis. Dans le cas d'une utilisation manuelle, un code long est une source d'erreurs d'exploitation fastidieuse; s'il est court, il ne permet pas une analyse suffisamment fine. Dans le cas d'une utilisation informatique, le problème de la longueur ne se pose plus de la même manière, car il n'y a en principe aucune retranscription manuelle de celui-ci. Les seuls inconvénients d'un code long sont, le surcroît de capacité de mémoire nécessaire pour l'ordinateur et l'allongement du temps de saisie des pièces.

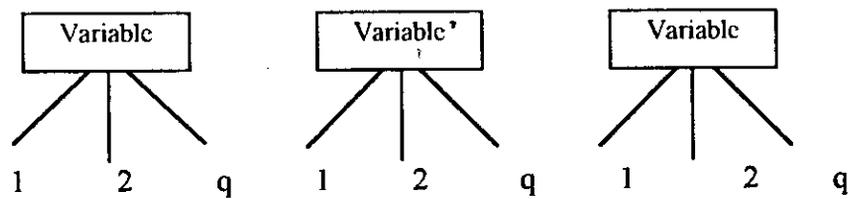
2.3. LA STRUCTURE

D'une façon générale, une entité est représentée par K caractéristiques, critères, codets ou variables. Dans les codes industriels, les variables sont toujours segmentées en modalités.

Les variables et les modalités du code étant identifiées, il y a de multiples façons de les combiner, ce qui conduit à des structures différentes des codes.

- **Monocode**

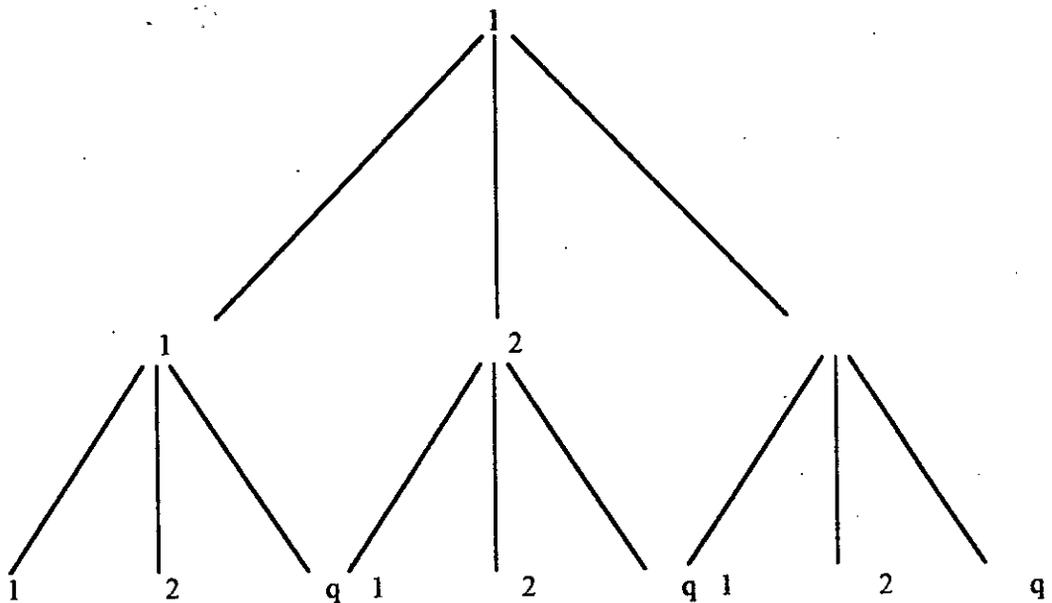
Chaque variable du code est indépendante l'une de l'autre. Si chaque variable comporte q modalités, alors, un code à K variables pourra représenter K.q informations différentes au maximum.



- **Polycode**

Dans ce cas, la signification d'une modalité d'une variable de rang i dépend des modalités prises par les variables inférieures à i . Si chacune des variables comporte q modalités, le polycode à K variables pourra représenter q^k objets différents.

Les polycodes permettent donc une représentation beaucoup plus concise de l'information mais au détriment de leur lisibilité.



- **Hybride**

La structure hybride combine les deux autres méthodes, de façon à optimiser l'architecture du code. La plupart des codes sont de ce type.

En pratique les codes industriels mélangent les modes de représentation, ils comportent de 5 à 39 variables qui sont en fait regroupées en codes de base, code universel, et codes couplés unitaires spécifiques aux applications, le code complémentaire à pour but d'assurer une meilleure discrimination des entités à classer si cela s'avère nécessaire.

NOM DE CODE	PAYS D'ORIGINE
1 OPITZ	ALLEMAGNE DE L'OUEST
2 BRISCH	ANGLETERRE
3 PERA	ANGLETERRE
4 VUOSO	TCHECOSLOVAQUIE
5 MITROFANOV	RUSSIE
6 WILLIAMSON	ANGLETERRE
7 VUSTE	TCHECOSLOVAQUIE
8 KC-1	JAPON
9 TOYOTA	JAPON
10 PGM	SUEDE
11 NITTMASH	RUSSIE
12 PITTLER	ALLEMAGNE DE L'OUEST
13 GILDEIMEISTER	ALLEMAGNE DE L'OUEST
14 STUGART	ALLEMAGNE DE L'OUEST
15 ZAFO	ALLEMAGNE DE L'OUEST
16 COPIC-BRISCH	ALLEMAGNE DE L'OUEST
17 LAMA	YUGOSLAVIE
18 DDR STANDARD	ALLEMAGNE DE L'EST
19 HANIMAN GREEN	ANGLETERRE
20 VPTI	RUSSIE
21 KOLAC	TCHECOSLOVAQUIE
22 STOCKMAN	ALLEMAGNE DE L'OUEST
23 CVM-TNO (MICLASS)	PAYS-BAS
24 WERNER et PFLEIDER	ALLEMAGNE
25 PERA SPECIALIST TOOL CODE	ANGLETERRE
26 LITMO	RUSSIE
27 LANGE ROSSBERT	ALLEMAGNE DE L'OUEST
28 FOUNDRY CODE	RUSSIE
29 IVANOV	RUSSIE
30 BRUKHANOV et REBELSKI	ALLEMAGNE DE L'OUEST
31 KUKLEV	RUSSIE
32 ANDREEVA	RUSSIE
33 CZICKEL et ZEBISCH	ALLEMAGNE DE L'OUEST
34 PACYNA	ALLEMAGNE DE L'OUEST
35 GUREVICH	RUSSIE
36 WALTER	ALLEMAGNE DE L'OUEST
37 AUERSWALD	ALLEMAGNE DE L'OUEST
38 PUSH MAN	ALLEMAGNE DE L'OUEST
39 MALEK	TCHECOSLOVAQUIE
40 SALFORD	ANGLETERRE
41 ROMANOUSKY	RUSSIE
42 KOBLOV	RUSSIE
43 LABUTIN	RUSSIE
44 VOSTRODOUSKY	RUSSIE
45 GRIGOREV	RUSSIE
46 ODINTSOVA	RUSSIE
47 CETIM	FRANCE
48 OIR	USA

Figure 2 : Exemples de codes

3. LES DIFFERENTS CODES EXISTANTS

3.1. LE CODE OPITZ

Ce code a été développé par H. OPITZ à l'Université d'ACHEN à l'ouest de l'Allemagne, il représente l'un des premiers efforts dans la T.G.

Le code OPITZ est un codé numérique de structure semi-polycode, il comporte un code de forme à cinq positions et un code additionnel de quatre digits. Il permet une classification très complète avec un nombre restreint de positions, La notoriété dont il bénéficie encore à l'heure actuelle est la marque de la qualité d'analyse qui a présidé à son élaboration. Les quelques faiblesses que l'on peut souligner sont simplement liées à l'évolution du contexte de l'utilisation de la T.G. Au moment de la conception du code, ses créateurs ont eu à choisir entre son allongement et la perte de certaines précisions sur les composants codifiés. Ils ont recherché un compromis optimal qui est évidemment remis en cause par les facilités qu'offre aujourd'hui l'informatique.

3.2. LE CODE ZAFO

Il s'agit d'un code alphanumérique de structure semi-polycode destiné à une classification morphologique générale de pièces. Il se compose de trois parties :

- Code définissant la géométrie principale (10 digits).
- Deux codets indépendants de structure semi-polycode décrivant les éléments additionnels, le premier concernant la catégorie (pivots, nervures, cames, filetages, etc...), le deuxième regroupe la catégorie de (perçages, rainures, moletages, ... etc.).
- Les six dernières positions sont destinées à une personnalisation du code par l'entreprise.

Le système ZAFO est indéniablement le code le plus complet, mais également le plus complexe. Nous considérons que ce code est d'avantage adapté à un " repérage " des pièces pouvant être utilisé également par les services commerciaux. L'exploitation au sens de la T.G. est rendu difficile par la longueur du code et sa structure partiellement Monocode.

3.3. LE CODE MULTICLASS

Le code Multiclass est très répandu aux ETATS UNIS. En fait son origine provient de HOLLANDE. (voir Figure 3)

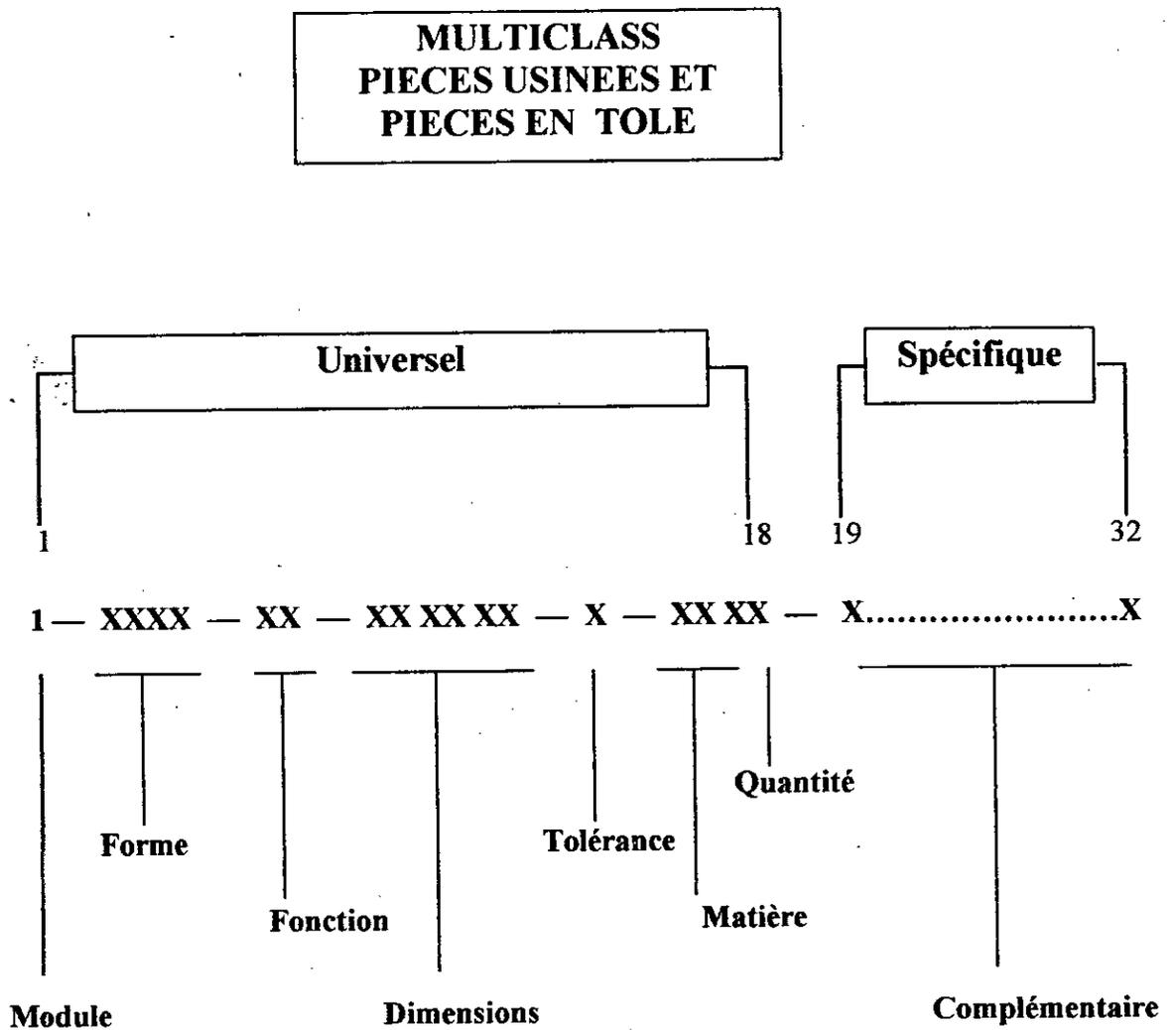


Figure 3 : Codes Multiclass

4. QUELQUES AUTRES CODES UTILISES EN T.G.

Il existe encore d'autres codes moins importants tels que :

* Le code ZAKO : est destiné au repérage des assemblages dans le but de faciliter l'organisation des opérations de montage, ce n'est donc pas un code de classification.

* Le code ZAOM : concerne la codification générale des machines.

* Le système COPIC-BRITSCH , SULZER, VETTER : sont des systèmes de codification qui s'appuient sur des codes personnalisés en fonction des entreprises qui les ont mis en place .

Cote nominale en mm. Ecart en microns ($1\mu=0.001$ mm)					
Alésages	E9	H10	H11	H12	H13
Jusqu'à 3	+39 +14	+40 0	+60 0	+100 0	+140 0
au delà de 3 jusqu'à 6	+50 +20	+48 0	+75 0	+120 0	+180 0
au delà de 6 jusqu'à 10	+61 +25	+58 0	+90 0	+150 0	+220 0
au delà de 10 jusqu'à 14	+75 +32	+70 0	+110 0	+180 0	+270 0
au delà de 14 jusqu'à 18	+75 +32	+70 0	+110 0	+180 0	+270 0
au delà de 18 jusqu'à 24	+92 +40	+84 0	+130 0	+210 0	+330 0
au delà de 24 jusqu'à 30	+92 +40	+84 0	+130 0	+210 0	+330 0
au delà de 30 jusqu'à 40	+112 +50	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0
au delà de 40 jusqu'à 50	+112 +50	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0
au delà de 50 jusqu'à 65	+134 +60	+120 0	+190 0	+300 0	+460 0
au delà de 65 jusqu'à 80	+134 +60	+120 0	+190 0	+300 0	+460 0
au delà de 80 jusqu'à 100	+159 +72	+140 0	+220 0	+350 0	+540 0
au delà de 100 jusqu'à 120	+159 +72	+140 0	+220 0	+350 0	+540 0
au delà de 120 jusqu'à 140	+185 +85	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0
au delà de 140 jusqu'à 160	+185 +85	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0
au delà de 160 jusqu'à 180	+185 +85	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0
au delà de 180 jusqu'à 200	+215 +100	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0
au delà de 200 jusqu'à 225	+215 +100	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0
au delà de 225 jusqu'à 250	+215 +100	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0
au delà de 250 jusqu'à 280	+240 +110	+210 0	+320 0	+520 0	+810 0
au delà de 280 jusqu'à 315	+240 +110	+210 0	+320 0	+520 0	+810 0
au delà de 315 jusqu'à 355	+265 +125	+230 0	+360 0	+570 0	+890 0
au delà de 355 jusqu'à 400	+265 +125	+230 0	+360 0	+570 0	+890 0
au delà de 400 jusqu'à 450	+290 +135	+250 0	+400 0	+630 0	+970 0
au delà de 450 jusqu'à 500	+290 +135	+250 0	+400 0	+630 0	+970 0

Cote nominale en mm, Ecart en microns ($1\mu=0.001\text{ mm}$)								
Alésages	D7	E7	F7	R7	S7	T7	E8	F8
Jusqu'à 3	+24	+24	+16	-10	-14	-	+28	+26
	+41	+14	+6	-20	-24	-	+14	+6
au delà de 3 jusqu'à 6	+42	+32	+22	-11	-15	-	+38	+28
	+30	+29	+10	-23	-27	-	+20	+10
au delà de 6 jusqu'à 10	+55	+40	+28	-13	-17	-	+47	+35
	+40	+25	+13	-28	-32	-	+25	+13
au delà de 10 jusqu'à 14	+68	+50	+34	-16	-21	-	+59	+43
	+50	+32	+16	-34	-39	-	+32	+16
au delà de 14 jusqu'à 18	+68	+50	+34	-16	-21	-	+59	+43
	+50	+32	+16	-34	-39	-	+32	+16
au delà de 18 jusqu'à 24	+86	+61	+41	-20	-27	-	+73	+53
	+65	+40	+20	-41	-48	-	+40	+20
au delà de 24 jusqu'à 30	+86	+61	+41	-20	-27	-33	+73	+53
	+65	+40	+20	-41	-48	-54	+40	+20
au delà de 30 jusqu'à 40	+105	+75	+50	-25	-34	-39	+89	+64
	+80	+50	+25	-50	-59	-64	+50	+25
au delà de 40 jusqu'à 50	+405	+75	+50	-25	-34	-45	+89	+64
	+80	+50	+25	-50	-59	-70	+50	+25
au delà de 50 jusqu'à 65	+130	+90	+60	-30	-42	-55	+106	+76
	+100	+60	+30	-60	-72	-85	+60	+30
au delà de 65 jusqu'à 80	+130	+90	+60	-32	-48	-64	+106	+76
	+100	+60	+30	-62	-78	-94	+60	+30
au delà de 80 jusqu'à 100	+155	+107	+71	-38	-58	-78	+126	+90
	+120	+72	+36	-73	-93	-113	+72	+36
au delà de 100 jusqu'à 120	+155	+107+7	+71	-41	-66	-91	+126	+90
	120	2	+36	-76	-101	-126	+72	+36
au delà de 120 jusqu'à 140	+185	+125	+83	-48	-77	-107	+148	+106
	+145	+85	+43	-88	-117	-147	+85	+43
au delà de 140 jusqu'à 160	+185	+125	+83	-50	-85	-119	+148	+106
	+145	+85	+43	-90	-125	-159	+85	+43
au delà de 160 jusqu'à 180	+185	+125	+83	-53	-93	-131	+148	+106
	+145	+85	+43	-93	-133	-171	+85	+43
au delà de 180 jusqu'à 200	+216+1	+146	+96	-60	-105	149	+172	+122
	70	+100	+50	-106	-151	-195	+100	+50
au delà de 200 jusqu'à 225	+216	+146	+96	-63	-113	-163	+172	+122
	+170	+100	+50	-109	-159	-209	+100	+50
au delà de 225 jusqu'à 250	+216	+146	+96	-67	-123	-179	+172	+122
	+170	+100	+50	-113	-169	-225	+100	+50
au delà de 250 jusqu'à 280	+242	+162	+108	-74	-138	-198	+191	+137
	+190	+110	+56	-126	-190	-250	+110	+56
au delà de 280 jusqu'à 315	+242	+162	+108	-78	-150	-220	+191	+137
	+190	+110	+56	-130	-202	-272	+110	+56
au delà de 315 jusqu'à 355	+267	+182	+119	-87	-169	-247	+214	+151
	+210	+125	+62	-144	-226	-304	+125	+62
au delà de 355 jusqu'à 400	+267	+185	+119	-93	-187	-273	+214	+151
	+210	+125	+62	-150	-244	-330	125	+62
au delà de 400 jusqu'à 450	+293	+198	+131	-103	-209	-307	+232	+165
	+230	+135	+68	-166	-272	-370	+135	+68
au delà de 450 jusqu'à 500	+293	+198	+131	-109	-229	-337	+232	165
	+230	+135	+68	-172	-292	-400	+135	+68

Cote nominale en mm, Ecart en microns ($1\mu=0.001\text{ mm}$)				
arbres	h12	h13	h14	h15
jusqu'à 3	0	0	0	0
au delà de 3	-100	-140	-250	-400
jusqu'à 6	0	0	0	0
jusqu'à 6	-120	-180	-300	-480
au delà de 6	0	0	0	0
jusqu'à 10	-150	-220	-360	-580
au delà de 10	0	0	0	0
jusqu'à 14	-180	-270	-430	-700
au delà de 14	0	0	0	0
jusqu'à 18	-180	-270	-430	-700
au delà de 18	0	0	0	0
jusqu'à 24	-210	-330	-520	-840
au delà de 24	0	0	0	0
jusqu'à 30	-210	-330	-520	-840
au delà de 30	0	0	0	0
jusqu'à 40	-250	-390	-620	-1000
au delà de 40	0	0	0	0
jusqu'à 50	-250	-390	-620	-1000
au delà de 50	0	0	0	0
jusqu'à 65	-300	460	-740	-1200
au delà de 65	0	0	0	0
jusqu'à 80	-300	-460	-740	-1200
au delà de 80	0	0	0	0
jusqu'à 100	-350	-540	-870	-1400
au delà de 100	0	0	0	0
jusqu'à 120	-350	-540	-870	-1400
au delà de 120	0	0	0	0
jusqu'à 140	-400	-630	-1000	-1600
au delà de 140	0	0	0	0
jusqu'à 160	-400	-630	-1000	-1600
au delà de 160	0	0	0	0
jusqu'à 180	-400	-630	-1000	-1600
au delà de 180	0	0	0	0
jusqu'à 200	-460	-720	-1150	-1850
au delà de 200	0	0	0	0
jusqu'à 225	-460	-720	-1150	-1850
au delà de 225	0	0	0	0
jusqu'à 250	-460	-720	-1150	-1850
au delà de 250	0	0	0	0
jusqu'à 280	-520	-810	-1300	-2100
au delà de 280	0	0	0	0
jusqu'à 315	-520	-810	-1300	-2100
au delà de 315	0	0	0	0
jusqu'à 355	-570	-890	-1400	-2300
au delà de 355	0	0	0	0
jusqu'à 400	-570	-890	-1400	-2300
au delà de 400	0	0	0	0
jusqu'à 450	-630	-970	-1550	-2500
au delà de 450	0	0	0	0
jusqu'à 500	-630	-970	-1550	-2500

cote nominale en mm. Ecartis en microns ($1\mu=0.001\text{ mm}$)					
arbres	e9	h9	h10	a10	h11
jusqu'à 3	-14 -39	0 -25	0 -40	-270 -330	0 -60
au delà de 3 jusqu'à 6	-20 -50	0 -30	0 -48	-270 -345	0 -75
au delà de 6 jusqu'à 10	-25 -61	0 -36	0 -58	-280 -370	0 -90
au delà de 10 jusqu'à 14	-32 -75	0 -43	0 -70	-290 -400	0 -110
au delà de 14 jusqu'à 18	-32 -75	0 -43	0 -70	-290 -400	0 -110
au delà de 18 jusqu'à 24	-40 -92	0 -52	0 -84	-300 -430	0 -130
au delà de 24 jusqu'à 30	-40 -92	0 -52	0 -84	-300 -430	0 -130
au delà de 30 jusqu'à 40	-51 -112	0 -62	0 -100	-310 -470	0 -160
au delà de 40 jusqu'à 50	-50 -112	0 -62	0 -100	-320 -480	0 -160
au delà de 50 jusqu'à 65	-60 -134	0 -74	0 -120	-340 -530	0 -190
au delà de 65 jusqu'à 80	-60 -134	0 -74	0 -120	-360 -550	0 -190
au delà de 80 jusqu'à 100	-72 -159	0 -87	0 -140	-380 -600	0 -220
au delà de 100 jusqu'à 120	-72 -159	0 -87	0 -140	-410 -630	0 -220
au delà de 120 jusqu'à 140	-85 -185	0 -100	0 -160	-460 -710	0 -250
au delà de 140 jusqu'à 160	-85 -185	0 -100	0 -160	-520 -770	0 -250
au delà de 160 jusqu'à 180	-85 -185	0 -100	0 -160	-580 -830	0 -250
au delà de 180 jusqu'à 200	-100 -215	0 -115	0 -185	-660 -950	0 -290
au delà de 200 jusqu'à 225	-100 -215	0 -115	0 -185	-740 -1030	0 -290
au delà de 225 jusqu'à 250	-100 -215	0 -115	0 -185	-820 -1110	0 -290
au delà de 250 jusqu'à 280	-110 -240	0 -130	0 -210	-920 -1240	0 -320
au delà de 280 jusqu'à 315	-110 -240	0 -130	0 -210	-1050 -1370	0 -320
au delà de 315 jusqu'à 355	-125 -265	0 -140	0 -230	-1200 -1560	0 -360
au delà de 355 jusqu'à 400	-125 -265	0 -140	0 -230	-1350 -1710	0 -360
au delà de 400 jusqu'à 450	-135 -290	0 -155	0 -250	-1500 -1900	0 -400
au delà de 450 jusqu'à 500	-135 -290	0 -155	0 -250	-1650 -2050	0 -400

Cote nominale en mm		Ecart en microns ($1\mu=0.001\text{ mm}$)										
Arbres		K5	g6	h6	j6	K6	m6	c7	f7	m7	p7	c8
jusqu'à 3		+4	-2	0	+4	+6	+8	-14	-6	-	+16	-14
		0	-8	-6	-2	0	+2	-24	-16	-	+6	-28
au delà de 3 jusqu'à 6		+6	-4	0	+6	+9	+12	-20	-10	+16	+24	-20
		+1	-12	-8	-2	+1	+4	-32	-22	+4	+12	-38
au delà de 6 jusqu'à 10		+7	-5	0	+7	+10	+15	-25	-13	+21	+30	-25
		+1	-14	-9	-2	+1	+6	-40	-28	+6	+15	-47
au delà de 10 jusqu'à 14		+9	-6	0	+8	+12	+18	-32	-16	+25	+336	-32
		+1	-17	-11	-3	+1	+7	-50	-34	+7	+18	-59
au delà de 14 jusqu'à 18		+9	-6	0	+8	+12	+18	-40	-16	+25	+36	-32
		+1	-17	-11	-3	+1	+7	-61	-34	+7	+18	-59
au delà de 18 jusqu'à 24		+11	-7	0	+9	+15	+21	-40	-20	+29	+43	-40
		+2	-20	-13	-4	+2	+8	-61	-41	+8	+22	-73
au delà de 24 jusqu'à 30		+11	-7	0	+9	+15	+21	-50	-20	+29	+43	-40
		+2	-20	-13	-4	+2	+8	-75	-41	+8	+22	-73
au delà de 30 jusqu'à 40		+13	-9	0	+11	+18	+25	-50	-25	+34	+51	-50
		+2	-25	-16	-5	+2	+9	-75	-50	+9	+26	-89
au delà de 40 jusqu'à 50		+13	-9	0	+11	+18	+25	-60	-25	+34	+51	-50
		+2	-25	-16	-5	+2	+9	-90	-50	+9	+26	-89
au delà de 50 jusqu'à 65		+15	-10	0	+12	+21	+30	-60	-30	+41	+62	-60
		+2	-29	-19	-7	+2	+11	-90	-60	+11	+32	-106
au delà de 65 jusqu'à 80		+15	-10	0	+12	+21	+30	-72	-30	+41	+62	-60
		+2	-29	-19	-7	+2	+11	-107	-60	+11	+32	-106
au delà de 80 jusqu'à 100		+18	-12	0	+13	+25	+35	-72	-36	+48	+72	-72
		+3	-34	-22	-9	+3	+13	-107	-71	+413	+37	-126
au delà de 100 jusqu'à 120		+18	-12	0	+16	+25	+35	-85	-36	+48	+72	-72
		+3	-34	-22	-9	+3	+13	-125	-71	+13	+37	-126
au delà de 120 jusqu'à 140		+21	-14	0	+14	+28	+40	-85	-43	+55	+83	-85
		+3	-39	-25	-11	+3	+15		-83	+15	+43	-148
au delà de 140 jusqu'à 160		+21	-14	0	+14	+28	+40	-125	-43	+55	+83	-85
		+3	-39	-25	-11	+3	+15		-83	+15	+43	-148
au delà de 160 jusqu'à 180		+21	-14	0	+14	+28	+40	-85	-43	+55	+83	-85
		+3	-34	-25	-11	+3	+15	-125	-83	+15	+43	-148
au delà de 180 jusqu'à 200		+24	-15	0	+16	+33	+46	-100	-50	+36	+96	-100
		+4	-44	-29	-13	+4	+17	-146	-96	+17	+50	-172
au delà de 200 jusqu'à 225		+24	-15	0	+16	+33	+46	-100	-50	+36	+96	-100
		+4	-44	-29	-13	+4	+17	-146	-96	+17	+50	-172
au delà de 225 jusqu'à 250		+24	-15	0	+16	+33	+46	-100	-50	+63	+96	-100
		+4	-44	-29	-13	+4	+17	-146	-96	+17	+50	-172
au delà de 250 jusqu'à 280		+27	-17	0	+16	+36	+52	-110	-56	+72	+108	-110
		+4	-49	-32	-16	+4	+20	-162	-108	+20	+56	-191
au delà de 280 jusqu'à 315		+27	-17	0	+16	+36	+52	-110	-56	+72	+108	-110
		+4	-44	-32	-16	+4	+20	-162	-108	+20	+56	-191
au delà de 315 jusqu'à 355		+29	-18	0	+18	+40	+57	-125	-62	+78	+119	-125
		+4	-54	-36	-18	+4	+21	-182	-119	+21	+62	-214
au delà de 355 jusqu'à 400		+29	-18	0	+18	+40	+57	-125	-62	+78	+119	-125
		+4	-54	-36	-18	+4	+21	-182	-119	+21	+62	-214
au delà de 400 jusqu'à 450		+32	-20	0	+20	+45	+63	-135	-68	+86	+131	-1354
		+5	-60	-40	-20	+5	+23	-198	-131	+23	+68	1232
au delà de 450 jusqu'à 500		+32	-20	0	+20	+45	+63	-135	-68	+86	+131	-135
		+5	-60	-40	-20	+5	+23	-198	-113	+23	+68	-232

Var 1 : Machines à scier	
modalités	opérations
0	Rien
1	sciage
2	tronçonnage + chanfreinage

Var 2 : Centreuse	
modalités	opérations
0	Rien
1	Centrage
2	Dressage-Centrage-Chanfreinage

Var 3 : Tours à barres	
modalités	opérations
0	Rien
1	Dressage-Chanfreinage-Chariotage - Tronçonnage
2	Dressage-Chanfreinage-Chariotage- Filetage-Tronçonnage
3	Dressage-Chariotage-Chanfreinage- Centrage-Perçage-Taraudage- Tronçonnage
4	Dressage-Centrage-Perçage-Alésage- chanfreinage-tronçonnage
5	Dressage-Centrage-Perçage-Gorge- Tronçonnage
6	Dressage-Centrage-Perçage- Chariotage-Filetage-Tronçonnage
7	Dressage-Chariotage-Gorge-Filetage- Tronçonnage
8	Dressage-Gorge-Chariotage
9	Dressage-Chariotage-Centrage- Perçage-Alésage-Gorge-Taraudage- Filetage-Chanfreinage-Tronçonnage

* Variable [i] : Groupe de machines i

* Modalité [j] : Opération cataloguée [j] associée au groupe de machines [i]

Var 4 : Tours à mandrins	
modalités	opérations
0	Rien
1	Chanfrein intérieur
2	Dressage-Centrage-Chariotage- Chanfreinage-Alésage
3	Dressage-Alésage-Chariotage- Taraudage
4	Dressage-centrage-Perçage-Alésage- Taraudage
5	Chariotage-Chanfreinage-Alésage- Filetage
6	Gorge-Chanfreinage
7	Dressage-Centrage-Perçage-Alésage
8	Dressage-Centrage-Chariotage- Perçage-Alésage-Gorge-Filetage- Chanfreinage-Taraudage
9	Dressage-Centrage-Chariotage- Perçage-Alésage-Gorge-Taraudage- Filetage-Trançonnage

Var 5 : Tour Transpilote	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Copiage

Var 6 : Tours HES 500	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Dressage-Alésage-Chanfreinage- Trançonnage
2	Dressage-Chanfreinage-Perçage- Alésage-Trançonnage
3	Dressage-Chariotage-Filetage
4	Dressage-chariotage-chanfreinage- Gorge-
5	Dressage-Centrage-Chariotage- Chanfreinage-Perçage-Gorge- Trançonnage

* Variable [i] : Groupe de machines i

* Modalité [j] : Opération cataloguée [j] associée au groupe de machines [i]

Var.7 Tours de reprise	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Chanfrein intérieur
2	Dressage-Chanfreinage-Chariotage-Taraudage
3	Copiage

Var 8 Foreuse	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Forrage-Alésage

Var 9 Perceuses	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Perçage
2	Cassage angle
3	Perçage-Taraudage

Var 10 Fileteuses	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Filetage
2	Dressage-Charitage-Alésage-Chanfreinage-Filetage
3	Dressage-Alésage-Chanfreinage-Filetage

Var 11 Fraiseuses	
Modalités	opérations
0	Rien
1	Fraisage

Var 12 Machines à laminer	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Filetage roulé
2	Dentelures

Var 13 Presses	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Redressement

* Variable [i] : Groupe de machines i

* Modalité [j] : Opération cataloguée [j] associée au groupe de machines [i]

Var 14 Rectifieuse extérieure	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Rectification externe

Var 15 Rectifieuse intérieure	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Rectification interne

Var 16 Rectifieuse plane	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Rectification plane

Var 17 Machine à laver	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Lavage

Var 18 Machines Traitements Thermiques	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Austénisation-Trempe-Lavage
2	Austénisation-Trempe-Revenu-Lavage

Var 19 Ligne parcolubrite	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Phosphatation

Var 20 Grenailage Turbo	
Modalités	Opérations
0	Rien
1	Grenailage

* Variable [i] : Groupe de machines i

* Modalité [j] : Opération cataloguée [j] associée au groupe de machines [i]

	caractéristiques des machines			
	Nombre	Capacité	Opérations	Qualité
Tours TS3 à barres	7	32 mm	Toute opération de tournage. Filetage ≤ 24 mm	≥ 8
Tours TS3 à Mandrin	1	32 mm	Opérations de reprise (chanfreinage interne, cassage angle) Filetage ≤ 24 mm	≥ 7
Tours TS5 à Barres	4	52 mm	Toutes opérations de tournage Filetage ≤ 24 mm	≥ 7
Tours TS5 à mandrin	3	120 mm	Tournage complet ou opérations de reprise Filetage ≤ 24 mm	≥ 7
Tour Automatique	?	32 mm	Toute opérations de tournage (gorge cyclique)	≥ 5
Tour ACC 300	2		Reproduction ou opérations de reprise	
Tour ACC 280	1		Reproduction ou opérations de reprise	
Tour HES 500 à Commande numérique	3	20 mm	Toute opérations de tournage	≥ 5
Tour BDM	4	30 mm	Tournage + chanfreinage	
Scie à Ruban	3	120 mm	Sciage	
Tronçonneuse 305 P	1	10 mm	Tronçonnage + chanfreinage	
Fraser	2		Dressage + centrage + chanfreinage (pièces pour tours copieurs ou à mandrin)	
Centreuse	1		Centrage	
Foreuse Sculfort	1	≥ 60 mm	Forage + alésage	
Perceuse GSP	1		Débouillage pour grand diamètres	
Perceuse ADAM	2	1-2 Broches	Perçage + chanfreinage + taraudage	
Perceuse Rochet	2	3-4 Broches	Perçage + chanfreinage +	

	caractéristiques des machines			
	Nombre	Capacité	Opérations	Qualité
			taroudage	
Fileteuse CRIDAN	2		Dressage + chariotage par copiage + alésage + chanfreinage filetage (int, ext)	
Fileteuse WAGNER GS 16	1	φ 16	Filetage extérieur	
Fileteuse WAGNER GS 27	1	φ 27	Filetage extérieur	
Fraiseuse Horizontale ZH1	2		Fraisage	
Machine à Laminer	1		Filetage roulé + dentelure	
Presse LBM	1		Redressement	
Rectifieuse Centerless	2		Rectification externe	
Rectifieuse CC	2		Rectification externe	
Rectifieuse MICROREX	2		Rectification plane	
Rectifieuse ORLICAN	1		Rectification plane	
Rectifieuse WOU MART	2		Rectification interne	
Machines de Traitements Thermiques			Lavage	
Machine à laver Mabor			Austenisation +trempe + lavage	
Ligne Ugine			Austenisation +trempe + lavage	
Ligne Parcolubrite			Phosphatation	
Grenailage Turbo			Grenailage	

Nuance	Description	Traitement thermique associé
A 37-1	Doux	-
A 33	Doux	-
A 56	Mi-Dur	-
A 60-2	Dur	-
XC 10	Doux	Cementation-Trempe
XC 35	Mi-Dur	-
XC 38	Dur	Trempe
XC 48	Dur	Trempe haute frequence
XC 70	Trés-Dur	Trempe
XC 85	Trés-Dur	-
12 NC 6	Doux	-
16 NC 6	Doux	Cementation-Trempe
20 NC 6	Mi-Doux	-
12 CD 4	Doux	-
18 CD 4	Doux	-
25 CD 4	Mi-Doux	Trempe
35 CD 4	Mi-Dur	-
CC 20	Dur	-
CC 35	Mi-Dur	-
S 250	Doux	-
458 SCD 6	Mi-Dur	-

STRUCTURE DU LOGICIEL

Les langages de programmation :

Le logiciel CLUSTR est une structure modulaire réalisée à partir de trois langages de base. Le premier langage, TURBO-PASCAL 5.0 et 6.0 représente 80% de la taille du programme. Le deuxième langage utilisé qui prend en gestion des données est le GSB (Système de Gestion de Base de Données) dBase. Le langage TOPAZ occupe une place prépondérante dans la structure du fait qu'il permet de réaliser les interconnexions entre les modules de type TURBO-PASCAL et les données de type dBase.

Le langage dBase génère des fichiers semi compilés (.DBO) qui sont exécutés sous l'action d'un interpréteur de commande qui s'intitule « Runtime.EXE ». Ce type de programmation capable de communiquer facilement avec d'autres systèmes :

GPAO (système de Gestion de Production Assisté par Ordinateur) ,

CAO (système de Conception Assisté par Ordinateur).

Le langage TURBO-PASCAL et TOPAZ génèrent des fichiers compilés (.EXE).

Structure des commandes

Le logiciel CLUSTR est caractérisé par une structure modulaire. Cette structure utilise un superviseur informatique dont l'objectif est de régler l'enchaînement des différents modules et sous-modules .

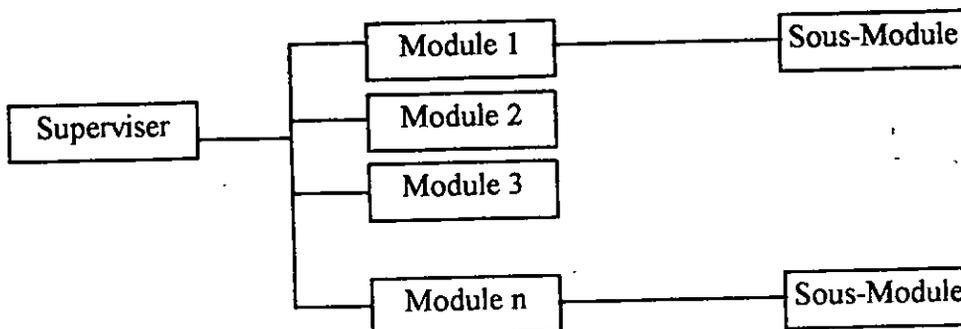


Figure 1: Architecture du logiciel

Structure des fichiers

1. Le fichier de la gestion des applications

Ce fichier nommé « APPLIC.DBF » contient l'information concernant les différentes applications déclarées lors des différentes sessions de travail.

2. Les fichiers de la base de référence

Ç Ces fichiers sont les suivants:

- Article : Cette entité représente les informations relatives aux pièces, sous-ensemble ou produits.
- Gamme : Cette entité représente l'information relative aux procédés de fabrication.
- Poste : Cette entité représente l'information sur les postes de travail.
- Horizon : Cette entité représente l'information sur les unités de gestion (temps, capacité...). Elle servira uniquement au test de base de données.
- Code : Cette entité représente l'information sur la structure des codes de Technologie de Groupe utilisés.
- Famille : Cette entité représente la description des familles.

3. Le fichier d'aide

Le fichier d'aide permet à l'utilisateur d'obtenir le contenu du fichier, description des options réalisables.

L'UTILISATION DU LOGICIEL G.T.S

Le logiciel utilise le mot de passe de déclaration de l'application pour créer un répertoire principal

C:\CLUSTR

Par exemple, si le mot de passe était : ESSAI , alors le sous-répertoire de l'application nommée ESSAI sera

C:\CLUSTR\ESSAI

Pour une application donnée, le logiciel nécessite 02 types d'informations :

- Les fichiers des données,
- La description des codes utilisés.

L'organigramme suivant (Fig.2) reprend les différentes étapes d'initialisation du système .

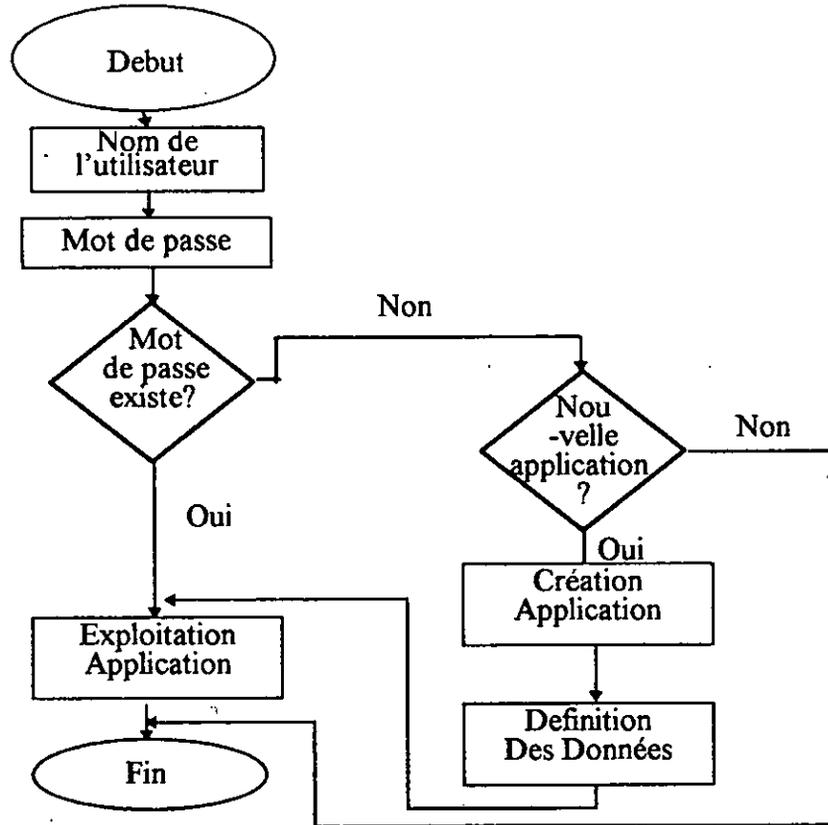


Figure 2: Organigramme d'initialisation du système

A partir du menu principal (Fig.3), nous pouvons accéder aux modules en effectuant la sélection.

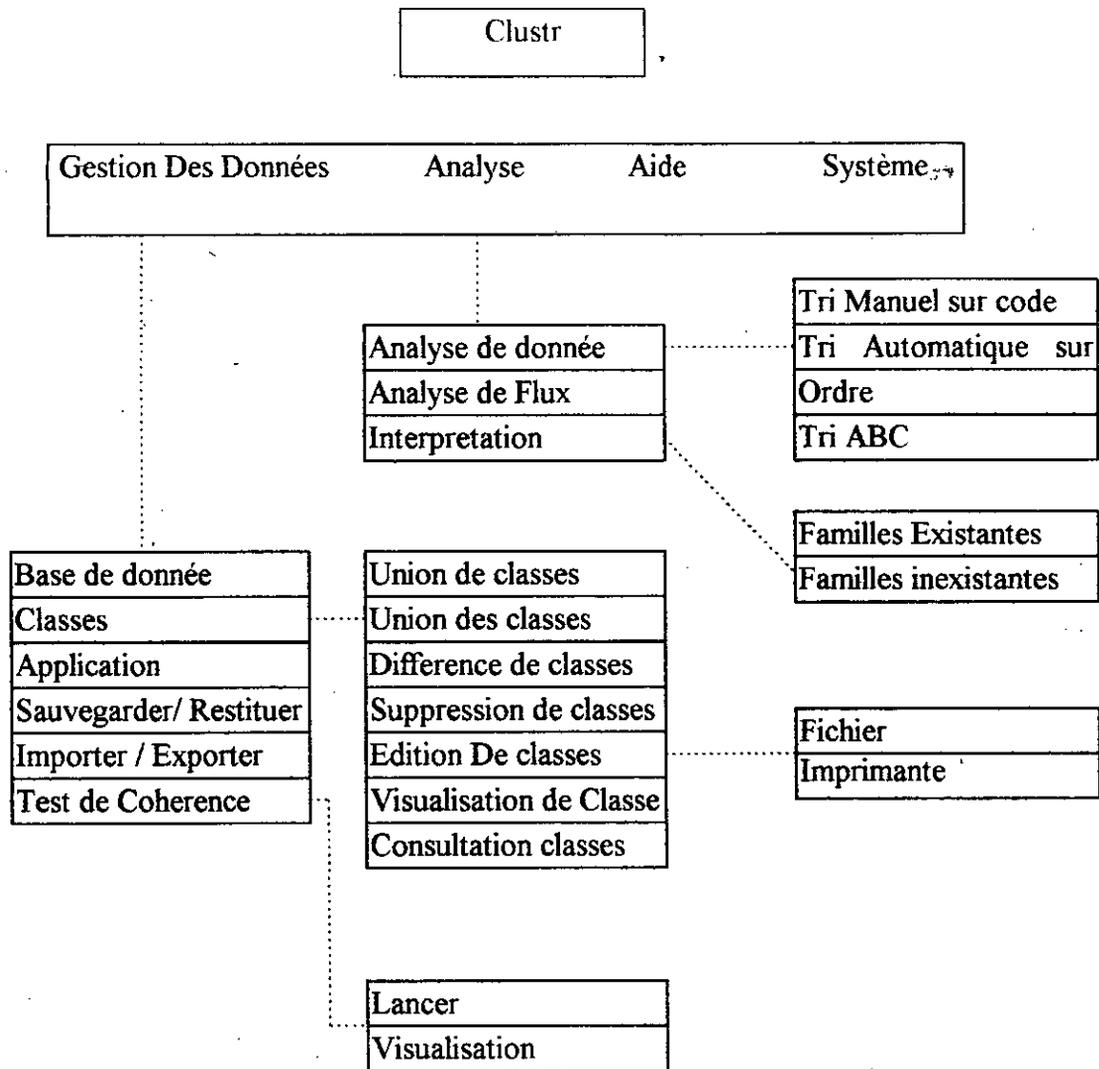


Figure 3: Options du menu

Fin de session

Pour sortir du système, il suffit de revenir jusqu'au menu principal CLUSTER avec la commande « Système », l'utilisateur revient à l'environnement DOS.

MODULES DU CLUSTR:

1. Module de gestion de données :

Il comprend plusieurs option

1.1. Base de données :

Cette base est composée des fichiers suivants

- * Fichier articles
- * Fichier gammes
- * Fichier poste
- * Fichier horizon
- * Fichier code
- * Fichier famille BE
- * Fichier famille BM
- * Fichier famille îlots
- * Fichier lient articles
- * Fichier lien postes
- * Fichier contrainte article
- * Fichier contrainte poste
- * Fichier famille 1
- * Fichier famille 2

1.2. Classe :

Cette option permet la consultation, la gestion, l'édition et le regroupement des classes.

1.2.1. Sauvegarder/ Restituer

Cette routine permet de réaliser une sauvegarde ou une restauration des fichiers classe ainsi que de la base de données

1.2.2. Test de cohérence

Ce test est un moyen de contrôler la cohérence des données de la base de données sur trois niveaux

- * La présence des fichiers
- * Le contenu de chaque fichier
- * La cohérence entre les différents fichiers

La sélection du module ANALYSE nous donne accès aux outils suivants

- * Tri Manuel sur Code
- * Tri Automatique sur Code
- * Ordre
- * Tri ABC

2.1. Tri manuel sur code

Cette option permet de réaliser un tri soit à partir de la base de données « Articles » soit à partir des fichiers « Classe ».

Après la sélection de cette option, le logiciel teste si un code de TG a été défini, dans le cas contraire, le message d'erreur sera affiché.

Le chap de code étant vérifié, le logiciel requiert une information sur le masque de tri qui intègre les exigences de l'utilisateur. Le masque de tri est renseigné à partir de la matrice binaire qui représente en abscisse les variables (limitées à 20) et en ordonné les modalités ((limitées à 10).

- * A partir du tri manuel sur code, on peut effectuer une classification des pièces suivant les critères qu'on détermine.

2.2. Tri automatique sur code

C'est un module de classification à partir d'une matrice binaire et décrit l'objet codé à l'aide de la technique de bloc de sériation.

Le lancement de cette option visualise les champs suivants

*** Type de sériation :**

Une quasi sériation est une classification par la méthode des blocs diagonaux, les pièces qui ne peuvent pas être affectées à une famille sont mise dans une classe poubelle (famille 0)

*** Type de concentration**

La concentration souhaité dans les blocs diagonaux.

*** Pondération**

Cette routine permet de faire une pondération sur les produits qui est le poids d'un produit par rapport au nombre de pièces produites par an.

*** Saisi des variables**

Cette routine permet de déterminer les variables qu'on voudrais inclure dans l'étude.

2.2.2. Fichier

Cette routine permet de sélectionner le fichier que l'on voudrais traiter

2.2.2. Classification

Cette option lance la classification suivant les paramètres qui ont été définis dans le module Type de Sériation, après avoir sélectionner un fichier.