

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

9/94

وزارة التربية الوطنية
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE - INDUSTRIEL

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

THEME

IDENTIFICATION ET ANALYSE DES RESSOURCES CRITIQUES PAR LA SIMULATION

Proposé par :

CVI - Rouiba

Etudié par :

- TABTI Abdelilah
- TCHIKOU Nadhir

Dirigé par :

- Mr. Z. HADDAD
- Mme. Y. KERBOUA

PROMOTION : JUIN 1994

E.N.P. 10, Avenue Hacén Badi El Harrach - ALGER



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التربية الوطنية
MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
المكتبة —
BIBLIOTHEQUE —
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT : GENIE - INDUSTRIEL

PROJET DE FIN D'ETUDES

THEME

IDENTIFICATION ET ANALYSE DES RESSOURCES CRITIQUES PAR LA SIMULATION

Proposé par :

CVI - Rouiba

Etudié par :

- TABTI Abdelilah
- TCHIKOU Nadhir

Dirigé par :

- Mr. Z. HADDAD
- Mme. Y. KERBOUA

PROMOTION : JUIN 1994

E.N.P. 10, Avenue Hacén Badi El Harrach - ALGER

RESUME

Notre travail effectué au sein de l'Entreprise Nationale des Véhicules Industriels, consiste à donner une approche pour l'identification et l'analyse des ressources critiques dans le but de l'élaboration de plans directeurs de production cohérents.

l'organe choisi pour l'application est la boîte à vitesse BBS450PMT fabriquée dans le centre mécanique. Pour ce faire nous avons adopté la simulation comme outil de travail et le MAP/1 comme logiciel approprié.

ABSTRACT

Our work was carried out in SNVI Company, it is concerned by giving an identifying and analysis approach of critical resources. In a purpose of elaboration of a coherent masters production planning.

We used an appropriate simulation language namely the MAP/1.

المختص

إن عملنا هذا تم إنجازه بالمركب الوطني للسيارات الصناعية (S.N.V.I) ويهدف إلى إيجاد صيغة مثلى للتعرف وتحليل (طواري "المرجحة" بغرض تحقيق مخططات أساسية معقولة لتسيير الإنتاج .

للتطبيق تم اختيار علبه السرعات BBS450PMT
(منجته بالمركب الميكانيكي .

لإنجاز هذه الدراسة اخترنا برنامج MAP/1 كوسيلة
للمثالة .

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire, et particulièrement notre promoteur Z.HADDAD, de nous avoir encadré pendant toute la durée de ce travail.

Nous remercions aussi, Madame Y. KERBOUA pour l'aide précieuse qu'elle nous a apporté.

Nos remerciements vont, aussi aux responsables du Département Gestion Industrielle, pour leurs aides techniques.

Nous tenons à remercier tous les professeurs du Département Génie Industriel pour leurs contributions dans notre formation.

Que tout ceux qui nous ont aidé de près ou de loin, trouve ici toute notre gratitude et nos remerciements.

DEDICACES

A la mémoire de mon père;
A ma mère, pour son amour et son dévouement ;
A mes soeurs, pour leur encouragement ;
A mes amis ; qui sauront se distinguer.

Je dédie ce modeste travail.

ABDELILAH

Je dédie ce travail:

A la mémoire de ma chère mère ;
A mon cher père , pour son encouragement ;
A mes frères et soeurs ;
A tous mes amis ;

NADHIR

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

PREMIER CHAPITRE : PRESENTATION DE L'ORGANISME ET PROBLEMATIQUE

I.1.Presentation de l'organisme.....	3
I.1.1.Presentation de la SNVI.....	3
I.1.2.Presentation de la CVI.....	3
I.1.3.Presentation du centre mécanique.....	4
I.2.Problèmes rencontrés au centre mécanique.....	5
I.3.Problématique.....	6

DEUXIEME CHAPITRE : GESTION DE LA PRODUCTION

II.1.Typologie des systèmes de production.....	7
II.1.1.Production en série.....	7
II.1.2.Production par ateliers.....	8
II.2..Planification de la production.....	9
II.2.1.Système d'informations.....	10
II.2.2.Décisions de flux et de capacité.....	11
II.3.Plan directeur de production "P.D.P.".....	11
II.3.1.Principes d'élaboration du P.D.P.....	12
II.3.2.Calcul des charges dans le P.D.P.....	12
II.3.2.1.Capacité de production.....	12
II.3.2.2.Ressources de productions.....	14
II.4.Méthodes de planification de la production.....	14
II.4.1.Planification des besoins en composants "MRP".....	14
II.4.1.1.Caractéristiques générales.....	15
II.4.1.2.La technique MRP.....	16
II.4.1.3.Résultats de la méthode "MRP".....	17
II.4.1.4.MRP II.....	17
II.4.2.Methode "OPT".....	18
II.4.2.1.Principes de la méthode OPT.....	18
II.4.2.2.Définition des ressources selon OPT.....	18
II.4.2.3.Démarches de la logique OPT.....	19

TROISIEME CHAPITRE : LA SIMULATION

III.1.Définition da la simulation.....	22
III.2.Concepts fondamentaux de la simulation.....	23
III.2.1.Le système.....	23
III.2.2.Le modèle.....	23
III.3.Cadre méthodologique de la simulation.....	24
III.4.Différents approches de la simulation.....	25
III.4.1.Simulation continue.....	25
III.4.2.Simulation discrète.....	25
III.4.3.Simulation combinée.....	26
III.5.Avantages et inconvénients de la simulation.....	27

III.6.Principaux langages de la simulation.....	27
III.7.L'approche retenue.....	30
III.7.1.La simulation discrète.....	30
III.7.2.Le logiciel MAP/1.....	30

QUATRIEME CHAPITRE : DESCRIPTION DU LOGICIEL MAP/1

IV.1.Programme de modélisation et d'analyse du MAP/1.....	31
IV.2.Etablissement du délais dans MAP/1.....	31
IV.3.Enoncées d'entrées.....	32
IV.3.1.Les articles.....	32
IV.3.2.Les postes de travail.....	33
IV.3.3.Le materiel de manutention.....	34
IV.3.4.Les opérateurs.....	35
IV.4.Les instructions de controle d'executions.....	36
IV.5.Rapports de sortie.....	36
IV.5.1.Rapports des entrées.....	36
IV.5.2.Rapports d'execution.....	37
IV.5.3.Rapports des résultats.....	38

CINQUIEME CHAPITRE : CONCEPTION DU MODELE DE SIMULATION.

V.1.Rappels sur les notions de base de la "G.P".....	39
V.2.Processus de modélisation.....	40
V.2.1.Simplification du système.....	41
V.2.2.Processus de sélection des articles et les postes de travail.....	41
V.3.Collecte et ajustement des données.....	45
V.3.1.Données sur les articles.....	45
V.3.2.Données sur les postes de travail.....	45
V.3.3.Données sur le matériel de manutention.....	48
V.3.4.Données sur les temps de réponse.....	49
V.4.Modélisation logico-mathématique.....	50
V.5.Programmation.....	51

SIXIEME CHAPITRE : VALIDATION DU MODELE DE SIMULATION.

VI.1.Vérification du modèle.....	53
VI.2.Régime permanent.....	53
VI.3.Validation du modèle par la production.....	54

SEPTIEME CHAPITRE : PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS DE SIMULATION.

VII.1.L'etat d'avancement des articles.....	59
VII.2.Temps de séjour dans le système.....	60
VII.3.Les attentes devant les ressources.....	61
VII.4.Les postes de travail.....	63

CONCLUSION GENERALE	66
RECOMMANDATIONS.....	68

INTRODUCTION GENERALE

C'est au début du siècle que F.W.Taylor a introduit à l'aciérie de Bethlhem une approche scientifique sur la gestion des ressources physiques et matérielles. C'est lui qui a rendu les termes suivants si populaires : la production de masse, la chaîne de production et l'organisation du travail.

Un peu plus tard, Lillan et Frank Gilbreth développèrent des méthodes de mesure des temps et des mouvements.

Depuis, les dirigeants d'entreprises commencèrent à penser en terme de production horaire. La productivité devenait donc une préoccupation constante. Ils étaient constamment à la recherche de moyens qui leurs permettraient de :

- fabriquer à des coûts moindres,
- améliorer la qualité des produits ,
- produire en plus grande quantité ,
- adaptation rapide à des variations de la demande.

La fabrication simultanée de produits divers et l'adaptation à des fluctuations rapides du carnet de commande ont contribué à complexifier la conduite des ateliers et nécessitent l'adaptation du système de production dans son ensemble tout au long de son cycle de vie .

Il est donc nécessaire de disposer d'outils d'aide à la décision qui d'une part, permettent une analyse quantitative et rationnelle du système de production et d'autre part, faciliter la tâche de l'homme dans sa fonction de gestion et d'organisation.

Notre travail, effectué au sein du complexe des véhicules industriels de Rouiba, consiste à une étude détaillée du fonctionnement d'un sous-système, de l'atelier mécanique, qui rentre dans la réalisation de la boîte à vitesse BBS. 450. PMT.

L'objectif de cette étude, est de mettre à la disposition des responsables du département GESTION INDUSTRIELLE (GIN). Une représentation simplifiée de la réalité pour servir les objectifs tels que :

- Aider à mieux percevoir le fonctionnement de l'atelier.
- Aider à mieux atteindre les objectifs fixés dans les plannings .

Cette représentation simplifiée aidera les responsables à élaborer des plans directeurs de productions cohérents avec les ressources de l'entreprise et particulière avec les ressources critiques.

Ce mémoire s'articule sur sept chapitres :

Un premier chapitre, décrit succinctement l'entreprise dans son environnement fonctionnel, c'est un complément d'informations utiles à une meilleure compréhension de la problématique.

Dans un second chapitre, essentiellement méthodologique, nous présenterons les méthodes d'analyse et de gestion de production.

Le troisième chapitre, porte sur les concepts fondamentaux de la simulation des systèmes de production et le choix de l'outil de résolution.

Un quatrième chapitre sera consacré à une description détaillée du logiciel de simulation retenu le MAP/1.

Le cinquième chapitre spécifie les étapes de collecte de données et les différentes démarches de modélisation et résolution du problème.

Le sixième chapitre, sera réservé à la vérification du modèle, établissement du régime permanent et enfin la validation du modèle.

Le dernier chapitre sera consacré à la présentation et l'interprétation des résultats obtenus.

Une synthèse de l'étude et des recommandations seront présentées dans la conclusion générale.

PREMIER CHAPITRE

***PRESENTATION DE L'ORGANISME
ET PROBLEMATIQUE***

I-1 - Présentation de l'organisme :

Vu l'importance que revêt l'environnement du problème, nous avons pensé à une présentation breve de l'organisme. Pour cela, on commencera notre étude par la présentation de la "S.N.V.I" (Entreprise Nationale de Véhicules Industriels), puis le "C.V.I" (Complexe de Véhicules Industriels) de Rouiba et ensuite le Centre Mécanique sur lequel portera notre travail .

I-1-1 - Présentation de la S.N.V.I :

La Société Nationale des Véhicules Industriels est issue de la restructuration de la Société Nationale de Construction Mécanique " SONACOME " au decret 81-342 du 12-12-81 . La création de SONACOME fut le 9 - Aout - 1967 par l'ordonnance N° 67. 150. Dans le cadre du plan national de développement économique et social , elle s'est vue chargée de :

- Recherche ;
- Développement ;
- Production ;
- Importations / Exportations ;
- Distribution ;
- Et Maintenance ;

I-1-2 Présentation du C.V.I :

Le Complexe des Véhicules Industriels , est situé dans la zone industrielle de Rouiba , à une trentaine de Km à l'Est d'Alger .

Sa surface totale est de 320 ha ; (zone nord 100 ha +zone d'extention 220 ha) .

Le CVI fabrique quatre (04) gammes principales de véhicules :

- Gamme basse K66 - K120 ;
- Gamme militaire M230 - M210 - M120 ;
- Gamme haute B - C - TB ;
- Gamme autocar et autobus 49V8 - 100V8 .

Le tableau (Annexe 1), illustre , les différents type de véhicule et leurs caractéristiques .

L'activité du complexe s'articule autour de cinq (05) centres :

1 - *La forge* : pour la fabrication des essieux , barres de torsion et le brut d'engrenage pour boîtes à vitesse , ponts ,

2 - *L'enboutissage* : pour la fabrication des longerons des châssis ; cabines et diverses pièces de tôlerie .

3 - *La mécanique* : pour l'usinage des pièces et montage des organes (boîtes à vitesses , ponts, essieux , . . .) .

4 - *Le montage camions* : pour l'assemblage des organes des camions .

5 - *Le montage autobus* : pour l'assemblage des autocars et des autobus .

I-1-3- Présentation du centre mécanique :

Le centre mécanique couvre une superficie de 43500 m² , avec un effectif de 1035 travailleurs et 745 machines et installations .

Sa fonction principale est l'usinage de pièces de fonderie , de la forge , et les organes suivants :

- Boîtes à vitesse ;
- Ponts ;
- Essieux ;
- Directions ;
- Ensemble carters .

Le centre mécanique représente actuellement un goulot d'étranglement qui conditionne fortement la production du complexe.

En effet, le tableau 2 montre clairement la proportion du volume de production qu'occupe le centre (près de 40 %).

<i>F O N C T I O N S</i>	<i>PROPORTIONS (%)</i>
Mécanique	38.80
Emboutissage	12.20
Montage camions	13.60
Montage autobus	27.60
Forge	07.60
TOTAL	100.00

Tableau 2 : Proportions des volumes de production.

I- 2- Problèmes rencontrés au centre mécanique :

Le centre mécanique est constitué de 21 sections, réparties selon leurs fonctions (Découpage, Tournage, Traitement thermique, etc...).

Les articles (pièces) passent par ces sections selon des cheminements établis par les gammes opératoires.

a) lorsque le lot d'articles arrive devant les postes de travail (machines), il passe un certain temps d'attente avant qu'il soit usiné.

b) une fois dans le poste, il attend que l'outillage soit réglé sur ce même poste.

c) une fois l'opération terminée sur ce poste, il attend le moyen de manutention (temps de réponse), pour être évacué vers le poste suivant.

Les problèmes rencontrés sont :

- Les files d'attentes aux niveaux des postes sont inconnues (leurs longueurs , leurs temps moyens);

- Les temps de réglages standards établis par les services METHODES sont sous-estimés

et ne reflètent pas les temps de réglages réels.

- Les temps de réponses des moyens de manutention représentent des temps considérables pourtant ne sont pas comptabilisés.

I - 3 Problématique :

Parmi les fonctions du progiciel MM/PM 3000 , on distingue l'élaboration du plan directeur de production ' P.D.P '. Actuellement, au niveau de la GIN (département Gestion Industriel), la technique mise en oeuvre pour l'établissement du ' P.D.P' est la planification des besoins en composants 'MRP' . Cette technique garantit l'obtention de plans plus au moins cohérents, car elle ne prend pas en compte les contraintes de limite de capacité des ressources . Par conséquent, divers problèmes se répercutent :

- Modification du 'PDP' presque tous les quatre mois, ce qui entraîne un déphasage,
 - entre la production planifiée par année et la production en-cours de réalisation,
- Délai de fabrication prolongés,
- Commandes requises pour l'année en-cours non respectées.

Les problèmes rencontrés au sein de l'atelier mécanique et qui ont une influence directe sur le délai de fabrication prévisionnel peuvent être résumés comme suit :

- Files d'attentes importantes devant les postes de travail qui sont dues aux pannes brusques ou fréquentes , aussi aux surcharge des postes;
- Temps de réponse considérable des moyens de manutention qui a pour conséquence l'occupation d'aire de stockage et de retarder les opérations en aval et de bloquer les opérations en amont;
- Temps de réglage de l'outillages sous-estimé, ainsi que la non disponibilité des pièces de rechanges influencent directement sur l'immobilisation du poste de travail ;
- auprès des services de la GIN, nous avons constater , qu'il ya un problème d'indisponibilité d'informations concernant les capacités réelles de chaque ressource, pour cela qu'ils utilisent la méthode de planification 'MRP' à capacité infinie.

Dans le cadre de notre travail, nous allons essayer de donner une approche d'identification des ressources clés qui conditionnent la fabrication. Cela en travaillant sur un organe désigné par la GIN qui est la boite à vitesse BBS 450 PMT.

DEUXIEME CHAPITRE

GESTION DE LA PRODUCTION

Introduction :

On entend par production l'addition de la valeur à un bien résultant d'une transformation. Produire, c'est extraire ou modifier des biens afin de les rendre aptes à satisfaire des besoins.

La gestion de la production est l'ensemble des activités de conception, de planification et de contrôle d'un système de production. En effet, pour fabriquer un ou plusieurs produits en réponse à des besoins, il va falloir combiner entre eux un ensemble de ressources (machines, personnel, . . .).

Dans ce chapitre nous présenterons les différents types de systèmes de production, nous développerons ensuite les notions de base liées à la production ainsi que quelques méthodes de gestion et de contrôle de la production.

II - 1 - Typologie des systèmes de production :

Aujourd'hui, dans les usines modernes, on peut retrouver plusieurs types de systèmes de production. Evidemment, la disposition de l'équipement sera déterminée par le type de production.

Il existe de nombreux critères pour effectuer cette classification [TEW.80] notons quelques uns:

- La quantité fabriquée ;
- La complexité du produit (nombre de composants, niveau de transformation)
- Méthode de vente (sur stock ou à la commande) ;
- Méthode de conception (sur catalogue ou à la commande) ;
- Le niveau technologique .

On peut néanmoins, distinguer deux grandes familles de systèmes de production :

- 1\ Production en Série ;
- 2\ Production par Ateliers .

II - 1 - 1 Production en Série :

Appelée aussi " Process-shop ", ce système consiste à regrouper toutes les machines (figure 2.1) pour fabriquer un produit donné. Il caractérise la fabrication en grandes quantités. Les produits passent par une séquence de machines selon un cheminement logique. [BER.82]

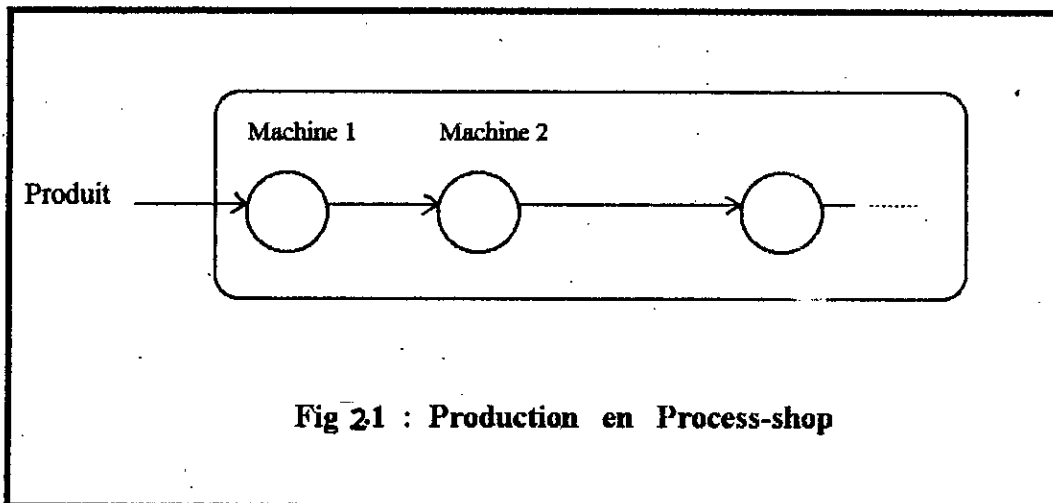


Fig 21 : Production en Process-shop

a- *Les principaux avantages de ce système sont les suivants :*

- Elimination des goulots d'étranglement ;
- Utilisation d'ouvriers semi-spécialisés ;
- Exploitation continue des équipements ;
- Rendement élevé puisque l'opération se fait d'une façon mécanique et répétitive .

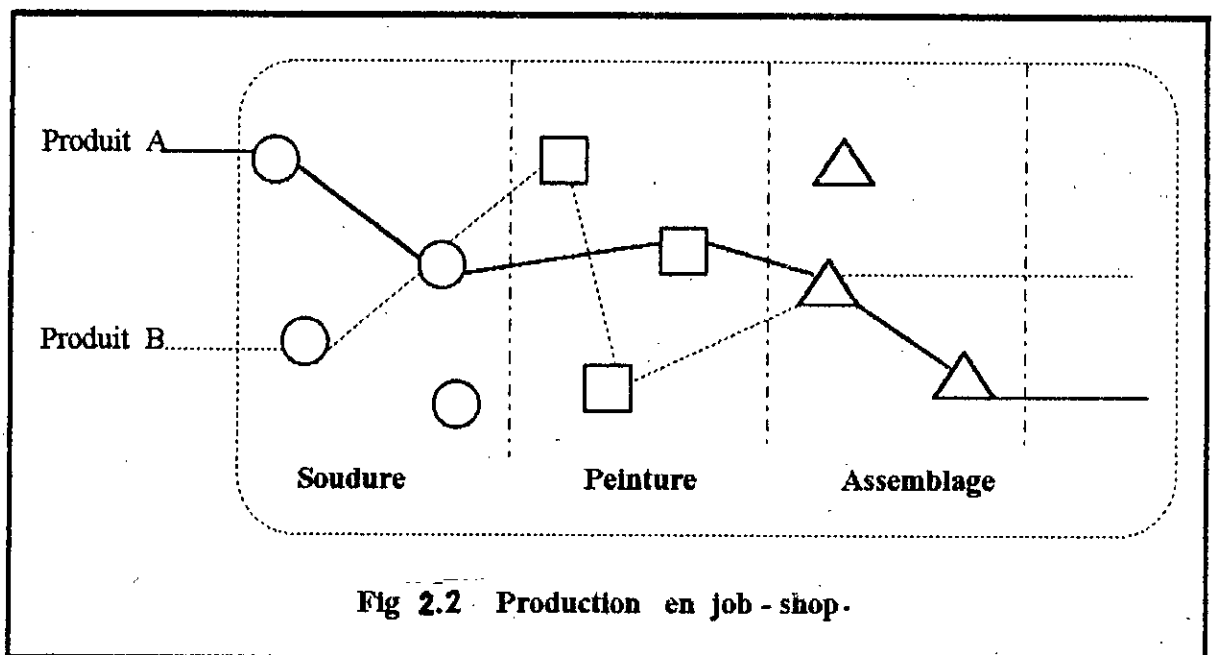
b- *Les principaux inconvénients de ce procédé sont :*

- Aucune flexibilité dans les opérations ;
- Risque d'interruption de toute la production si une machine tombe en panne.

II. 1. 2 Production par Ateliers :

Dans ce système connu sous le nom de " Job - shop ", la production est réalisée par étapes successives mais discontinues . On aura une structure physique complète (Figure 2.2) de machines sur lesquelles passeront une grande diversité de pièces .

Suivant le processus de fabrication propre à une catégorie d'opérations les machines sont regroupées par unités spécialisées et sont localisées à différents endroits dans l'usine . Par exemple , une section renferme l'atelier de soudure , une autre l'atelier de peinture, et une dernière l'atelier d'assemblage . [BER.82]



Ce système est caractérisé par un cycle de fabrication flexible, une spécialisation des travailleurs et des taux d'utilisations de la machinerie élevés.

a- Il présente des avantages tels que : [BAR.87]

- Une grande flexibilité dans les opérations ;
- Le bris d'une machine n'affecte pas la production ;

b- Pour les inconvénients de ce système on peut citer :

- Utilisation d'ouvriers spécialisés ;
- Frais d'exploitation élevés à cause de la manutention ;
- Quantité des stocks et des en-cours élevée ;
- Contrôle des opérations plus difficile .

II -2 - Planification de la production :

Pour arriver à traiter correctement les problèmes complexes production, il a fallu développer une démarche originale qui rompt avec les méthodes traditionnelles. Le système d'informations est entaché d'incertitudes, et le système de décisions est trop complexe pour qu'il soit possible d'en avoir une vision à la fois complète et détaillée. La planification n'est possible que parcequ'on accepte un certain degré de simplification dans la démarche. [SAF.91]

La planification consiste à "gérer" au mieux cette simplification, de façon à trouver

un compromis entre l'efficacité que confère le fait de simplifier le modèle de décision, et la qualité de représentativité nécessaire pour maintenir la cohérence du système.

II-2-1 Système d'Informations

Le système de planification devra être doté d'un système d'informations en temps réel qui assure régulièrement deux sortes de corrections :[SAF.91]

*Un mouvement descendant qui assure la remise à jour régulière des informations prévisionnelles (gestion des plans glissants).

*Un mouvement ascendant, tient compte des informations liées à la fabrication pour recalculer les plans initialement établis(Feed-back) , voir figure 2.3

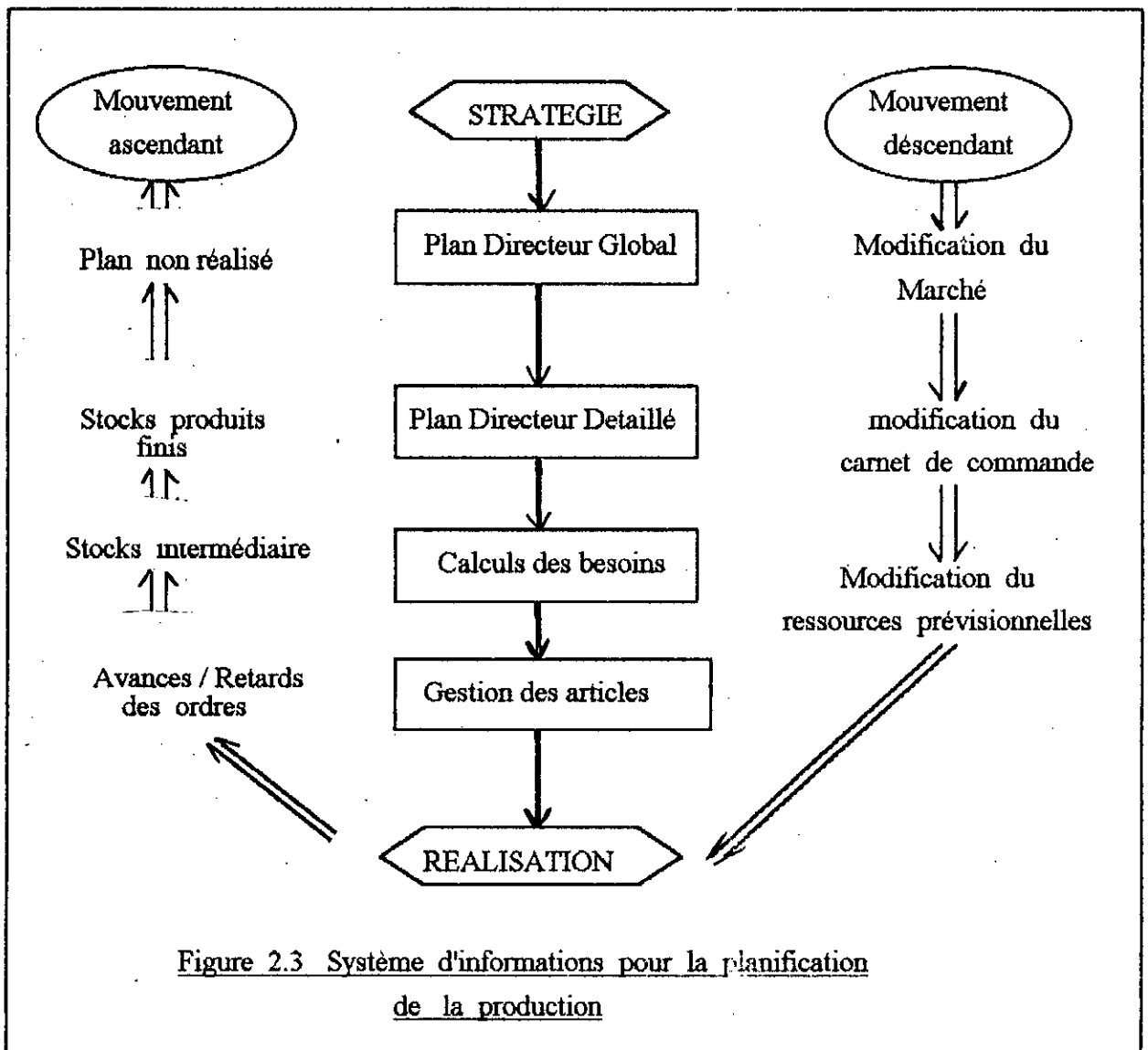


Figure 2.3 Système d'informations pour la planification de la production

Ce système d'informations examine la faisabilité de la commande, il juge si les moyens dont dispose l'entreprise, en termes de capacité et en termes de flux prévisionnels, permettent de satisfaire la demande dans les conditions normales de fonctionnement. A ce niveau, cette " faisabilité" ne peut être jugée que de façon approximative. Alors l'accent pourra être mis sur la finesse de l'optimisation des programmes en tous points du système: les niveaux supérieurs de la planification auront pour mission de fixer au plus juste et au plus tôt les ressources en termes de capacité et en termes de flux (prendre en avance des décisions qui ne seront pas remises en cause).

II -2-2 Décisions de flux et de capacité

Les décisions de planification dans un système productif, consiste à prendre à l'avance des engagements qui permettront de produire. Ces décisions se divisent en deux grandes catégories :

a- Des décisions qui visent à donner au système productif la capacité nécessaire pour produire en quantité suffisante. Elles recouvrent aussi bien des décisions à long terme de développement de la capacité (embauches , achat d'équipements, . . .), que des décisions à plus court terme d'adaptation de la capacité (heures supplémentaires, répartition des effectifs, . . .).

b- Des décisions qui consistent à piloter "le flux " des matières et des en-cours afin de réaliser les commandes en temps voulu et en quantité voulue. Elles recouvrent aussi bien les prévisions à moyen terme d'approvisionnement, que les décisions de lancer des ordres de fabrication, ou que les décisions à très court terme de gestion de priorité des lots en attente devant une machine.

Toutes ces décisions sont résumées dans un programme appelé Plan Directeur de Production (PDP)

II - 3 - Le plan directeur de production (PDP) :

Le plan directeur de production (PDP) vise à construire le programme des activités futures de la production sur un certain horizon en faisant en sorte que ce programme respecte les contraintes et satisfasse au mieux les objectifs.

C'est à partir du PDP que les responsables déterminent le programme de production représentant une synthèse du carnet de commandes des clients ou des prévisions de vente .

Ce plan doit prendre en considération les contraintes suivantes:

- compatibilité vis à vis des besoins commerciaux;

- cohérence globale en prenant en compte des données de situations;
- réalisme de ces plans en ce qui concerne les délais.

II - 3 - 1 - Les principes d'élaboration d'un PDP:

D'après une étude menée par VOLLMAN sur huit (08) entreprises, l'établissement d'un PDP doit obéir à trois (03) principes majeurs : [NOU.86]

1. Les activités du PDP doivent être nettement définies dans les relations organisationnelles, puisque le PDP affecte l'ensemble du système de l'entreprise.

2. On doit apporter un faible nombre de changements au PDP, afin de lui assurer une stabilité qui améliore la performance du système opérationnel. En effet, des modifications fréquentes au PDP bouleversent la gestion des opérations dans l'atelier et les changements quasi-continuels dans la répartition des ressources peuvent causer une réduction dans la production.

3. Le PDP doit être facile à comprendre pour éviter la création de planification parallèle. Cette simplicité permet aussi d'analyser facilement l'impact de l'ajout de commandes spéciales ou encore l'effet d'une modification à la gamme des produits.

II 3-2-Calcul des charges dans le PDP:

La gestion des charges permet au fabricant d'éviter la situation coûteuse qui consiste à planifier plus que ne peut réellement fabriquer l'unité de production. [CIF.91]

En partant d'informations décrivant les ressources critiques exigées par article figurant au PDP et les limites de ces ressources. Lorsque les capacités de ces ressources auront été évaluées, le système comparera les charges exigées par l'exécution du PDP aux ressources critiques disponibles. Chaque PDP préliminaire peut ainsi être confronté aux contraintes de capacité de chaque ressource clé.

Ainsi, l'utilisateur pourra déterminer si le nombre total d'heures (machines, manutention, réglage, . . .) nécessaires à la production des articles figurant sur le PDP préliminaire

dépasse ce qui est normalement disponible sur un centre de charge donné. Ceci permet d'ajuster le PDP avant de le rendre définitif.

II-3-2-1 Capacité de production:

La capacité est définie comme étant la quantité théorique maximale de produits pouvant être réalisée par un système opérationnel donné lorsque celui-ci fonctionne dans des conditions préétablies [NOU.86].

par exemple :

- Tonnes d'acier par an ;
- Mètre cube de stockage par semaine.
- Quantité de produits par jour .

L'estimation de la capacité d'une entité donnée n'est pas une tâche facile, vu le nombre de variables qui l'affectent et les aléas qui surgissent au cours du temps, tels que les:

- pannes de machines ;
- taux de pièces défectueuse variable ;
- usure imprévue d'un outil d'usinage ;
- indisponibilité de moyen de manutention ;
- etc. . . .

Dans les systèmes de production, on distingue deux sortes de capacités:[NOU.86]

a- Système à capacité limitée :

Selon cette hypothèse, la somme des commandes ne peut excéder la capacité déterminée. Une fois cette capacité atteinte pour une période donnée, toute commande additionnelle ne peut être acceptée que si l'on peut la traiter plus tôt ou plus tard que prévu, ou encore si l'on peut déplacer l'une des commandes déjà planifiée. Il s'agit d'un système rigide qui simplifie la tâche du service de la production, mais au détriment du service à la clientèle.

b- Système à capacité illimitée :

La répartition des ressources est faite selon les commandes requises par les clients, presque sans égard à la capacité. Le principe prédominant de ce mode de gestion est la satisfaction, à tout prix de la demande du client. Le système à capacité illimitée permet de connaître la demande réelle car il accepte toutes les commandes.

Par contre il impose une gestion à court terme de la capacité et de fait, il est plus difficile à gérer.

Certes, la capacité de production dépend de plusieurs facteurs : allure de la demande, équilibrage du processus, gammes de produits, mais le rendement des ressources reste le facteur le plus important et sur lequel les efforts sont orientés.

II-3-2-2 Ressources de production :

La ressource est ce qu'on emploie dans une extrémité fâcheuse pour se tirer d'embarras. Dans la production, les ressources sont l'ensemble d'éléments nécessaires pour l'exécution d'une tâche (usinage , assemblage , etc. . . .), qui rentrent dans la réalisation d'un produit [BER.82].

Dans leur sens large ; les ressources comprennent les: . - ressources humaines (cadres , agents de maîtrise , travailleurs , . . .) ;

- ressources financières (capital , liquidités , . . .) ;

- ressources physiques et matérielles(machines, outils, moyens de manutention) .

Les Ressources critiques :

Il n'y a pas de réponse générale à cette question , chaque entreprise , suivant la nature de son activité, définira quels éléments-clés limitent sa capacité à répondre à la demande commerciale . Ces ressources critiques ont pour conséquences des:[SAF.91]

- perturbations du flux des produits dans l'atelier ;

- augmentations du volume des en-cours entre les postes de charges ;

- temps supplémentaires du cycle de fabrication .

II- 4- METHODES DE PLANIFICATION DE PRODUCTION

Afin de présenter d'une manière explicite les méthodes de planification de production, nous avons choisis deux méthodes, la méthode M.R.P et la méthode O.P.T. Le choix de ces deux méthodes a été justifié d'une part, la M.R.P nous a permis de présenter les principales fonctionnalités des méthodes classiques, d'autre part, l'O.P.T se caractérise par sa gestion de production basée sur les ressources critiques.

II - 4-1 Planification des besoins en composants "M.R.P":

A partir du moment où un plan directeur de production est établi , on entre dans une phase de mise en application qui consiste principalement à préparer les ordres de fabrication et d'approvisionnement .

On examinera deux aspects :

- Les caractéristiques générales du niveau Calcul des Besoins ;

- La présentation de la technique M.R.P.

II-4-1-1 Les caractéristiques générales du niveau**" Calcul des Besoins " : [DOU.83]**

Les différentes étapes sont :

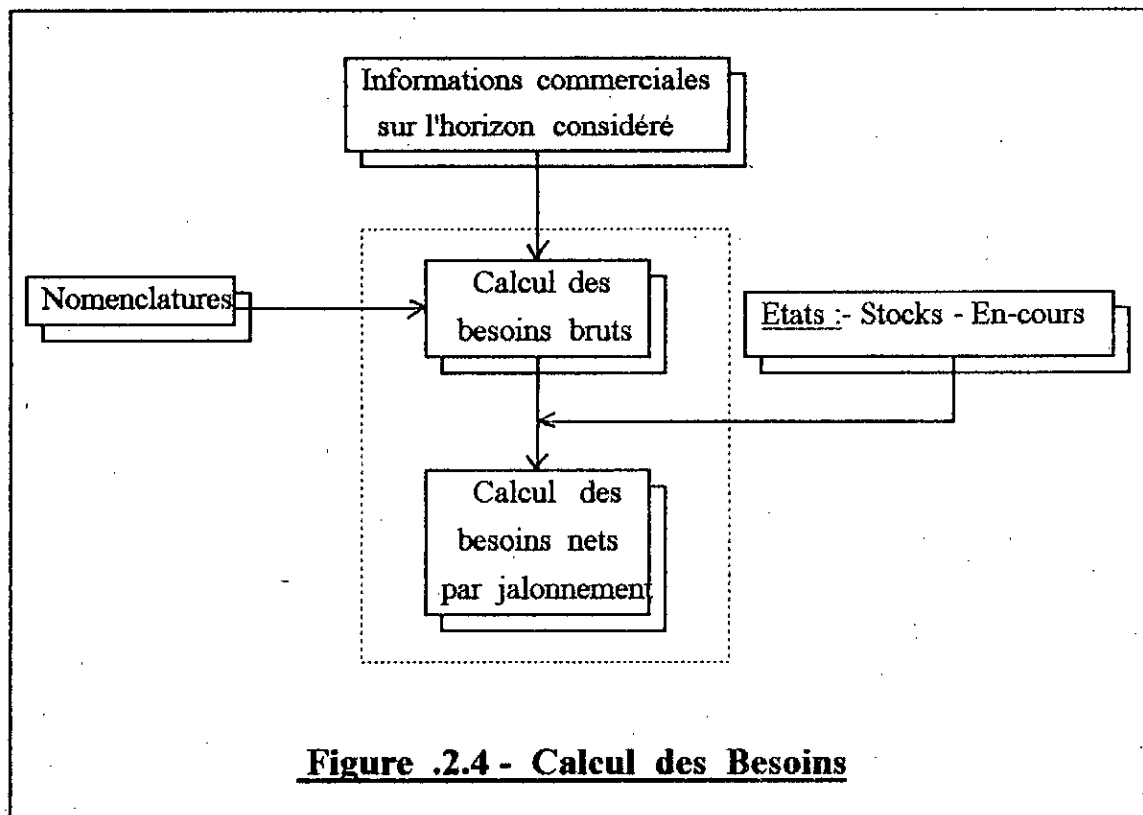
a) Le calcul des besoins bruts :

A partir du programme de fabrication prévu sur l'horizon considéré, on a déterminé les quantités de composants nécessaires, échelonnées dans le temps, période par période. Cette phase nous passe de la notion globale de commande, à la notion d'article (ou de composant).

b) Le calcul des besoins nets :

On détermine les quantités réelles à approvisionner ou à fabriquer, compte tenu des stocks et des en-cours (voir figure 2.4). Cette simple opération qui devait être une soustraction, est en réalité plus complexe. D'une part, un stock physique ou un en-cours peut déjà avoir été affecté ou avoir subi dans le temps des modifications aléatoires (déterminations, rebuts, manquants...), et d'autre part, à l'instant où on l'effectue, il existe un décalage dans le temps consécutif à la connaissance de ces stocks et en-cours.

La fiabilité des calculs des besoins dépend directement, de l'actualisation des nomenclatures utilisées.



II-4-1-2 La technique M.R.P. [DOU.83] + [CIF.91]

La méthode M.R.P. ou (material requirement planning) a été développée aux Etats unis dans les années soixante (60) par Orlicky et Wight .

Cette technique a été conçue initialement pour faire face aux difficultés de la gestion de production dans les industries d'assemblage . Le M.R.P. fournit une solution globale aux problèmes de gestion de production , dans l'industrie surtout ou spécialement, en ce qui concerne l'utilisation des capacités que l'échelonnement des approvisionnements .

La méthode M.R.P. consiste en une gestion synchronisée des stocks de fabrication , de manière à avoir constamment les pièces destinées à la production au bon moment et en quantités suffisantes .

La figure 2.5 résume la logique du système M R P : [CIF.91]

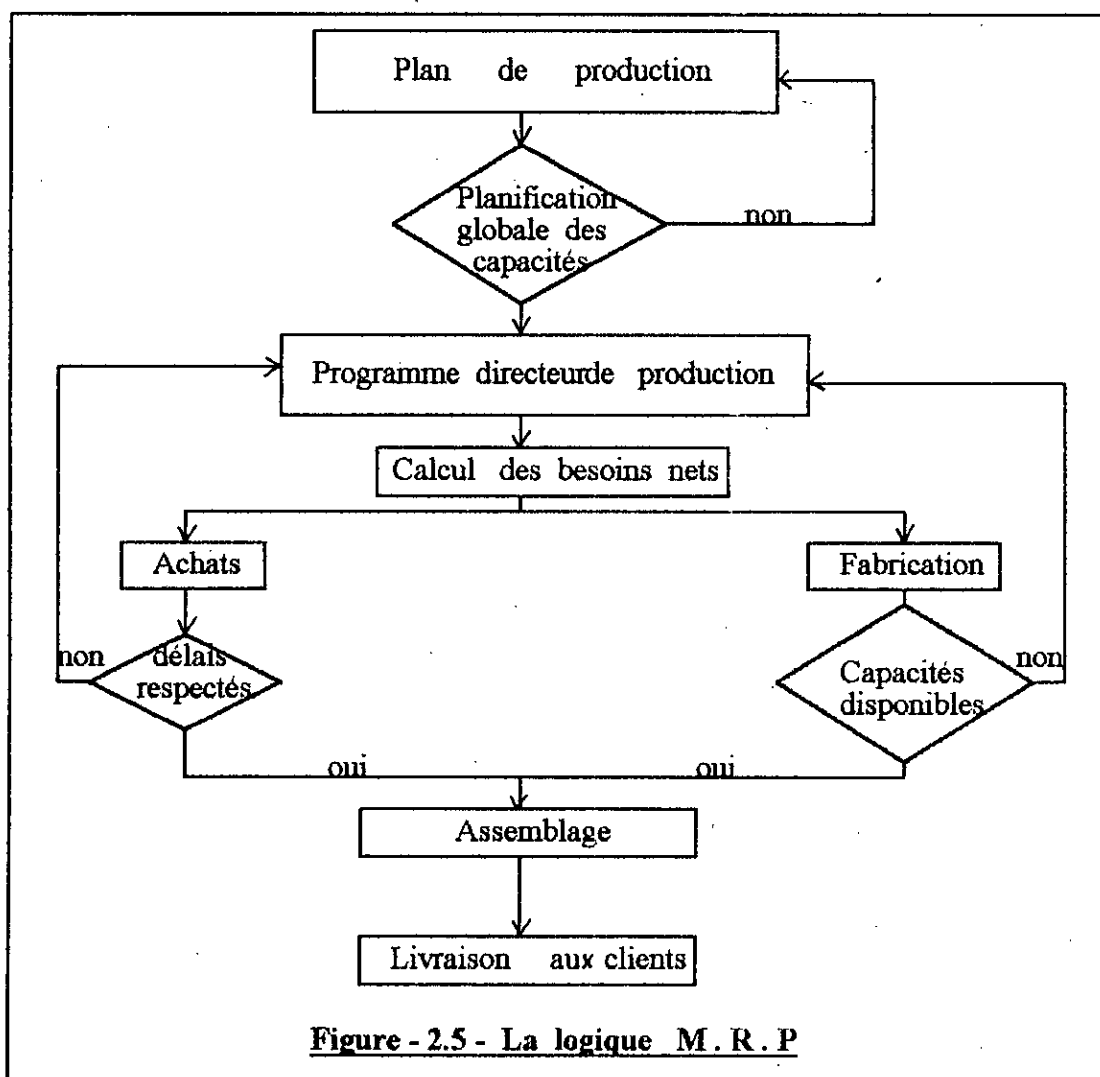


Figure - 2.5 - La logique M. R. P

La simplicité de la logique M R P , ne doit pas cacher la complexité de sa mise en oeuvre compte tenu des informations à traiter . En outre, son intérêt est de l'utiliser systématiquement dans toutes les mises à jours périodiques : mise à jour des nomenclatures, des délais moyens d'obtention de chaque pièce, du programme commercial. C'est pourquoi son utilisation , ne peut se concevoir qu'avec un matériel informatique .

II -4-1-3 Résultats de la méthode M R P :

L'avantage incontestable du M R P est de permettre une réactualisation permanente des besoins .

Elle permet également de :

~~à déterminer les équipements et par conséquent de prendre des décisions qui~~
s'imposent : investissements , horaires , effectifs, ... ,

- optimiser la valeur des stocks ,
- maîtriser les délais des commandes ,
- réorganiser les circuits d'informations dans l'entreprise ,
- la méthode M R P permet également en partant de la date de disponibilité du produit fini et en parcourant à rebours le réseau, de composés à composants, et par soustraction de délais d'obtention successifs , de déterminer les dates où les divers composants doivent être disponibles .

II -4-1-4 M R P II " Méthode de Régulation de la production " :

La méthode M.R.P. a été enrichie par M.R.P. II (Manufacturing Ressources Planning) , qui donne au P.D.P un rôle central dans le pilotage de l'entreprise ; de façon à coordonner l'ensemble des fonctions concernées par le flux productif :

- Fonction commerciale (marketing , ventes , distribution . . .) ;
- Fonction industrielles (stocks , capacités . . .) .

Les systèmes M R P II, recouvrent le système entier de gestion de production , lancement des fabrications jusqu'à la planification de la capacité, la gestion des approvisionnements, le suivi d'atelier, la comptabilité industrielle et les interfaces avec les autres fonctions qui interviennent dans la gestion industrielle .

II-4-2 La méthode O.P.T : [SAF.91]

OPT ou " Optimized Production Technology " est une nouvelle méthode de gestion de production industrielle . C'est à la fois un logiciel et une philosophie, qui remettent en cause les fondements des systèmes de production et les techniques de pilotage. Elle a été développée par le Dr Goldratt, dans les années 70.

OPT se présente comme un progrès majeur par rapport aux systèmes M.R.P. et Juste -à - temps (JIT), comme la " troisième voie entre M.R.P. et KANBAN "; D'une part, la méthode KANBAN ne peut s'appliquer avec succès, qu'aux fabrications répétitives, et d'autre part, la méthode M.R.P., convient parfaitement pour les fabrications de petites séries , on s'aperçoit qu'elle a beaucoup de mal à maintenir des en-cours bas .

II-4-2-1 Principes de la méthode OPT : [BAG.90]

La logique OPT s'inspire des neuf règles suivantes :

- 1 - Equilibrer les flux et non les capacités ;
- 2 - Le niveau d'utilisation d'un non goulet n'est pas déterminé par son propre potentiel mais par d'autres contraintes du système ;
- 3 - Utilisation et plein emploi d'une ressource ne sont pas synonymes ;
- 4 - Une heure perdue sur un goulet, est une heure perdue pour tout le système ;
- 5 - Une heure gagnée sur un non-goulet n'est qu'un leurre;
- 6 - Les goulets déterminent le débit de sortie et les niveaux de stocks ;
- 7 - Souvent le lot de transfert ne doit pas être égale au lot de fabrication ;
- 8 - Les lots de fabrication doivent être variables et non fixes ;
- 9 - Etablir les programmes en prenant en compte toutes les contraintes simultanément .

II-4-2-2 Définition des ressources selon OPT :

On appellera ressource, les matières premières , la main d'oeuvre (que l'on peut ventiler par spécialisation), les machines , les outillages , les moyens de manutention , les instruments de contrôle , l'espace de stockage ,etc . Chacune de ces ressources goulet ou non-goulet , fera l'objet d'un ordonnancement .

II-4-2-3 Les démarches de la logique OPT : [SAF.91]

La première étape consiste à établir un modèle du processus de fabrication de tous les produits; les systèmes d'information de type M.R.P. (nomenclatures, gammes, centres de charge, ...) sont remplacés par un graphe, qui décrit la manière dont un produit est fabriqué, les ressources ainsi que les interactions entre les pièces qui constituent le produit fini . (voir la figure 2.6)

L' objectif de l' OPT est d'optimiser l'ordonnancement , tout en utilisant les besoins de production et les ressources disponibles; pour identifier les ressources critiques, l'OPT exploise les besoins à travers le modèle en supposant une capacité infinie . Cela permet de vérifier par une série de tests manuels la validité des informations .

Le réseau global flux-ressources , est donc divisé en deux parties : l'une constituée de l'ensemble des ressources non-goulets qui alimentent les ressources goulets (elles se trouvent donc toutes en amont des ressources goulets dans le sens du flux), l'autre est constituée par les ressources dont l'activité est liée à celle des ressources goulets .

Pour optimiser le programme des goulets , l'OPT divise le modèle en deux parties distinctes : le modèle OPT et le modèle SERVE .

Le modèle OPT : contient les commandes et les opérations sur les ressources critiques et représentation simplifiée de leurs relations . Ces ressources critiques peuvent être aussi bien des machines que des ouvriers , des outils , des produits consommables, des matières premières ou des composants achetés à l'extérieur . OPT établit ensuite l'ordonnancement synchronisé des goulets à l'aide d'un algorithme particulier qui prend simultanément en considération les priorités et les capacités , cet ordonnancement est l'ordonnancement maître (master schedule) .

Pour assurer l'activité des ressources goulets , dans le système ; on constitue en avant des goulets, des stocks de sécurité qui proviendront de l'introduction d'une marge de sécurité dans la planification des ressources non-critiques qui sont en amont .

Le modèle SERVE : le planning des goulets, est transmis au modèle SERVE .

Pour les ressources non-goulets, il existe par définition une capacité excédentaire permanente. Cette réserve de capacité empêche que les glissements dans

l'ordonnancement d'une ressource: répercutent sur l'ensemble du système. On peut donc prendre les dates des besoins des commandes et des opérations critiques pour ordonnancer vers l'arrière les opérations non-contraignantes pour servir les opérations critiques comme dans une procédure de M.R.P. classique.

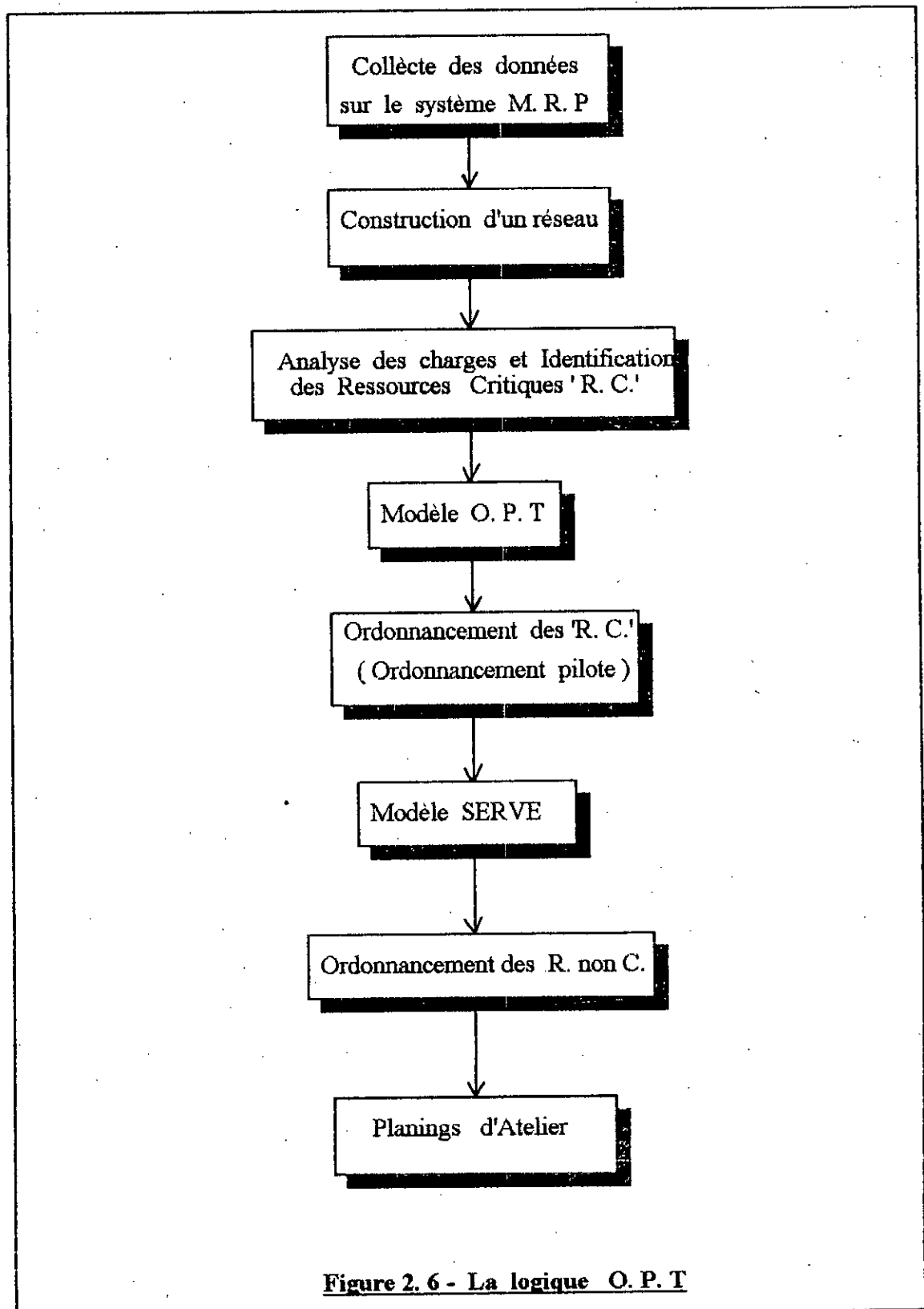


Figure 2. 6 - La logique O. P. T

TROISIEME CHAPITRE

LA SIMULATION

Introduction

Parallèlement aux méthodes analytiques de traitement des problèmes, s'est créée depuis les années soixante, toute une gamme de techniques relevant d'une conception tout à fait différente : il s'agit de la simulation.

Les techniques analytiques reposent sur la construction d'un modèle mathématique qui, par utilisation d'une technique d'optimisation donnée (Algorithme du Simplexe, Algorithme de Ford-Fulkerson, etc.), permet de déterminer la meilleure solution.

Dans de nombreux cas, le problème de gestion à traiter sera beaucoup trop complexe pour pouvoir donner lieu à l'élaboration d'un modèle d'optimisation réaliste, c'est à dire qui ne situe pas trop la réalité pour la faire rentrer dans un schéma donné. Ceci est particulièrement vrai quand le problème étudié met en jeu des phénomènes dynamiques et des situations d'incertitude.

La simulation exploite une seconde voie de traitement de ces problèmes: la voie expérimentale. Au lieu de chercher à appliquer des techniques d'optimisation, l'idée sera d'essayer différentes stratégies. L'expérimentation peut, dans certains cas, être réalisée en dimension réelle : on citera l'exemple des marchés tests dans le domaine du marketing.

La simulation consiste à expérimenter les différents cas possibles (Scénarios) non pas sur le monde réel (le système), mais sur une représentation de ce monde, sur un modèle.

L'utilisation d'une technique de simulation ne garantit évidemment pas la découverte de la meilleure solution. Et là, nous trouverons une deuxième façon de caractériser la simulation, qui se base beaucoup plus sur la notion de résultat satisfaisant que sur celle de résultat optimal.

Si elle ne garantit pas l'obtention d'une solution optimale, la simulation présente néanmoins l'avantage de pouvoir embrasser beaucoup plus d'éléments qu'une technique analytique donnée.

Une technique analytique se concentre, en général, sur un problème précis, clairement délimité, détaché de son environnement et donc supposé n'avoir aucune interaction avec lui. La simulation au contraire, sera un outil

idéal d'analyse des systèmes qui permettrait de mieux cerner le problème , et ainsi de le définir et de le formuler correctement .

Insistons encore sur le fait que la simulation n'optimise pas , mais cherche avant tout à atteindre des résultats satisfaisants , respectants des objectifs préétablis .

III - 1 Définition de la simulation :

La simulation est l'utilisation d'un outil , généralement informatique qui s'applique à un système donné .

Il permet d'évaluer les performances du système en terme de :

- Circulation du flux d'objets ;
- Historique de déplacement ;
- Evaluation de l'état dans le temps ;
- Taux d'engagement des ressources ;
- Longueur des files d'attente ;
- Etc . .

La simulation est en fait une méthode d'étude de processus ou système , consistant à remplacer celui-ci par un modèle plus simple (Figure III . 1) ayant un comportement semblable ou analogue . Dans le cas de processus industriels , la simulation préalable permet d'envisager toutes les situations normales ou accidentelles . Elle doit permettre aussi , à l'extrême , de connaître les conséquences de l'imprévisible . Elle constitue une assurance vis-à-vis des erreurs de conception . [RIG.89]

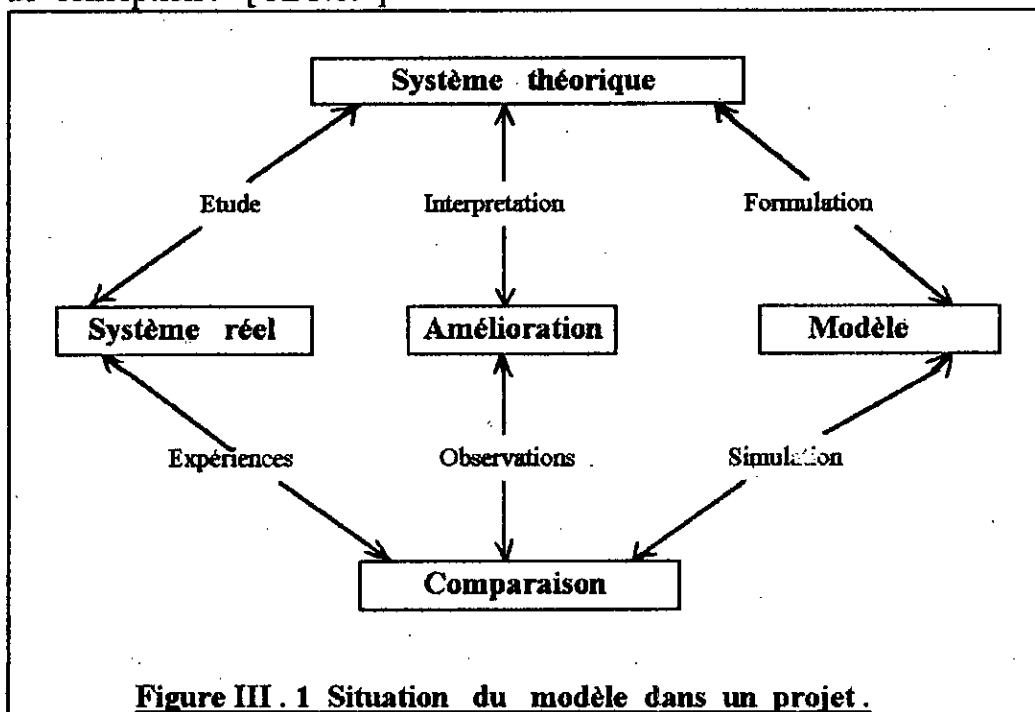


Figure III . 1 Situation du modèle dans un projet .

III-2 Concepts fondamentaux de la simulation :

Le système et le modèle sont les deux concepts fondamentaux de la simulation .Il serait donc peu plausible de parler de simulation sans aborder ces deux concepts de base . [PRO.81]

III-2-1 Le Système :

Le système est un ensemble d'objets (appelés éléments ou entités) en interaction, réunis pour remplir une fonction bien déterminée . Tout système évolue dans un environnement qui constitue son milieu extérieur. Selon que le système soit ouvert ou fermé, il est en relation ou non avec cet environnement . Dans le cas affirmatif, son comportement est affecté par les perturbations extérieures, souvent considérées comme des entités du système .

Un système est caractérisé par son état qui en perpétuel changement, cet état à un instant donné, n'est rien d'autre que l'ensemble des valeurs attribuées aux entités du système (ou valeurs des attributs) .

De ce fait, la simulation se propose de :

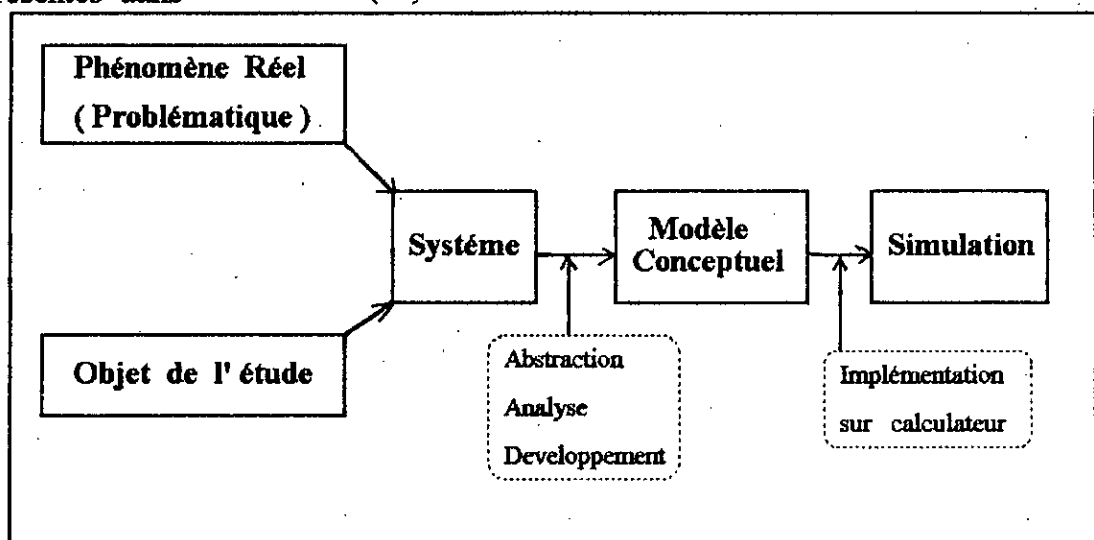
- Décrire le système à chaque instant: portrait statique du système;
- Représenter les changements d'état du système au cours du temps: portrait dynamique du système .

Il reste donc à comprendre comment va procéder la simulation pour décrire ces deux aspects du système . C'est ainsi que nous aboutissons au deuxième concept de base de la simulation: le modèle .

III-2-2 Le modèle :

Le modèle est une représentation abstraite qui extrait l'essence du système .Or, le principe fondamental de la simulation est que " tout phénomène réel, quel qu'il soit, peut être représenté par un modèle " .Partant de ce principe, nous pouvons extrapoler la définition du modèle en affirmant que ce dernier est l'abstraction du phénomène réel à étudier .

Ainsi, les liens qui relient le phénomène réel, à la simulation, peuvent être représentés dans le schema (1) :



Schema (1): *Lien entre le phénomène réel et la simulation*

III-3- Cadre méthodologique de la simulation:

Toute étude de simulation, peut être décomposée en trois grandes étapes essentielles ; chacune de ces étapes est répartie en plusieurs autres phases : [CER.88]

Etape 1: Analyse du problème:

L'analyse de la simulation, permet de préciser le contexte dans lequel vont être effectuées les étapes suivantes, réalisée avec sérieux, elle évitera de se lancer inconsidérablement dans n'importe quelle situation. Une bonne analyse du problème évite la résolution d'un faux problème .

Dans cette étape, il faut:

- Bien identifier le problème qu'on veut résoudre en spécifiant les objectifs qu'on se fixe et le contexte dans lequel on veut opérer.
- Effectuer une première modélisation de ce système qui permettrait en particulier d'en préciser les frontières et spécifier les données dont aura besoin.

Etape 2 : Construction de la simulation :

Elle comprend la modélisation logico-mathématique, elle peut être aidée par support graphique et la programmation informatique proprement dite . A ce stade-là , les valeurs numériques de la plupart des paramètres sont précisées .

Cette étape, ainsi que toutes les autres, doit se terminer par une validation qui consistera à faire des tests comparatifs .

Etape 3 : Exploitation de la simulation :

Quand la simulation est validée , elle peut servir de banc d'essai et va permettre l'évaluation du comportement dynamique . Son utilisation demande , bien sûr , la définition des entrées et des sorties .

Pour minimiser ou tout au moins économiser le temps machine et pour faciliter l'exploitation des résultats, il est important de bien définir la campagne d'exploitation c'est à dire de bien sélectionner les essais à effectuer et d'utiliser une mise en forme adéquate des résultats en fonction des objectifs fixés dans l'analyse du problème .

toutes ces étapes et ces phases sont résumées sur la figure III .2 page 29.

III - 4 - Différentes approches de la simulation :

On distingue trois sortes de simulation selon le type de modèles qu'elles permettent de construire : la simulation continue , la simulation discrète et la simulation combinée . [PRO.81]

III - 4 - 1 Simulation continue :

En simulation continue les variables d'état changent de valeur instantanément au cours du temps : les variables indépendantes sont des fonctions continues de la variable dépendante , qui peut être , par exemple , le temps ; on dit que le système évolue continûment .

III - 4 - 2 Simulation discrète :

En simulation discrète , les changements d'état du modèle sont discrets : les valeurs des variables dépendantes changent de façon discrète au cours du temps ; on dit que le système évolue par sauts . On peut citer comme exemple:

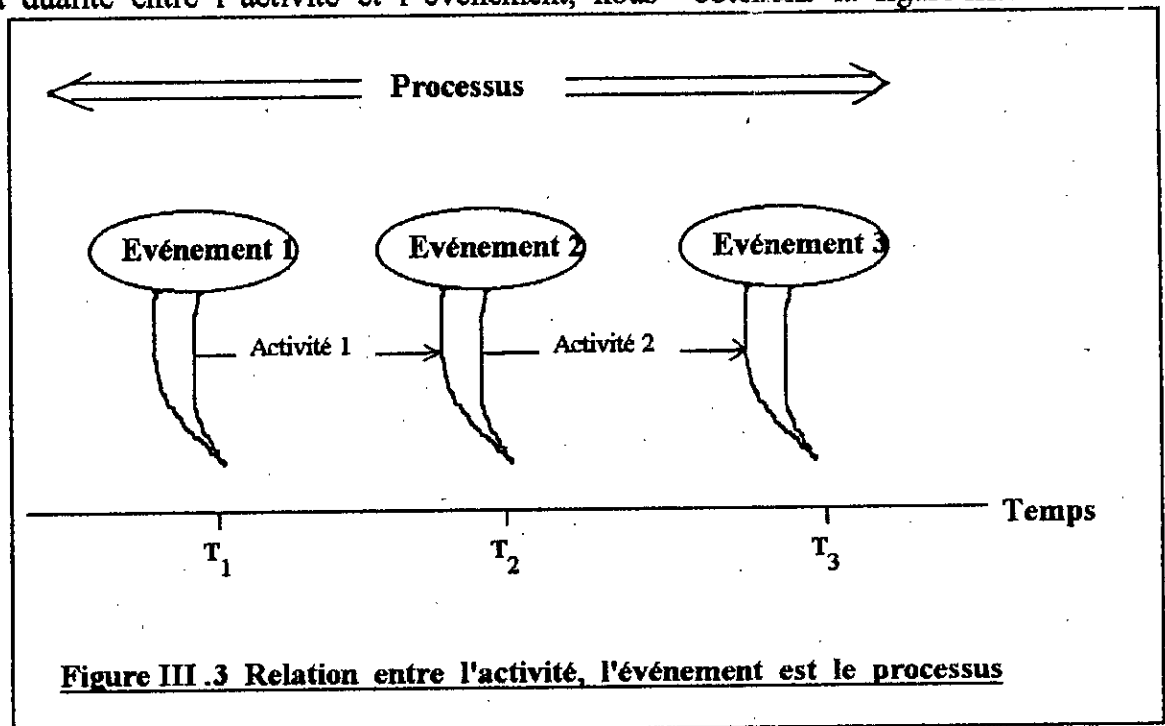
- La mise en oeuvre d'un système informatique ;
- La gestion des stocks , de la production ;
- L'entretien d'un parc de machines .

Trois concepts de base interviennent pour traduire les modèles de simulation discrète : l'activité, l'événement et le processus .

a- L'activité : Pendant tout intervalle de temps où l'état d'un objet ne change pas, on dit que l'objet est engagé dans une certaine "activité" (qui peut être le repos en attente !) .

b- L'événement : Dès que l'état d'un objet varie, on dit que l'on a affaire à un "événement". Un événement est donc un changement de l'état d'un objet qui initialise une activité qui n'était pas en cours auparavant .

c- Le processus : Quand dans un modèle, on rencontre souvent des séquences d'événements ou d'activités similaires pour un type d'objets, on peut définir ce qu'on appelle un "processus". Un processus est la succession d'un nombre fini d'états d'un objet, de façon équivalente, la succession d'une ou plusieurs activités qui concernent cet objet . En s'appuyant sur ces concepts et sur la dualité entre l'activité et l'événement, nous obtenons la figure III.3 :



III - 4 - 3 Simulation Combinée :

Dans un modèle de simulation combinée, certaines variables décrivant le système sont discrètes, d'autres continues, d'autres encore continues par intervalle.

III -5 -Avantages et inconvénients de la simulation :

La simulation présente plusieurs avantages, on peut citer les plus importants:[KER.92]

- L'utilisation pour explorer de nouvelles politiques, des procédures d'opérations, des règles de décision, des structures organisationnelles, des flux d'informations,etc..., sans perturber les opérations en-cours ;
- La détermination des variables les plus importantes de la performance d'un système ainsi que l'interaction de ses variables ;
- L'expérimentation de nouvelles situations pour lesquelles on a des connaissances limitées .

La force de la simulation réside dans le fait qu'elle permet de poser des questions du type " What - If " telles que :

- * Peut - on ajouter de nouveaux produits ?
- * Peut - on modifier le nombre d'équipements, de main d'oeuvre ?
Si oui, combien et quels seront les effets ?
- * Quel est l'effet de l'introduction de nouveaux procédés ?

Comme toute autre méthode de résolution , la simulation présente des inconvénients :

- * Elle coûte chère à cause des dépenses nécessaires lors de la construction et la validation du modèle ;
- * Les résultats obtenus sont approximatifs et peuvent, être loin de la réalité à cause des simplifications introduites dans le modèle .

III -6 - Principaux langages de la simulation :

Le développement de l'informatique à donner naissance à un certain nombre de langages de programmation spécialisés . Ainsi depuis l'apparition en 1952 du langage DYNAMO , les langages ont été depuis améliorés, consolidés et étendus. Le tableau III.1 présente les principaux langages de simulation: [AMM.85]

Simulateur	Auteur (s)	Date d'apparition	Pays d'origine
SIMSCRIPT	P . KIVATE H . MAROVITZ B . HAUSNER	1963	U . S . A
SIMULA (Simulation Langage)	NYGARD DAHL	1968	NORVEGE
GPSS (Generale perpose Systeme Simulation)	GORDON EFRON	1968	U . S . A
GASP	P . KIVATE	1974	U . S . A
Q - GERT (Queuing- Graphical Evaluation and Review Technique)	A . PRITSKER	1977	U . S . A
QNAP - 2 (Queuing Network Analysis Package)	POTIER	1978	FRANCE
SLAM (Simulation Language for Alternative Modeling)	A . PRITSKER	1979 - 1983	U . S . A
MAP / 1 (Manufacturing Analysis Programm)	A . PRITSKER	1983	U . S . A

Tableau III.4 : *Langages de simulation*

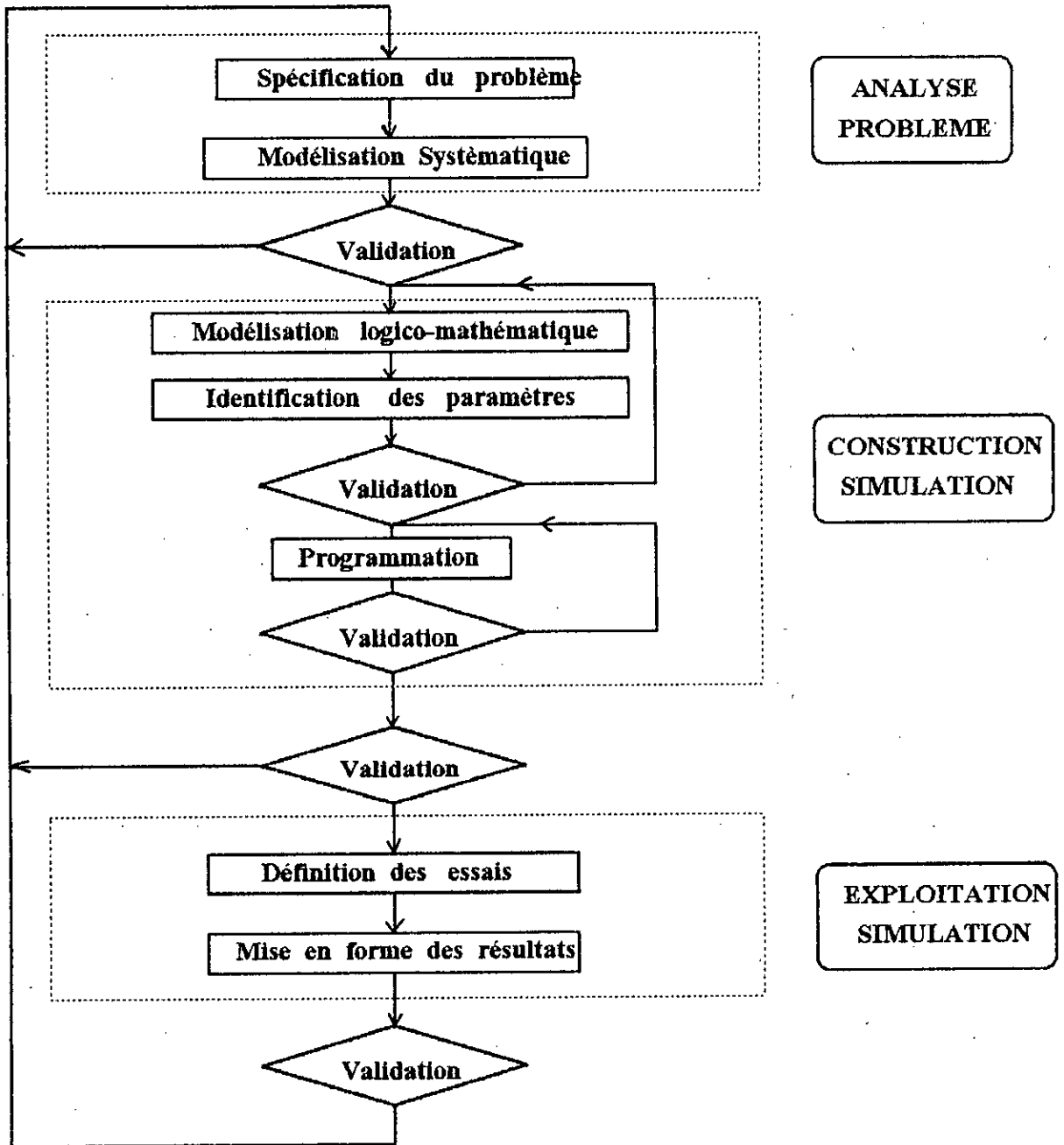


Figure III - 2 : Etapes de la simulation

III-7- L'APPROCHE RETENUE:

Le but de notre étude est de construire une image d'une part statique (éléments de l'atelier) et d'autre part dynamique (lancement, ordonnancement) en vue d'identifier les ressources clés de l'atelier (étude de sensibilité aux pannes, réglages, charges machines, temps de transport, ...).

Pour cela nous avons opté pour :

III-7-1 La simulation discrète:

Les techniques analytiques d'évaluation des systèmes de production, bien qu'étant en progrès constant, ne permettent pas une étude détaillée du fonctionnement de l'atelier. La simulation, approche empirique, prend alors toute son importance.

III-7-2 Le logiciel MAP/1:

Nous avons retenu le logiciel MAP/1 pour les raisons suivantes:

1. disponibilité du logiciel,
2. disponibilité de la documentation du logiciel,
3. type de problème à simuler,
4. flexibilité du logiciel.

Une description succincte du MAP/1 sera donnée dans le chapitre suivant.

QUATRIEME CHAPITRE

*DESCRIPTION
DU
LOGICIEL MAP/1*

INTRODUCTION :

Suite au choix de simulation comme outil de résolution de notre problème, et plus précisément le choix du logiciel MAP/1 qui est spécialisé dans les problèmes manufacturiers, il serait nécessaire de faire une description détaillée du logiciel et de son fonctionnement.

IV-1- PROGRAMME DE MODELISATION ET D'ANALYSE DU MAP/1 :

Le programme de modélisation et d'analyse du MAP/1 est un programme d'ordinateur écrit en langage ANSI standard 66 FORTRAN. Il reçoit des énoncés d'entrées qui définissent la structure et le fonctionnement d'un système de fabrication par lots. Il simule donc les opérations dans le temps, et produit des rapports de mesures de performance du système. Les entrées pour le logiciel MAP/1 doivent être formulées dans une des deux formes possibles. Les énoncés d'entrées qui décrivent chacune des composantes d'un système de fabrication par lots peuvent être créés en utilisant l'éditeur de texte de n'importe quel ordinateur.

Un système interactif d'entrée (I I S) est aussi disponible aux sites VAX/VMS pour construire des modèles MAP/1.

Il y a plusieurs types d'énoncés d'entrées qui peuvent être utilisés pour décrire chacun des composants du système. Chaque énoncé est constitué de champs et chacun des champs contient des informations spécifiques du composant. Les énoncés de MAP/1 se présentent sous la forme suivante:

MOT-CLE, champs1, champs2, . . . , champsN;

Le mot-clé identifie le type d'énoncé d'entrée et chacun est une description d'un composant, seulement les quatre premiers caractères des champs du mot-clé sont nécessaires. Chaque champ se termine par une virgule et chaque énoncé d'entrée complet par un point virgule[VIL . 89]

IV-2- ETABLISSEMENT DES DELAIS DANS LE MAP/1 :

Dans un système de fabrication par lots, il y a plusieurs situations où l'on considère l'écoulement du temps. La situation durant laquelle le temps s'écoule est appelée ACTIVITE.

Les activités qui sont représentées par le modèle MAP/1 se déroulent dans les postes de service, pendant le transport, et durant les réparations.

La longueur de la période de temps qui s'écoule durant une activité est appelée durée de l'activité. Il y a deux façons d'établir les durées d'activités dans un modèle MAP/1.

La première façon est de considérer qu'une activité a toujours la même durée à chaque fois qu'elle se déroule, dans ce cas la durée de l'activité est dite déterministe.

La deuxième façon est de constater que la durée de l'activité est variable et peut être définie soit par une distribution statistique, soit par une fonction de masse de probabilité définie par l'utilisateur.

IV-3 - ENONCES D'ENTREES DU MAP/1 : [VIL . 89]

IV - 3 - 1 LES ARTICLES :

Avec le MAP/1 les articles sont des items qui sont travaillés aux postes de travail et transportés par le matériel de manutention. L'écoulement des pièces, à travers le système, de postes en postes, suit un cheminement prédéterminé.

a-Énoncé d'entrée pour les articles (PART):

Chaque type d'articles est défini dans un modèle de MAP/1 à l'aide d'un énoncé d'entrée pour l'article en question. Chaque énoncé d'entrée débute avec le mot-clé PART qui est suivi par les six champs de données suivants:

- nom du type d'article,
- type de priorité de l'article,
- cadence d'arrivée,
- temps d'arrivée du premier article,
- taille du lot qui arrive,
- temps prévu pour l'écoulement;

Exemple:

PART,pignon inverseur,0,619,0,1,200;

*ce pignon inverseur a une priorité 0 c'est à dire il obéit à la règle premier arrivé, premier servi;

*une cadence d'arrivée de 619 heures;

*le premier article arrive au début de la simulation, à l'instant 0;

*la taille est de 1, le temps total d'usinage prévu est de 200 heures.

b-Cheminements des articles:

Les articles sont produits dans un système de fabrication par lots en passant par les différentes étapes du processus. Cette séquence d'étapes telle qu'on fait cheminer un article à travers chacun des postes de travail où une opération doit être accomplie. Le passage des articles par la séquence des postes est appelé cheminement. Le mot-clé utilisé pour définir un cheminement est ROUTE.

ROUTE , poste i , , T , , poste j ;

T : temps nécessaire pour accomplir une opération sur le poste i .

i : numéro du poste amont .

j : numéro du poste aval .

Souvent un article passe plusieurs opérations sur un même poste, dans ce cas on doit préciser le numéro d'opération.

ROUTE , poste i/n , , T , , poste j ;

n : l'opération numéro n sur le poste i .

IV - 3 - 2 - LES POSTES DE TRAVAIL :

Un poste dans un modèle MAP/1, est le lieu où un travail est effectué sur un article.

a- Énoncé d'entrée postes de travail (STATION) :

Chaque poste de travail est défini dans le modèle par un énoncé d'entrée. Un tel énoncé des entrées doit être développé pour chacun des postes où du travail est effectué sur les articles. Chaque énoncé d'entrée pour un poste commence par le mot-clé STATION et se poursuit avec les champs qui contiennent les renseignements suivants :

- nom du poste,
- taille du poste,
- espace d'entreposage précédant le poste,
- espace d'entreposage suivant le poste,
- classe du matériel de manutention / nom du matériel de manutention,
- taille du lot à transporter,
- règle d'excès,
- indicateur des horaires de travail / règle de fin des horaires de travail,
- mode opératoire;

Exemple:

- STATION , P202 , 2 , 8 , 8 , regular/chariot , 1 , block , 1/start(0.0) , regu ;
- *cet énoncé d'entrée pour le poste 202 nous informe qu'il contient 2 machines;
 - *l'espace d'entreposage amont et aval sont de 8 lots au maximum ;
 - *le chariot peut transporter un lot au plus;
 - *tout lot d'article qui arrive lorsque l'espace d'entreposage serait saturé demeure sur le chariot;
 - *le poste opère à l'intérieur du quart de travail n° 1 dans le mode régulier.

b- Ordonner les articles qui arrivent aux postes de travail:

Les articles qui arrivent à un poste afin de subir une opération particulière ne sont pas toujours travaillés dans l'ordre dans lesquels ils arrivent au poste. Dans certains systèmes, les activités qui doivent être effectuées rapidement ont une priorité sur celle qui sont moins urgentes. Dans d'autres situations, les articles qui nécessitent des temps opératoires plus courts se voient accorder la priorité. D'autres fois les disponibilités d'entreposage feront en sorte que tel article précédera tel autre article.

L'ordre des articles à un poste est spécifié avec un énoncé d'entrée pour mettre les articles en rang. Si l'ordre des articles à un poste n'est pas défini dans un tel énoncé, l'ordre dans lequel les articles seront travaillés sera le premier arrivé, premier servi (FIFO).

IV - 3 - 3 - LE MATERIEL DE MANUTENTION :

Le matériel de manutention déplace les pièces entre les postes de travail. Le type de matériel nécessaire ainsi que ses caractéristiques sont spécifiés dans l'énoncé d'entrée.

a- Enoncé d'entrée pour un transporteur (TRANSPORTER):

Chaque énoncé d'entrée pour un transporteur commence par le mot-clé TRANSPORTER suivi par les champs:

- nom du type de transporteur,
- nombre de transporteurs,
- temps de transport,
- temps de réponse,
- indicateur des horaires de travail

Exemple:

TRANSPORTER , chariot , 20 , 2 , 0 , 2 ;

Cet énoncé pour un transporteur décrit une flotte de 20 chariots. Le temps de transport d'un lot est de deux unités. Le chariot est considéré disponible à n'importe quel poste de travail, le temps de réponse est spécifié comme étant nul. Les chariots travaillent à l'intérieur de l'horaire de travail 2.

IV - 3 - 4 - LES OPERATEURS :

Dans plusieurs systèmes de fabrication par lots, des opérateurs sont nécessaires pour faire marcher les machines et les moyens de manutention. Les opérateurs constituent une ressource très importante et leur disponibilité peut affecter considérablement l'aptitude du système à produire la quantité nécessaire d'articles au moment désiré.

a- Enoncé d'entrée pour la classe du personnel (PERSONNEL) :

Elle débute avec le mot-clé PERSONNEL suivi par les champs:

- nom de la classe,
- nombre du personnel,
- indicateur de l'horaire de travail,
- liste du choix de priorité;

Exemple :

PERSONNEL , OPSEC2 , 7 , 1 , STATION , P202 , STATION , P204 ,
STATION , P205 , STATION , P206 ;

Cet énoncé d'entrée définit une classe du personnel de 9 opérateurs, répartis sur 3 postes et travaillant à l'intérieur du premier quart de travail .

b - Enoncé d'entrée pour un opérateur (OPERATOR) :

L'énoncé doit être développé pour chaque poste de travail ou transporteur, un ou plusieurs opérateurs . Il doit commencer par le mot-clé OPERATOR , suivi par les champs:

- type d'équipement ,
- nom de l'équipement ,
- règle de choix ,
- classe de personnel ;

Exemple :

OPERATOR , STATION , P202 , OR , SEC2 (2) ;

Cet énoncé d'entrée montre que deux opérateurs sont nécessaires pour le poste P202 et spécifie que ces opérateurs appartient à une même classe de personnel .

IV - 4 - LES INSTRUCTIONS DE CONTROLE D'EXECUTION:

Grâce à un ensemble d'instructions de contrôle, l'utilisateur peut définir:

- la durée de la simulation, instant de début et de fin de la simulation (instructions BEGIN et END);
- le type de générateur aléatoire utilisé (instruction SEED);
- l'état initial des stations (instruction ISTATION);
- l'état initial des transporteurs (instruction ITRASPORTER);
- le temps pendant lequel on veut collecter des statistiques (instruction CLEAR);
- le type de rapport de synthèse que l'on veut voir imprimé pendant ou à la fin de l'exécution (instruction REPORT ou OUTPUT); l'instruction DEFINE permet également de définir son propre rapport de résultats à partir des rapports standards;
- le nombre de simulations à effectuer (instruction SIMULATE).

IV - 5 - RAPPORTS DE SORTIE DU MAP/1 :

L'utilisateur a la possibilité de suivre la simulation par trois catégories de rapports de synthèse:

- les rapports des entrées;
- les rapports d'exécution;
- les rapports des résultats.

IV - 5 - 1- RAPPORTS DES ENTREES :

Les rapports des entrées sont imprimés durant et immédiatement après l'étape des entrées, avant que l'exécution du modèle ne commence. Ils procurent de l'information sur la traduction des entrées brutes en forme exécutable, en incluant des messages d'erreurs. Il y a trois types de rapports imprimés :

a - Rapport de listage des entrées:

Ce rapport est chargé de lister tous les messages d'erreurs des entrées avant l'exécution du modèle. Chaque message d'erreurs sera imprimé directement après l'énoncé dans lequel l'erreur a été trouvé.

b - Rapport de rappel des entrées :

Ce rapport procure un sommaire reformaté du système tel que défini par les énoncés d'entrée. Le but de ce rapport est de faciliter la vérification des énoncés d'entrée.

c - Rapport de l'espace mémoire occupé :

Ce rapport permet d'avoir de l'information sur la somme d'espace mémoire disponible du logiciel pour stocker les données du modèle.

IV -5 - 2 - RAPPORTS D'EXECUTION :

Les rapports d'exécution sont imprimés durant l'exécution du modèle, et procure de l'information sommaire et détaillée sur les changements dans l'état du système à mesure que la simulation se déroule.

le rapport "à la trace" :

Ce rapport imprime un message détaillé chaque fois que l'état du modèle change. Par exemple, chaque fois qu'un poste de travail effectue une opération sur une pièce, ou qu'un transporteur commence la manutention d'un lot des messages sont imprimés. C'est un excellent outil pour s'assurer que le modèle reflète la réalité.

IV - 5 - 3 - RAPPORTS DES RESULTATS :

Les rapports de résultats présentent des résumés sur les performances du modèle, pour un intervalle de temps de simulation donné. A moins qu'il n'y ait d'autres indications, un ensemble standard de rapports sommaires sera imprimé à la fin de chaque exécution de la simulation. Ils sont constitués des huit rapports suivants :

a - Rapport du sommaire de la production :

Ce rapport présente le nombre de pièces produites et le taux de production par une période de temps donnée.

b - Rapport de l'état actuel :

Pour chaque poste de travail, de transporteur, du personnel, ce rapport décrit l'état actuel (occupés, inactifs, en arrêt, . . .).

c - Rapport du débit :

Ce rapport procure des statistiques sur le passage des pièces par poste de travail.

d - Rapport du taux d'occupation :

Ce rapport fournit des statistiques de temps sur l'état des postes de travail, des transporteurs et du personnel (en travail, inactifs, ou bloqués).

e - Rapport de temps supplémentaire :

Si un poste de travail ou une classe de personnel a opéré en dehors des heures de travail, un rapport du temps supplémentaire est imprimé pour présenter le volume horaire.

f - Rapport du temps d'arrêt :

Ce rapport est imprimé pour apporter de l'information détaillée sur les occurrences de pannes des postes et des transporteurs.

g - Rapport de l'inventaire au poste de travail :

Ce rapport procure des statistiques sur le nombre de lot présent dans l'espace d'entreposage amont et aval au poste de travail.

h - Rapport de mesure des temps :

Le rapport de mesure des temps donne de l'information sur la répartition des temps de passages des pièces dans le système.

CINQUIEME CHAPITRE

***CONCEPTION DU MODELE
DE SIMULATION***

CONCEPTION DU MODELE DE SIMULATION

La phase de modélisation est certainement la plus délicate et la plus cruciale dans un processus de simulation .

En effet, elle demande à la fois une bonne connaissance des outils informatiques de simulation, afin de choisir celui qui est le plus approprié et d'en connaître les principales fonctionnalités pour établir un modèle logico-mathématique du système physique qui puisse être adapté à la fois au problème posé et à l'outil informatique de simulation retenu .

V - 1 - Rappels sur les notions de base de la 'G.P' : [SAF.91]

Afin de présenter la modélisation d'une façon claire et précise , il est suggéré de faire des rappels sur les principales notions de la gestion de production " G.P" :

1- Données techniques : Ce sont des données relativement fixes qui servent de référence à l'ensemble des programmes de G.P.

On entend par données techniques, la description des articles, des nomenclatures, des gammes opératoires et des moyens de production .

2- Article : On entend par article, toute entité qui peut être achetée, planifiée, stockée, fabriquée ou vendue ; et par article fantôme, toute sous-ensemble qui a une existence éphémère , lors d'une sortie de magasin ou entre deux opérations d'assemblage .

3- Nomenclature : C'est une liste des composants d'un produit fabriqué à partir de plusieurs éléments . Dans le cas de la mécanique, on indiquera les références des pièces qui composent le produit fini, ainsi que le nombre de pièces nécessaires .

Il y'a trois types de nomenclatures très utilisé dans la G.P :

- Nomenclature matricielle;
- Nomenclature éclaté;
- Nomenclature arborescentes.

4 - Gamme d'usinage : Une gamme d'usinage décrit la séquence des opérations nécessaires à la réalisation d'un article ou d'un ensemble d'articles . Ce document est établi par le service méthodes et comporte les informations suivantes :

- . le nom de la gamme (c'est en fait le nom du type de pièces),
- . la liste de succession des opérations ,
- . les temps opératoires de chaque opération mentionnée ;

Exemple : Soit la succession des opérations de la pièce X comme suite :

OP1 → OP2 → OP3 → OP4 → OP5 .

Dans cet exemple, la gamme s'écrit : OP1(T₁) , OP2(T₂) , OP3(T₃) , OP4(T₄) , OP5(T₅) .

NB : T_i représente le temps opératoire de l'opération i sur la pièce X .

5 - L'opération : Dès qu' un lot de pièces arrive à un poste de travail , il est mis en attente en vue de subir une opération sur la machine ;

La gamme opératoire spécifie pour chaque lot de pièces , la désignation et le numéro des opérations ainsi que le nom de la machine sur laquelle s'effectue l'opération .

6 - Poste de travail : Est un regroupement de moyens de production (machines ,main d'oeuvre,...) , dans le but d'exécuter des opérations similaires (usinage, transformation, assemblage,...) sur un lot de pièces. Un poste est caractérisé par :

- un nom (étiquette alphanumérique),
- un stock amont (espace d'entreposage précédent le poste 'pré-stockage'),
- un stock aval (espace d'entreposage succédant le poste 'post-stockage'),
- une loi des temps de bon fonctionnement (loi aléatoire),
- une loi des durées de la panne (loi aléatoire),
- un temps de réglage.

V-2 Processus de modélisation :

Le processus de modélisation peut être décomposé comme sur la figure V - 1 .

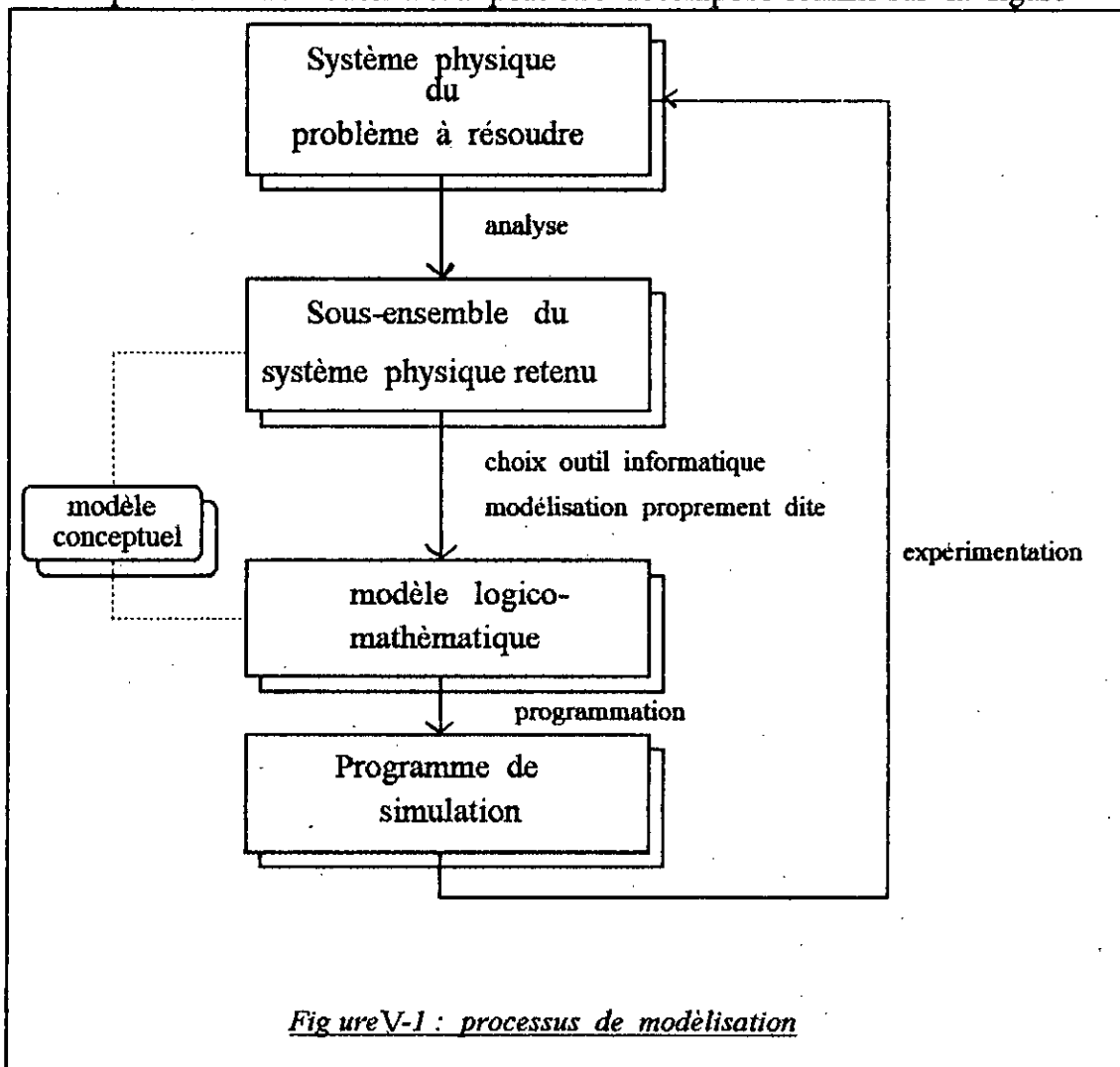


Figure V-1 : processus de modélisation

V-2-1 Simplification du système :

La première phase de la modélisation est de définir pour chaque constituant du système physique, le degré de détail minimum nécessaire, en tenant compte de la problématique posée.

Notre système de fabrication se limite au niveaux des sections qui fabriquent les articles sélectionnés ultérieurement, ainsi que les entités qui participent d'une manière indirecte à la fabrication de ces articles (manutention, main d'oeuvre, etc...);

V-2-2 Processus de sélection des articles et les postes de travail :

Premièrement, de l'éclatement de la nomenclature de la boîte à vitesse BBS 450 PMT, obtenu à travers l'interrogation du système G.P.A.O [MM - PM 3000] (détaillé en Annexe 6th); nous avons constaté que l'organe est composé de 285 articles: 91 articles fabriqués au centre mécanique, 194 articles fabriqués dans les autres unités du C.V.I, ou achetés de l'extérieur.

Remarque : en plus des articles sélectionnés, la nomenclature contient des articles fantômes qui ne seront pas pris en compte.

Deuxièmement, pour simplifier les traitements des données nous avons adopté des codes différents de ceux du C.V.I; les 91 articles sont classés selon une codification simple : A1, A2, A3, ..., A91.

Aussi, pour les 112 postes correspondants à la réalisation des 91 pièces, nous avons adopté une nouvelle codification alphanumérique qui est comme suit :

$P_i j$; tels que :

i : représente la section i classée par ordre numérique,

j : représente le numéro de poste dans la section i ;

Par exemple : le poste 05 de la section 2, est définie comme suit : P205

La liste complète des 91 articles est donnée en Annexe 2-1

Troisièmement, le logiciel MAP/1 a été dimensionné pour le traitement de 100 pièces au maximum. Mais vue l'expériences des utilisateurs du logiciel, il s'est avéré que dès que le nombre de pièces traitées dépasse 40, il apparaît des difficultés lors du chargement des fichiers de travail.

Nous avons donc tenté de réduire le nombre d'articles à moins de 40 articles, en procédant à leur regroupement, effectué selon les critères suivants :

- les articles transitant par les mêmes postes;
- l'ordre de passage sur les postes est le même;
- les temps opératoires sont proches.

Exemple :

ARTICLES	CHEMINEMENTS	U. T. S
A 44	P101, P105, P108, P805.	1.30, 1.10, 2.10, 0.90.
A 24	P805.	1.00.
A 41	P101, P105, P108.	1.30, 1.15, 2.45.
A 54	P101, P105.	1.40, 1.40.
A 83	P105.	1.35.

Pour cet exemple on regroupe les articles A24, A41, A54, A83 avec l'article A44. Les sous-familles d'articles obtenues après ce premier regroupement sont illustrées dans le tableau 5.1:

ARTICLE PRINCIPAL	COMPOSANTES DES SOUS-FAMILLES
A01	A01
A02	A02, A18, A43
A06	A06
A11	A11
A12	A12
A14	A14
A15	A15
A16	A16
A17	A17
A19	A19
A20	A20, A04
A22	A22
A23	A23
A25	A25
A27	A27
A28	A28
A29	A29
A30	A30
A31	A31, A32, A53
A33	A33
A34	A34
A35	A35
A36	A36

A38	A38
A39	A39
A40	A40
A42	A42
A44	A44, A24, A41, A54, A83
A45	A45, A74
A46	A46, A70
A47	A47
A51	A51, A07, A09, A13, A21, A26, A48, A49, A50, A58
A52	A52
A56	A56, A37, A86
A57	A57
A59	A59
A60	A60
A60	A60
A62	A62, A08, A61, A63
A64	A64, A55, A77, A81
A65	A65
A66	A66
A68	A68
A69	A69, A71
A72	A72
A78	A78
A79	A79
A80	A80
A82	A82
A84	A84
A85	A85, A10
A87	A87
A88	A88, A67
A89	A89
A90	A90
A91	A91, A03, A05, A73, A75, A76.

Tableau 5.1 : Regroupement des articles

Après ce regroupement, nous avons réussi à réduire le nombre d'articles à 55 sous-familles d'articles, ce qui reste nettement insuffisant. Il nous faudrait alors procéder à une seconde sélection.

Quatrièmement, nous avons procédé par une analyse ABC afin de déterminer les articles qui occupent le plus, les postes de travail.

Cette analyse permet de repérer les pièces à gros volumes de production et par conséquent les pièces les plus importantes à incorporer dans le modèle.

Pour cela, nous avons procédé à un tri descendant des volumes production calculé par la formule :

$$V = Qa * Top$$

tels que:

V : Volume de production annuelle;

Qa : Quantité annuelle établie par le plan directeur détaillé de production;

Top : Cumule des Temps opératoires.

La liste des articles classés selon l'analyse ABC, est mentionnée dans l'Annexe 2.

Les résultats obtenus sont illustrés par la figure 5.2 :

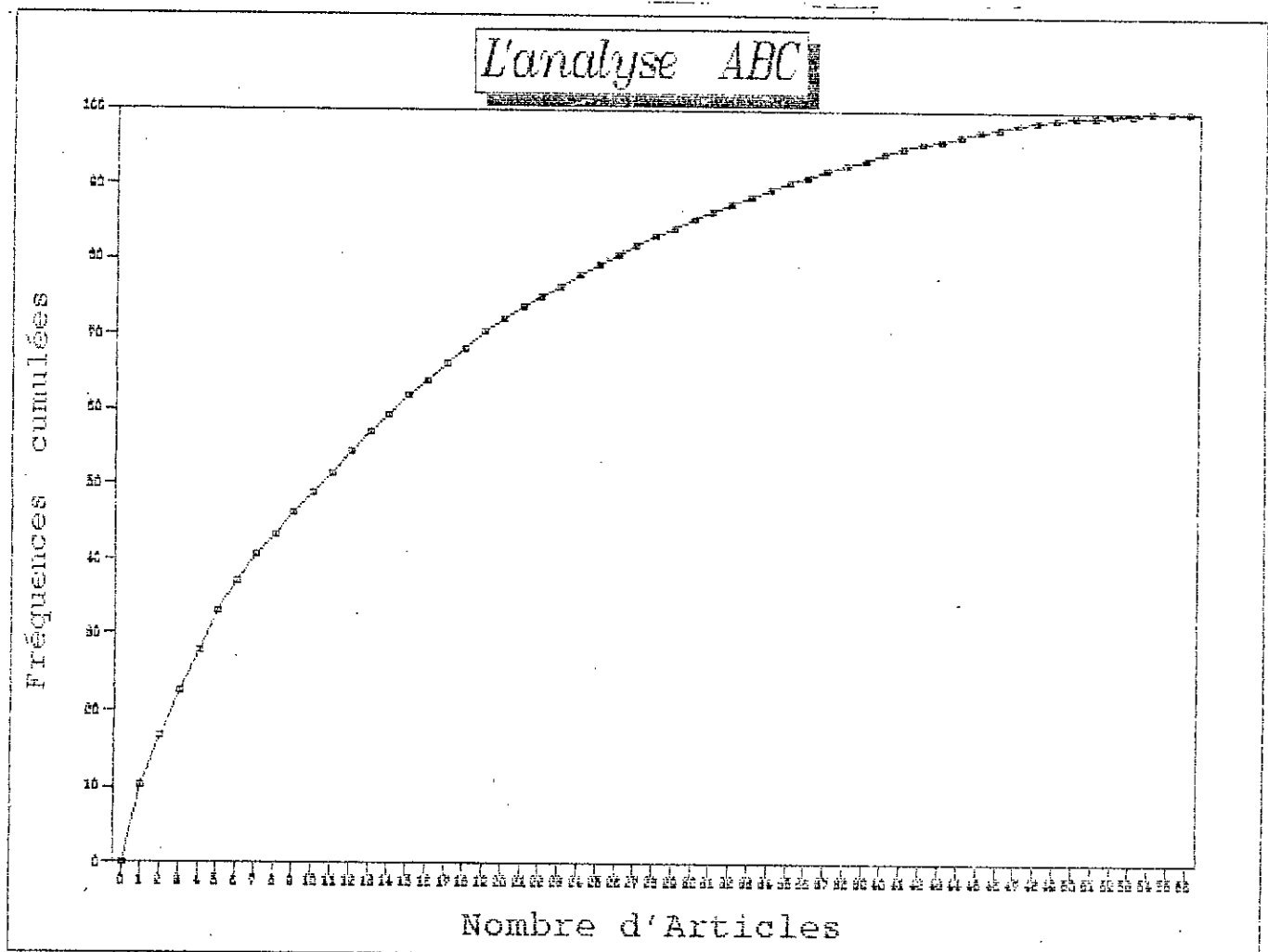


Figure 5.2

De la figure 5.2, on peut conclure qu'il y'a 26 articles qui représentent 80.67% du volume total de production .

Suite à l'identification des articles les plus importants, et par le biais des gammes opératoires on a obtenu une liste de 81 postes de travail, qui rentrent dans le processus de fabrication des articles sélectionnés .

La liste complète des 81 postes, se trouve en annexe 3.

D'une part, cette sélection, nous a permis de définir d'une manière exacte les limites de notre système de production , et d'autre part, elle nous a simplifiée la procédure de collecte de données, ainsi que la phase de traitement et de programmation.

V - 3 Collecte et ajustement des données :

Il faut noter que pour des études de cas industriels courants, il n'est pas rare que l'étape de collecte et de traitement des données représente 30% , 50%, voir même 80% du temps total de l'étude de modélisation d'atelier . La phase de collecte des données mérite donc qu'on y consacre le temps nécessaire, car de sa bonne réalisation va dépendre en très grande partie la représentativité des résultats obtenus . [CER.88]

Dans cette partie, nous développerons chaque type de données à part, afin de faciliter la procédure de programmation et de validation du modèle .

V - 3 -1 Données sur les articles :

Les données concernant les articles retenus pour la construction de notre modèle, ont été collecté auprès des services "METHODES" du centre mécanique en collaboration avec la direction département GESTION INDUSTRIELLE . Pour chaque article , nous avons collecté la taille du lot à fabriquer, la classe qui est le nombre qu'un lot de pièces est lancé en fabrication dans l'année et la gamme d'usinage qui spécifie la succession des opérations.

V - 3 - 2 Données sur les postes de travail :

Les données collectées sur les postes de travail , portant sur le nombre de machines ,ainsi que les différents temps de réglage standard, sont obtenus par le biais du cahier des charges de chaque section , par contre , les données de fiabilité et de disponibilité des moyens de production ont été collectées auprès

du service MAINTENANCE . Les données recueillies, concernent les temps de bon fonctionnement et les durées de panne et ce pour une période qui s'étale sur trois années (1991-1993).

L'occurrence des pannes sur les machines ,ainsi que les temps de bon fonctionnement seront représentés par un processus aléatoire ajusté selon des distributions statistiques.

Ajustement des données de fiabilité

Une simulation de qualité nécessite une fiabilité des données assurée par une compression de l'information , en remplaçant les séries de valeurs observées, par une formule facile à utiliser et à comprendre .

La représentation d'une distribution empirique par une loi de probabilité, procure la possibilité de raisonner sur une loi générale au lieu de raisonner sur un fait empirique .

Toutefois cette interprétation (ajustement), est rarement parfaite, car il existe toujours des écarts entre la loi probabiliste et l'observation des faits.

Le test de Chi-deux de Karl Pearson , permet de savoir si les écarts constatés peuvent être imputés au hasard , ou s'ils proviennent au contraire d'une adéquation de la distribution théorique retenue .

L'ajustement des données, a été effectué par le logiciel UNIFIT développé en Annexe 6.2 .

Afin d'expliquer la méthode d'ajustement retenue, nous présenterons dans ce qui suit un exemple d'ajustement qui restera valable pour tous les autres ajustements.

Exemple d'ajustement :

Considérons la série de valeurs sur le poste P204 des durées de pannes 'D.P' .

Caractéristiques de l'échantillon observé

nombre d'observation : 36

nombre de classe : 7

amplitude des classes : 13.5

moyenne : 71.35

variance : 26.34

le nombre de classe est calculé par la formule de STURGE :

$$K = 1 + 10/3 * \text{Log}_{10}(N)$$

N : taille de l'échantillon ;

Par l'option d'adaptation de UNIFIT d'une série de valeurs à une distribution théorique , on a constaté que la loi la mieux appropriée à l'allure de la série, est la loi Normale avec une moyenne 70.16 et d'écart type de 25.0003 .

L'Etape de validation :

L'hypothèse de base est H_0 : on considère que l'échantillon suit une loi Normale de moyenne 70.16 et d'écart type 25.0003 ;

Il faut à present vérifier si cette hypothèse est acceptable ou non .

La mesure de la distance entre les effectifs observés et les effectifs théoriques, est celle de Chi-deux :

$$d = \sum_{i=1}^n \frac{(F_i - NP_i)^2}{NP_i}$$

n : nombre de classes de la série statistique empirique,

NP_i : effectifs théoriques dans la classe i ,

F_i : effectifs observés dans la classe i ;

d : est la valeur observée sur l'échantillon de la variable aléatoire D; qui suit la loi de Chi-deux à v degré de liberté tels que : $v = n - r - 1$

r : le nombre de paramètre à estimer à partir des observations . Dans notre cas, il ya deux paramètres à estimer qui sont : la moyenne et l'écart type .

Ainsi, on a les différents d pour différentes classes :

INTERVAL RANGE				FREQUENCIES	
INTERVAL	FROM	THROUGH	OBSERVED	MODEL	
1	- INFINITY	45.0000	1.6667E-1	1.5708E-1	
2	45.0000	60.0000	2.2222E-1	1.8509E-1	
3	60.0000	75.0000	2.5000E-1	2.3452E-1	
4	75.0000	90.0000	1.3889E-1	2.0954E-1	
5	90.0000	105.0000	1.1111E-1	1.3201E-1	X
6	105.0000	120.0000	8.3334E-1	5.8634E-2	X
7	120.0000	INFINITY	2.7778E-1	2.3105E-2	X

La croix signifie que le nombre d'effectifs théoriques de la classe 5, 6 et 7 sont respectivement inférieur à 5 . Et le test de chi-deux n'a pas de signification si $NP_i < 5$, dans ce cas, on procède à un regroupement des trois classes et qui donne les résultats suivants:

INTERVAL	INTERVAL RANGE		FREQUENCIES	
	FROM	THROUGH	OBSERVED	MODEL
1	- INFINITY	45.0000	1.6667E-1	1.5708E-1
2	45.0000	60.0000	2.2222E-1	1.8509E-1
3	60.0000	75.0000	2.5000E-1	2.3452E-1
4	75.0000	90.0000	1.3889E-1	2.0954E-1
5	90.0000	INFINITY	2.2222E-1	2.1375E-1

La statistique de chi-deux est de 1.19556

pour $v = n - r - 1 \implies v = 2$.

Le résultat de l'UNIFIT affiche que la probabilité d'excéder les valeurs observées avec 2 degré de liberté est de 5.5036E-1

Avec un seuil de signification alpha de 5% on lit sur la table de :

$$\text{Chi-deux (critique, alpha = 0.05)} = 5.99$$

comme Chi-deux calculé < Chi-deux critique, l'hypothèse H_0 formulée est acceptée.

Une comparaison entre les fréquences cumulatives des deux courbes (théorique, observée) est en Annexe 4.1.

La même procédure d'ajustement, est suivie pour les autres séries de valeurs des durées de pannes.

L'ajustement des séries de valeurs des Temps de Bon Fonctionnement 'T.B.F', a montré que la distribution théorique la mieux appropriée, est loi exponentielle. L'Annexe 4.2 présente les fréquences cumulatives des deux courbes (théorique et observée) du poste P204.

L'Annexe 4.3, illustre la liste des résultats obtenus des 'D.P' et des 'T.B.F' des 81 postes sélectionnés.

V-3-3 Données sur le matériel de manutention :

Le matériel de manutention déplace les pièces entre les postes de travail. Les types et les caractéristiques sont illustrés dans le tableau 5.2.

Type de transporteur	Nb de Machines	Charge Maximum	N° du C.V.I
Elévateurs Thermiques	5	2 de 3T et 3 de 2 T	H0256-H250- H069-F230-F231.
Elévateurs Electriques	4	4 de 2 T	H103 - F803-F236- F732
Transpalettes	1	2 T	H088

Tableau 5.2 : Caractéristiques des transporteurs

Selon les caractéristiques techniques de charge qui sont presque égales, on a simplifié les types de transporteurs à un seul type de transporteur, à capacité de 2 Tonnes maximum .

Les données de panne et les durées de bon fonctionnement ont été collectées au niveau des services GENERAUX pour une période trois années 1991 - 1993.

On a utilisé la même procédure d'ajustement déjà mentionnée, pour estimer les 'D.P' et 'T.B.F' des transporteurs sélectionnés. L'ajustement du temps de bon fonctionnement, a montré que la loi la mieu appropriée, est la loi Normale de moyenne 133.036 (h) et d'écart-type 34.99 (h) .ainsi, que l'ajustement de la durée de panne suit la loi exponentielle de moyenne 34.99 (h) ; les résultats sont illustrés dans le tableau 5.3:

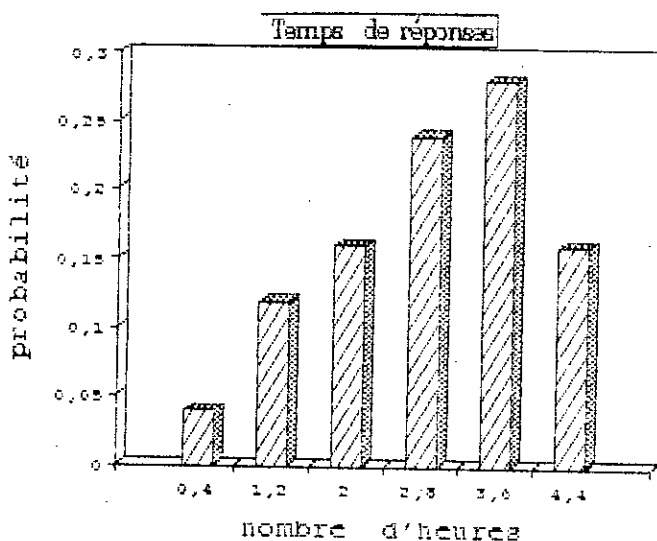
Type de transporters	nb	T.B.F loi Exponentielle de moyenne	D.P Loi Normale	
			moyenne	ecart-type
Chariot	10	588.257	133.036	34.99

Tableau 5.3 : Résultats du T.B.F et de D.P

V-3-4 Données sur les temps de réponse :

Sur les 81 postes sélectionnés précédemment, on a prit un échantillon de taille 25, par le biais d'interviews auprès des opérateurs .

La série de valeurs obtenue, nous a permis de construire l'histogramme des fréquences de probabilité par rapport au temps.



Cet histogramme, nous a permis d'utiliser la fonction *UPROB* offerte par le MAP/1, c'est une distribution définie par l'opérateur, en déclarant le nombre de paires à introduire suivi par, une série de paires de valeurs de temps et de probabilités. Pour notre cas, ce sera la formulation suivante:

$UPROB(6, 0.4, 0.04, 1.2, 0.12, 2.0, 0.16, 2.8, 0.24, 3.6, 0.28, 4.4, 0.16)$.

V - 4 - Modélisation Logico-Mathématique :

Cette phase de modélisation, consiste à représenter le comportement dynamique du système physique retenu en le formalisant dans le cadre de l'outil informatique retenu, c'est-à-dire schématiquement, à faire un organigramme du programme de simulation.

L'atelier simplifié, est de type "JOB-SHOP", c'est à dire un système dans lequel l'ordre de passage des pièces sur les machines est imposé par les gammes opératoires.

Pour notre système, on a retenu la modélisation stochastique par réseaux de files d'attente, où les postes de travail et les moyens de manutention représentent les stations et les pièces sont les clients. Au niveau de chaque station à file d'attente dont le taux de service est le nombre de pièces usinées sur le poste. Les en-cours en attente d'usinage représentent la file d'attente.

La description du fonctionnement complet de l'atelier se fait en spécifiant les interactions entre les différents processus. La modélisation se fera donc en décrivant le déplacement des pièces défini par les gammes opératoires correspondantes.

tels que :

- Q_i : le nombre d'articles lancé par lot, obtenu de :

$$Q_i = Q_a(i) / \text{Classe}(i)$$

Q_a : Quantité annuelle planifiée pour l'article i ,

$\text{Classe}(i)$: Le nombre de lots lancés par année,

- UTS : Unité de Temps Standard de l'usinage de l'Article i dans le poste j .
- $\text{Treg}(i, j)$: Temps de réglage du poste j , pour usiner l'article i ; constitué d'un temps déterministe établi par les services méthode Treg1; plus un temps aléatoire $T_{alé}$, estimé après interviews avec les chefs d'ateliers, qu'on a introduit par la distribution UPROB définie comme suite :

$$T_{alé} = \text{Treg1} * \text{UPROB}(3, 0.0, 0.3, 1/3, 0.4, 2/3, 0.3).$$

Ce qui nous donne :

$$\text{Treg}(i, j) = \text{UPROB}(3, \text{Treg1}, 0.3, 4/3 * \text{Treg1}, 0.4, 5/3 * \text{Treg1}, 0.3).$$

Remarque : Le temps aléatoire introduit dans le temps de réglage, est du essentiellement aux perturbations de non-disponibilité (d'outillages, d'outils, etc...); ainsi, du temps de réponse du régleur.

4- La cadence d'arrivée du lot de pièces (i), est définie selon la formule suivante :

$$C.A(i) = 232 * 16 / \text{Classe}(i)$$

5- Le nombre de postes dans le système retenu est de 81 postes. L'espace d'entreposage amont et aval dans chaque poste, est de huit lots.

6- Par le biais de l'instruction PERSONNEL, nous avons classé le personnels en treize classes. Une classe, pour les opérateurs des transporteurs, le reste aux opérateurs de chaque section sélectionnée précédemment.

7- Un opérateur par machine, introduit par l'instruction OPERATOR.

8- Prise en compte des pannes

MAP/1 permet de prendre en considération les problèmes de fiabilité, qui sont principalement des problèmes d'équipement plutôt que des problèmes de conception ou d'opérations. Un poste de travail est caractérisé par deux états: l'état de bon fonctionnement et l'état de panne.

Les données collectées et ajustées sur les D.P et T.B.F, sont introduites, par l'instruction FAILURE pour les postes de travail, et l'instruction BREAKDOWN pour les transporteurs

SIXIEME CHAPITRE

***VALIDATION DU MODELE
DE SIMULATION***

VI - VALIDATION DU MODELE DE SIMULATION

Introduction

Le travail de préparation de la simulation ayant été achevé, le programme écrit, il s'agit à présent de vérifier le modèle, puis d'établir le régime permanent, et ensuite de passer à la validation .

VI-1 Vérification du modèle :

Il s'agit de l'exécution du programme de simulation pour vérifier que son fonctionnement obéit aux exigences du modélisateur .

En ce qui concerne notre travail, nous avons opté pour une technique de vérification très usuelle : elle consiste à lancer la fabrication pièce par pièce, en suivant leur cheminement par l'instruction TRACE offerte par le simulateur MAP/1 de façon à vérifier que les séquences du processus sont bien conformes à celles prévues . On augmente petit à petit le débit des pièces, jusqu'à arriver au fonctionnement réel du système .

Cette technique fut très efficace et nous a permis de détecter les erreurs que comportait notre modèle et les rectifier .

VI-2 Régime permanent :

Dans toute expérience de simulation, on s'intéresse généralement au système dans son régime permanent, c'est à dire dans ses conditions normales d'opération. Les premiers temps de simulation ne sont pas représentatifs car, les conditions du modèle sont généralement vides (dans notre cas, les files d'attentes et les encours sont nuls) .

Il n'y a pas de règles satisfaisantes pour déterminer avec certitude et précision l'entrée en régime permanent , cependant des méthodes ont été utilisées avec succès, entre autre la méthode de CONWAY que nous avons adopté pour notre travail .

Pour cette méthode, il y a une certaine stabilité (régime permanent), si un point n'est ni maximum ni minimum .

Pas 1: Dans notre modèle, nous avons pris la durée de simulation d'une année.

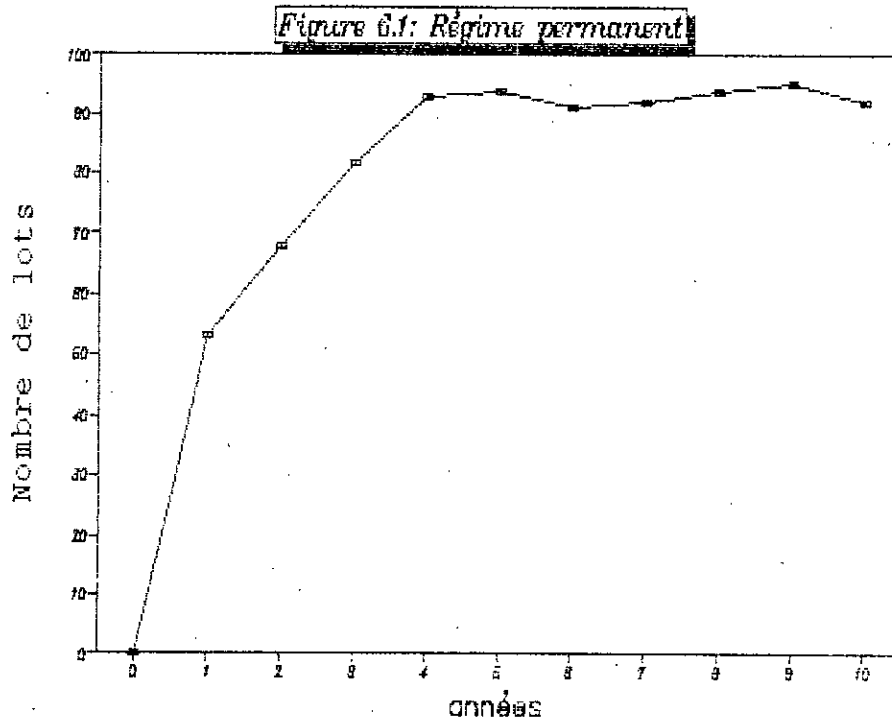
Pas 2 : Nous avons varié la période de simulation d'une à dix années.

Pas 3 : A chaque période de simulation, nous avons relevé le nombres de lots produits de la dernière année de la période considérée , à l'aide de l'option CLEAR qu'offre le MAP/1.

Le Tableau 6.1 ci-dessous et la courbe (Figure 6.1) récapitulent les résultats obtenus.

Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lots	53	68	82	93	94	91	92	94	95	92

Tableau 6.1 : Stabilité du modèle



D'après la courbe ci-dessus, nous remarquons que le régime permanent est atteint après une période de quatre années.

Nous allons donc considérer des périodes de simulation de cinq années, et nous éliminerons les quatre premières années, avec l'instruction : [CLEAR , 14848 ;]

Remarque : 14848 : représente le nombre d'heures en quatre années, sachant qu'en moyenne, le nombre d'heure ouvrable par année est de 3712 heures.

VI-3 : Validation du modèle par la production annuelle :

La validation du modèle, est une étape cruciale dans un processus de simulation. Elle consiste à déterminer si ce dernier est une représentation fidèle du système étudié.

Pour cela, des indices de performances sont employés pour juger de la crédibilité du modèle. Si la validation ne peut être accomplie de façon satisfaisante, le modèle ne pourra être retenu. Il importe donc, d'apporter beaucoup de soins à cette étape.

La validation du modèle est obtenue selon la procédure suivante

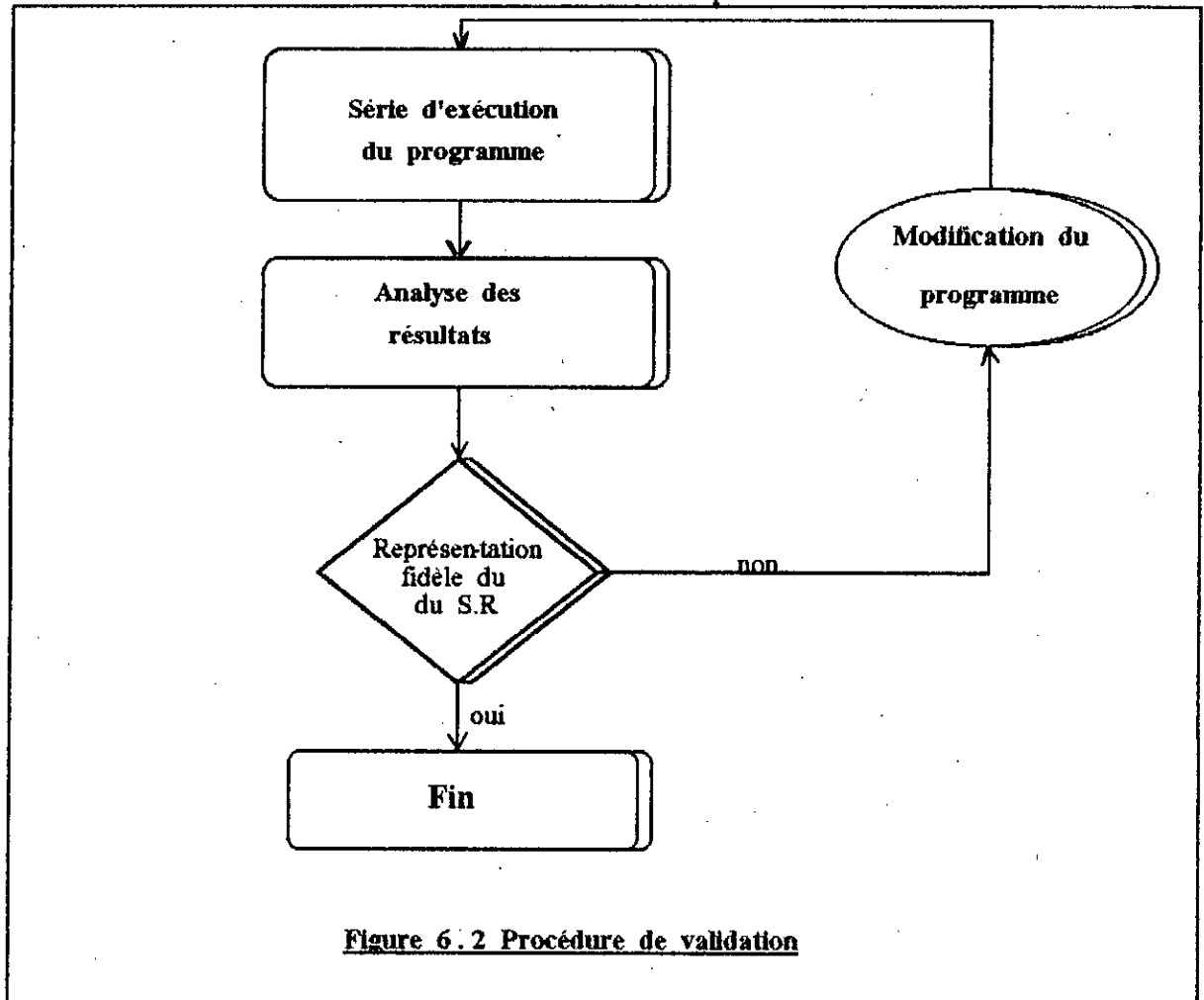


Figure 6.2 Procédure de validation

La production annuelle réalisée, représente un indice de performance très significative dans la validation du modèle retenu, pour cette raison, nous nous sommes intéressés à la production annuelle simulée exprimée en nombre de pièces réalisées, avec la production réelle réalisée pour l'année 1993.

Pour cela, nous avons effectué 10 simulations indépendantes, de durée d'une année, toute en prenant en considération le régime transitoire de quatre ans.

Les instructions de programmation sont comme suit :

```

BEGIN, __, Nombre de simulation : 10, __, Durée de Simulation 18560, __, __, __;
ECRITURE DU PROGRAMME COMPLET;
CLEAR, 14848;
SIMULATE; { Lancement de la deuxième simulation }
| { Même procédure jusqu'à la dixième simulation } |
SIMULATE; { Lancement de la dixième simulation }
CLEAR, 14848;
END;
  
```

Détermination des intervalles de confiance :

On appelle intervalle de confiance relatif à la variable à estimer, l'intervalle, tel que la probabilité, pour que cette limite se trouve à l'intérieur de cet intervalle, soit supérieure à une quantité donnée, qui caractérise le degré de confiance qu'on se fixe.

Ainsi déterminer un intervalle de confiance de 95 % pour la variable production annuelle relative à chaque pièce signifie de trouver X_1 et X_2 tel que :

$$P (X_1 \leq \text{production annuelle réelle} \leq X_2) \leq 0.95$$

Puisque, les variables générées par le logiciel MAP/1, sont indépendantes, alors les variables productions annuelles sont indépendantes. L'estimation de la moyenne suit, alors, une loi normale (théorème centrale limite).

$$\text{Soit la quantité : } T_i = (X_i - U_i) / (S_i / \sqrt{n}) \rightsquigarrow t_{n-1}$$

tel que :

X_i : moyenne de la production annuelle des 10 simulations de l'article i ,

S_i : variance échantillonnée,

$n = 10$: nombre de simulation,

t_{n-1} : t de student à $n-1$ degré de liberté.

Pour un degré de confiance de 95 %, l'intervalle de confiance est de la forme :

$$[X_i - t(0.25, 9) * S_i / \sqrt{10} , X_i + t(0.25, 9) * S_i / \sqrt{10}]$$

avec : $t(0.25, 9) = 2.262$

exemple : pour l'Article A 66, nous avons calculé les statistiques suivantes :

$$X = 1368$$

$$S = 68.40$$

on déduit $X_1 = 1319.07$

et $X_2 = 1416.92$

l'intervalle de confiance est : [1319.07 , 1416.92]

la production réelle du A66 dans l'année 1993 est de 1391 articles, donc la production moyenne simulée est acceptable.

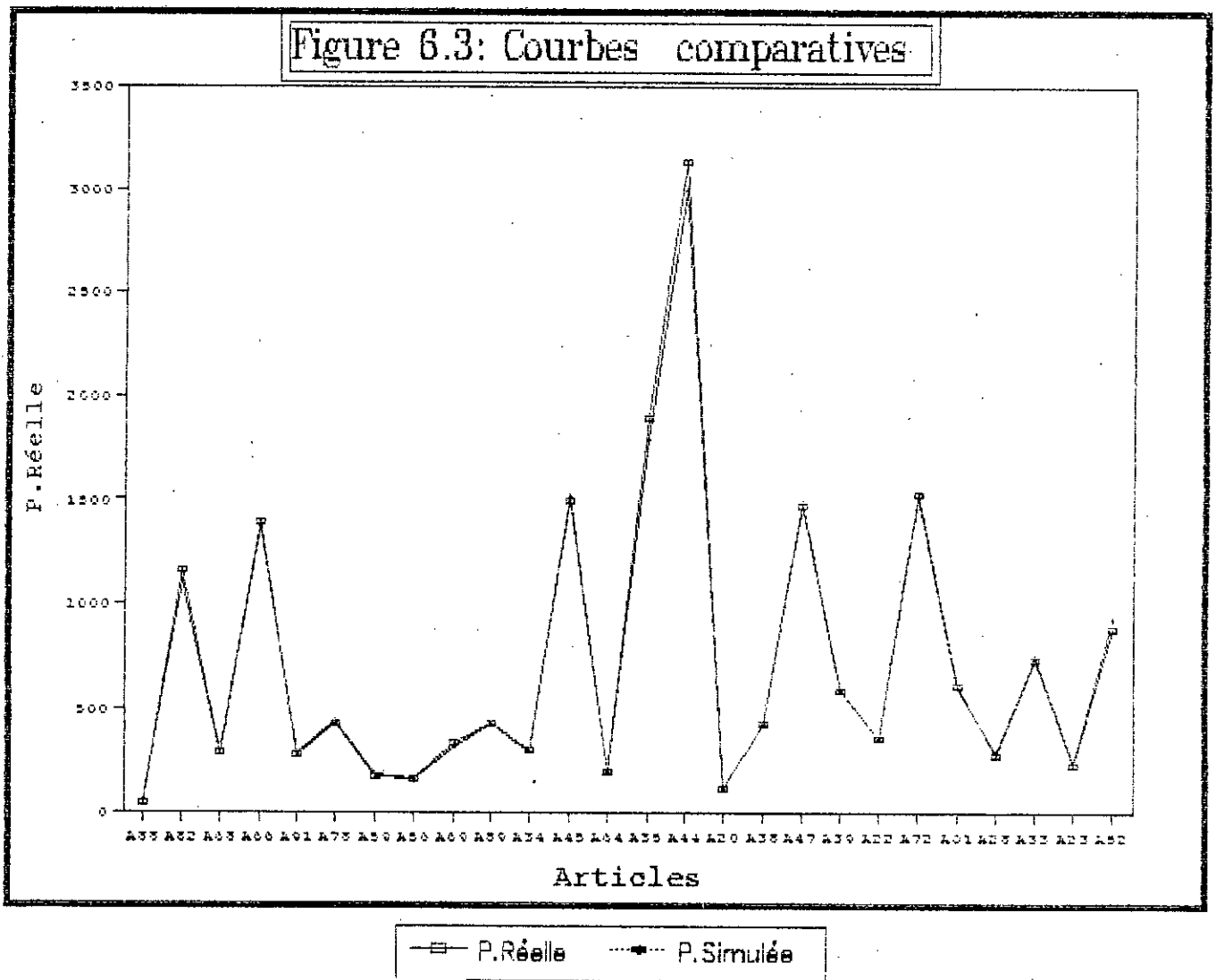
De la même façon, nous avons obtenu les résultats illustrés dans le Tableau 6.3

Articles	Production Réelle	Production moyenne Simulée	Intervalle de confiance
A88	52	54	[44.35 , 63.65]
A82	1160	1107	[1027.82 , 1198.72]
A68	290	278	[253.15 , 302.85]
A66	1391	1368	[1319.07 , 1416.93]
A91	278	286	[272.36 , 299.64]
A78	425	434	[413.30 , 454.70]
A59	175	180	[173.23 , 186.77]
A56	155	158	[152.35 , 163.65]
A69	328	314	[299.03 , 328.97]
A89	419	425	[414.88 , 435.12]
A34	300	283	[264.60 , 301.40]
A45	1484	1515	[1478.88 , 1551.12]
A64	182	195	[181.05 , 208.95]
A35	1898	1781	* [1674.83 , 1887.17]
A44	3136	3000	[2856.94 , 3143.06]
A20	110	114	* [110.74 , 117.26]
A38	422	427	[411.73 , 442.27]
A47	1470	1476	[1449.60 , 1502.40]
A39	580	578	[569.73 , 586.27]
A22	358	360	[356.32 , 363.68]
A72	1520	1500	[1476.75 , 1523.25]
A01	610	600	[587.49 , 612.51]
A28	272	284	* [275.77 , 292.23]
A33	733	740	[727.00 , 753.00]
A23	237	243	[234.35 , 251.65]
A52	880	927	[878.25 , 975.75]

Tableau - 6.3 : Comparaison des productions annuelles .

Il ressort de cette comparaison que l'ensemble des productions réelles sont contenues dans les intervalles de confiance correspondant aux valeurs simulées, à l'exception de l' Article A35 , A20 et A28 qui ressort de l'intervalle de confiance.

La figure 6.3 fait apparaître la comparaison graphique de la production moyenne simulée et la production réelle .



Conclusion :

Au terme de ce chapitre, nous nous sommes assurés de la validité de notre modèle, grâce à des techniques statistiques, nous avons pu détecter le régime permanent qui est de quatre années, ainsi de la fiabilité des résultats obtenus par la simulation à un seuil de 95 %.

SEPTIEME CHAPITRE

PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS DE SIMULATION

VII PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS :

Pour détecter les ressources les plus critiques qui conditionnent la fabrication des articles de la BBS 450 PMT, et quantifier les performances actuelles du système conformément avec l'objectifs assignés à l'étude, nous allons examiner les critères d'évaluation suivants :

- * L'Etat d'avancement de chaque article (fabrication en retard ou en avance).
- * Pour chaque lot d'article, le temps de séjour dans le système (cycle opératoire moyen).
- * Les attentes des articles devant chaque ressource nécessaire (Outillage, Poste, Manutention).

VII-1- Etat d'avancement des articles :

Le tableau 7.1 présente l'Etat d'avancement des 26 articles du système (réalisation en avance, réalisation en retard), pour une durée d'une année de Simulation.

Articles	Nb de lot lancé	Nb de lot en avance	Nb de lot en retard	Articles	Nb de lot lancé	Nb de lot en avance	Nb de lot en retard
A88	3	0	3	A35	1	0	1
A82	9	0	9	A44	3	0	3
A68	2	0	2	A20	1	0	1
A66	8	4	4	A38	7	2	5
A91	2	0	2	A47	3	0	2
A78	2	0	2	A39	2	0	2
A59	4	0	4	A22	8	0	8
A56	2	0	2	A72	5	0	5
A69	1	1	0	A01	3	0	3
A89	3	0	3	A28	1	0	1
A34	1	0	1	A33	1	0	1
A45	5	0	5	A23	9	0	9
A64	5	5	0	A52	3	0	3

Tableau 7.1 : Comparaison de l'Etat d'avancement des articles .

D'après le tableau 7.1, on remarque que la majorité des articles sont réalisés avec un retard considérable. Ce tableau confirme ce que nous avons constaté auprès des responsables du service ordonnancement.

VII-2 - Temps de séjour dans le système "Time in system" :

Le tableau 7.2, présente les temps moyens de séjour de chaque lot d'articles dans l'atelier.

Nb : Dans le tableau 7.2, le temps de séjour est exprimé en jour.

Articles	T. Séjour	Articles	T. Séjour	Articles	T. Séjour
A88	37.56	A89	56.56	A39	43.20
A82	25.19	A34	37.14	A22	13.58
A68	121.85	A45	79.85	A72	68.61
A66	55.90	A64	24.43	A01	49.28
A91	114.59	A35	74.01	A28	34.73
A78	75.46	A44	30.40	A33	35.07
A59	44.76	A20	68.44	A23	8.46
A56	56.69	A38	50.49	A52	12.68
A69	93.13	A47	83.77		

Nous remarquons que certains articles plus critiques (en temps de séjour dans le système), sont souvent, les causes principales du retard de montage de la boîte à vitesse. Pour cette raison une planification particulière de ces articles s'impose, afin de minimiser le temps de séjour global de la boîte à vitesse, qui dépend essentiellement de la variation des temps de réalisation des articles critiques.

L'histogramme de la figure 7.1 permet de visualiser les Temps de Séjour de manière à détecter les articles les plus critiques.

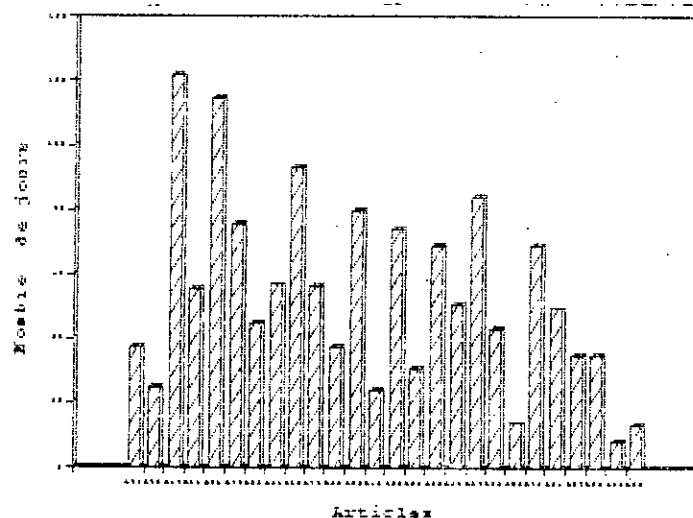


Figure 7.1 : T. M de Séjour

VII-3 - Les attentes devant les ressources :

Le tableau 7.3 présente les temps d'attente moyens des articles devant chaque ressources , à savoir :

- Temps d'attente moyens du mise en place de l'outillage (Réglage);
- Temps moyens d'attente devant les postes de travail;
- Temps moyens de réponse de manutention .

Articles	T. de Réglage 'outillages' (h)	T.d'Attente devant les postes (h)	T. de réponse des transporteurs (h)	Cumule des temps d'attente
A88	39.14	314.24	40.27	393.65
A82	32.50	130.48	18.50	181.48
A68	69.00	1318.14	68.40	1455.54
A66	25.75	520.40	17.70	563.85
A91	32.13	1570.40	57.8	1659.93
A78	30.27	880.00	63.13	973.4
A59	22.12	619.22	33.56	674.9
A56	9.19	817.20	19.14	845.53
A69	39.47	1102.48	48.80	1190.75
A89	22.07	712.25	52.10	786.43
A34	15.13	392.18	10.42	417.73
A45	25.07	972.86	60.05	1057.98
A64	08.68	354.00	11.50	374.18
A35	63.00	648.25	16.15	727.4
A44	29.40	302.15	7.35	338.9
A20	47.52	918.30	49.96	1015.78
A38	9.12	715.73	34.08	758.93
A47	29.50	1038.07	31.50	1099.07
A39	11.18	500.62	24.63	536.43
A22	7.82	141.14	37.14	186.10
A72	32.10	944.09	30.30	1006.40
A01	38.20	635.06	22.14	695.4
A28	15.67	412.25	22.05	449.97
A33	15.76	330.72	13.95	360.43
A23	08.16	92.86	23.53	124.55
A52	08.37	98.40	03.95	110.92

Tableau 7.3 : Répartition des temps pour les différentes ressources.

Du tableau 7.3 , on peut lire le temps non négligeable que nécessite le réglage de l'outillages, ce temps qui est souvent sous-estimé par le service METHODES du C.V.I .

On peut également lire le temps de réponse des moyens de manutention, qui est considérable. Ce temps n'est pas comptabilisé au niveau du service A.M.T(Analyse et Mesure des Temps).

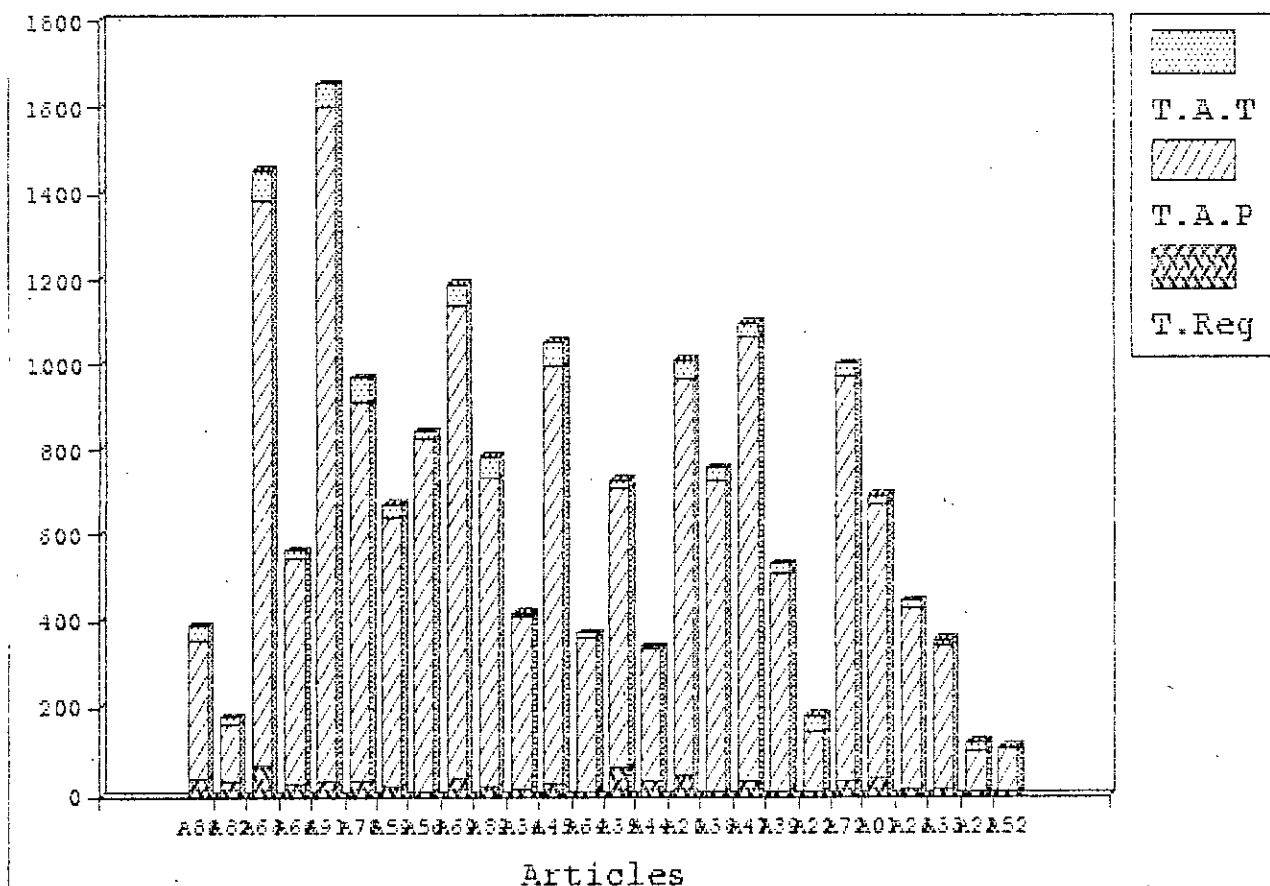
Ce temps occupe pour certain articles 5, 10, voire 18 % du temps total moyen de fabrication . Cela est du essentiellement à :

- La Gamme opératoire des articles qui demande un grand nombre de déplacement inter-postes.
- Le nombre limité de moyens de manutention (10) pour tout le centre mécanique.
- Les pannes fréquentes des moyens de manutention.

Du même tableau 7.3 , on peut remarquer que les temps d'attente des articles devant les postes, peut atteindre 90% du temps de cycle , cela peut s'expliquer par :

- Le temps opératoire important de l'article sur le poste ;
- Le taux de panne élevé des postes .

La figure 7-2 permet de visualiser selon un histogramme des cumules les temps d'attentes de chaque article.



Afin de classer les articles selon le cumule des temps d'attente, nous avons procédé à un classement des articles selon leurs temps d'attente cumulé qui a donné les résultats du tableau 7-4 :

Classes	Familles d'articles	Nb d'articles
[110 , 375]	A82, A64, A44, A22, A33, A23, A52	7
[375 , 640]	A88, A66, A34, A39, A28	5
[640 , 905]	A59, A56, A89, A35, A38, A01	6
[905 , 1170]	A78, A45, A20, A47, A72	5
[1170 , 1435]	A69	1
[1435 , 1700]	A68, A91	2

Tableau 7.4 : Classification des articles.

On peut lire du tableau 7.4 quels sont les articles les plus critiques en temps d'attente. Ces articles doivent être pris en considération lors de l'établissement du plan de production de la boîte à vitesse, sachant que le rapport de mesure des temps total du système (voir Annexe : 5 résultats) indique la proportion du temps d'attente moyenne dans le système et qui est de l'ordre de 70 % .

Une étude détaillée des postes s'est avéré nécessaire, suite au résultats établis au tableau 7.3 . Pour cela, nous allons analyser le rapport de l'inventaire des postes de travail (Station Inventory Report) offert par le MAP/1 .

VII.4 Les postes de travail :

Le tableau 7.5, présente les charges des différents postes présent dans le système, ainsi que les caractéristiques de leurs files d'attente (longueur , temps moyen d'attente).

Postes	T. C	L.F.A	T.A.M				
P101	5.10	0.62	12.30	P604	25.12	0.72	17.20
P105	4.12	0.38	13.07	P605	29.64	0.81	23.10
P108	5.22	0.30	10.10	P606	4.17	0.06	6.70
P202	51.20	0.80	20.38	P609	18.32	0.31	13.00
P204	7.02	0.15	9.50	P610	31.70	0.70	25.21
P205	11.19	0.40	12.56	P611	28.15	0.66	21.13
P206	1.21	0.00	0.00	P612	28.25	0.04	20.80
P301	92.05	6.12	146.70	P613	3.18	0.00	2.80
P302	15.00	0.20	18.32	P614	6.20	0.44	3.55
P303	21.42	0.30	22.08	P615	1.80	0.00	1.00
P304	66.10	0.92	40.60	P618	8.00	0.04	4.70
P305	68.30	1.03	44.52	P619	77.45	1.70	66.75
P306	2.03	0.08	0.80	P620	28.32	0.38	19.19
P307	4.70	0.70	9.78	P701	6.12	0.36	7.12
P308	24.18	0.65	14.40	P702	6.34	0.11	7.40
P309	34.14	0.82	26.39	P703	5.90	0.15	5.00
P310	32.15	0.80	28.00	P704	6.06	0.80	8.33
P311	59.08	0.90	36.88	P705	6.32	0.40	6.90
P401	32.20	0.55	26.06	P706	7.15	0.55	4.70
P402	24.06	0.24	18.16	P707	12.08	0.78	10.30
P403	3.15	0.00	3.10	P708	6.28	0.14	4.44
P404	67.00	1.30	60.13	P709	5.86	0.21	3.11
P405	18.32	0.20	14.92	P710	6.05	0.17	4.70
P407	82.19	3.20	132.18	P711	13.40	0.72	11.47
P408	3.38	0.02	11.00	P712	5.90	0.30	6.18
P409	91.09	5.13	159.30	P801	100.00	48.40	266.80
P410	16.80	0.09	10.02	P802	100.00	55.13	290.20
P411	30.93	0.40	28.22	P803	64.10	1.04	48.25
P412	90.10	6.70	142.50	P804	2.00	0.00	1.20
P413	96.05	8.10	160.48	P805	52.15	2.08	28.35
P501	40.60	0.99	19.30	P901	18.35	0.94	10.00
P502	34.63	1.00	20.50	P1001	19.20	0.98	9.55
P503	54.50	1.14	36.10	P1101	36.18	1.12	13.05
P504	32.17	0.73	17.14	P1102	3.19	0.00	1.22
P505	28.11	1.04	22.52	P1103	10.11	0.41	4.57
P506	44.09	0.62	24.13	P1104	9.13	0.19	4.00
P507	30.28	0.23	20.84	P1105	11.00	0.30	3.70
P508	2.05	0.01	6.16	P1106	10.09	0.35	7.20
P509	13.00	0.08	11.00	P1107	10.35	0.62	2.35
P510	18.20	0.50	14.70	P1108	9.35	0.51	4.54
P511	93.40	5.41	152.44	P1201	6.20	0.40	14.60
				P1202	55.15	0.70	34.00

Tableau 7.5 : inventaire des postes

NB:

T.C : Taux de charges(%),

L.F.A : Longueur des files d'attentes (lots),

T.A.M : Temps d'attente moyen (heures).

Au vu de ce résultat, on remarque que les postes de l'atelier ne sont pas chargés de la même manière :

- Dans l'atelier, il existe des postes spécialisés dans un type d'opération ce qui entraîne soit une forte occupation, soit une faible occupation selon le nombre d'articles usinés sur ces postes.
- Dans les gammes opératoires, les temps d'usinage des lots d'articles diffèrent d'un poste à un autre.
- L'occurrence des pannes et les durées d'immobilisation changent d'un poste à un autre.

Pour faciliter l'analyse, nous avons procédé à un classement des postes suivant leurs taux d'occupation. Nous avons dégagé trois classes :

Classe A : Taux d'occupation inférieur à 60 % :

La classe A regroupe 68 postes, soit plus de 83 % des postes retenus.

Les postes de cette classe sont sous-exploités. Deux raisons peuvent être à l'origine de cette sous-utilisation :

- Immobilisations fréquentes et prolongées;
- Nombre réduit de lots qui sont usinés sur ces postes.

Classe B : Taux d'occupation compris entre 60 et 80 % :

Elle regroupe 5 postes, ce qui représente environ 7 % des postes retenus. Ces postes sont caractérisés par des files d'attente moyennes.

Classe C : Taux d'occupation supérieur à 80 % :

Cette classe regroupe les 10 % qui reste des postes. Elle est caractérisée par les postes qui freinent le flux des articles, ils sont nommés postes critiques ou ressources critiques, ils sont caractérisés par des temps d'attente trop longs et conditionnent ainsi la production.

Dans cet même classe, nous constatons l'existence de deux goulots d'étranglements à savoir les postes P801 et P802 (taux d'occupation à 100 %)

Conclusion :

Les résultats obtenus des rapports offert par MAP/1, tels que

- le rapport de mesure des temps de chaque article (Time measurement report),
- le rapport du temps total du système (Total system report),
- ou bien le rapport d'inventaire des postes de travail (Station inventory report);

nous ont permis non seulement de détecté les articles critiques en terme de délai de réalisation, mais aussi, pour étudier la politique d'investissement des postes les plus surchargés, afin d'exploiter les autres ressources (non critiques) d'une manière optimale.

CONCLUSION GENERALE

La complexité des systèmes de production permet rarement une approche analytique. La simulation prend alors toute son importance.

Notre travail effectué au sein de l'atelier mécanique du CVI s'insère dans le domaine de la simulation des systèmes de production.

Notre objectif était l'étude détaillée des ressources qui rentrent dans la réalisation de la Boîte à Vitesse BBS 450 PMT pour mettre à la disposition des responsables un outil d'aide à la décision pour l'élaboration des plans directeurs de productions.

Nous avons commencé l'étude par la définition du problème et la spécification des objectifs. Après une présentation des systèmes de production, nous avons fait une revue de quelques méthodes de gestion ainsi que quelques approches de simulation. Pour arriver à retenir la simulation comme outil approprié à notre étude.

Dans la phase suivante, nous avons construit notre modèle de simulation, décrivant le fonctionnement réel de l'atelier, en tenant compte de tous les éléments qui le constituent (articles, postes de travail, outillage, moyen de manutention, ...).

MAP/1 nous a permis grâce à ses nombreuses fonctionnalités d'avoir une représentation assez simple du cycle réel.

La collecte des données nécessaires à l'exécution du programme de simulation est une étape cruciale et très importante "Garbage in, Garbage out", car sans données fiables on ne peut pas prétendre construire un modèle qui reflète la réalité et qui donnera de bons résultats.

La validation du modèle qui elle aussi est une étape très importante, consiste à tester le comportement du modèle vis à vis de la réalité. Au niveau de cette étape nous nous sommes assuré de la validité du modèle, ce qui nous a permis d'appréhender la phase d'analyse des résultats. Ces résultats nous ont permis d'identifier les articles clés de la boîte à vitesse et de localiser les ressources critiques correspondantes à la fabrication de la BBS 450PMT.

Enfin, cette étude nous a été très bénéfique dans la mesure où elle nous a permis de se rapprocher du domaine de la gestion de production et de maîtriser deux logiciels très importants pour un ingénieur en GENIE INDUSTRIEL à savoir le MAP/1 et UNIFIT.

RECOMMANDATIONS

En ce qui concerne les perspectives, il semble intéressant pour les responsables du C.V.I d'exploiter ce travail dans les directions suivantes :

1° - Généraliser cette étude pour tous les organes du centre mécanique, ensuite pour tout les centres du complexe pour passer à un niveau supérieur ,
AU PLAN DIRECTEUR .

2° - Généraliser la procédure d'ajustement des données de fiabilité des postes et des moyens de manutention, pour une meilleur gestion de la
MAINTENANCE .

3° - Généraliser pour de nouveaux produits (pièces, organes, véhicules), ce qui aidera facilitera d'une part, l'affectation optimale des ressources disponibles selon les articles les plus critiques en temps (ou en valeur monétaire) et d'autre part, donnera une meilleure flexibilité dans la planification de production .

Enfin, un renforcement de l'équipe de maintenance, la prévision d'un stock de pièces de rechange , une meilleure organisation des opérations de maintenance augmentera considérablement la disponibilité des machines et par conséquent une meilleur circulation des flux de produits , ce qui entraînera sans doute un respect du délai de livraison aux clients ;

BIBLIOGRAPHIE

1. [AMM . 85] : M. AMMAR ; J.L.DAMRET ; J.P.KIEFFER
"Utilisation d'un Macro Langage dédié à la simulation des systèmes de production"
Actes Congrès INRIA -Systèmes de production - Avril 1985.
2. [BAG . 90] : G BAGLIN " Management Industriel et logistique " 1990.
3. [BAR . 87] : P.BARANGER " Gestion de la production " 1987.
4. [BER . 82] : P.BERGERON " La gestion moderne, théorie et cas " 1982
5. [CER . 88] : A.CERNAULT " Simulation des systèmes de production " 1988.
6. [CIF . 91] : C.I.F.O.P , C.V.I " Seminaire de G.P.A.O " 1991.
7. [DOU . 83] : DOUMEINGHTS " La G.P.A.O " 1983.
8. [KER.92] : Y.KERBOUA "Optimisation du flux dans l'atelier "FERRURE"
du C.V.I par la Simulation " THESE DE MAGISTER . ENP.1992
9. [NOU . 86] : J. NOULLET " La gestion des opérations
et de la production " 1986.
10. [PRO . 81] : A.R.PROBST " Langages de simulation "
Technique de l'ingenieur, traité information , Mars 81
11. [SAF . 91] : S.A.F.O.R.M " Planification de la production " 1991
- 12.[TEW . 80] : L. TEWFIK : "Gestion de la production et des opérations " 1980
13. [VIL . 89] : L. VILLENEUVE, "Guide de l'utilisateur de MAP/1,traduction
du texte de Pritsker and Associates. Inc." Ecole Polytechnique
de MONTREAL 1989.

ANNEXE

Annexe 1

TABLEAU 1.1 Type de véhicule fabriqué au C.V.I

Gamme	Designation	Type
Basse	K66	Porteur 4x2
	K120	Porteur 4x2
Militaire	M120	Porteur 4x4
	M230	Porteur/ Tracteur 6x6
Haute	B260	Porteur 4x2
	TB305 (4x2)	Tracteur 4x2
	TB305 (6x4)	Tracteur 6x4
	C260 (4x2)	Porteur/ Tracteur 4x2
	C260 (6x4)	Porteur/Tracteur 6x4
	C290 (4x2)	Porteur/ Tracteur 4x2
	C290 (6x4)	Porteur/ Tracteur 6x4
Autocars et Autobus	49 V8	Autocars
	100 V8	Autobus
	25 L 4	Mini-car
	70 L 6	Mini-bus
	38 L 6	Mini-car

Annexe 2-1

CARACTERISTIQUES
DES 91 ARTICLES

CODE	CODE CVI	DESIGNATIONS	CO
A01	118381	FOURCHETTE	01
A02	128193	PISTON 10	01
A03	138361	ENSEMBLE PLAQUE ARR	01
A04	138363	RONDELLE	01
A05	138364	PLAQUE ARRIERE	01
A06	138368	BOUCHON	01
A07	160319	RONDELLE	01
A08	160389	EQUERRE	01
A09	160462	PORTE JOINT 20	01
A10	160687	PORTE JOINT 10	01
A11	160688	PORTE JOINT 10	01
A12	160689	TIGE DE PISTON	01
A13	160696	ENTRETOISE	01
A14	160697	PLAQUE 10	01
A15	160698	BAGUE	01
A16	160699	AXE PIGNON	01
A17	160701	BAGUE	01
A18	160756	VIS 10	01
A19	161002	FOURCHETTE 10	01
A20	161003	AXE D'ENTREE 10	01
A21	161004	BAGUE	01
A22	161013	PISTON RECEPTEUR 10	01
A23	161017	COULISSEAU 10	01
A24	163234	FOURCHETTE 20	01
A25	163376	AXE	01
A26	163377	RONDELLE	02
A27	163379	RONDELLE	01
A28	163406	COULISSEAU MAR	01
A29	163412	REGLETTE	01
A30	163416	ENTRAINEUR 3/4 10	01
A31	163417	ENTRAINEUR 1/2 10	01
A32	163418	FOURCHETTE 3/4 10	01
A33	163419	FOURCHETTE MAR 10	01
A34	163421	ENTRAINEUR PRINCIPAL	01
A35	163428	CUVETTE	01
A36	163433	PLAQUE ARRIERE	01
A37	163438	COUVERCLE 10	01
A38	163440	COULISSEAU 1 2	01
A39	163442	COULISSEAU 3 4	01
A40	163443	MOYEU M/R 10	01
A41	163455	AXE	06
A42	163463	VIS FIX FOURCHETTE	02
A43	163464	CHAPE	01
A44	163480	AXE SYNCHO 10	06
A45	163504	RECEPTEUR 2	01
A46	163505	ENSEMBLE RECEPTEUR 10	01
A47	163525	MANCHON 1400 BOITE	01

A48	163526	VIS 20	01
A49	163527	COULISSEAU S 6	01
A50	163528	PIGNON INTERMEDIAIRE	01
A51	163529	RONDELLE	01
A52	163538	FOURCHETTE	01
A53	163540	ENTRENEUR	01
A54	163570	BOULE	01
A55	163968	ENSEMBLE CARTER BA0	01
A56	163969	CARTER FA 8288	01
A57	164234	REGLETTE	01
A58	164455	AXE	03
A59	164469	PIGNON INTERIEUR 10	01
A60	164567	PIGNON	01
A61	164868	TIGE PRINCIPALE	01
A62	164871	VIS TACHY	01
A63	164877	PLAQUE	01
A64	164934	ENSEMBLE PNIFFRE 150	01
A65	164939	ARBRE	01
A66	164971	CLOCHE	01
A67	164972	ENSEMBLE CLOCHE	01
A68	164974	ARBRE INTERIEUR	01
A69	164977	RECEPTEUR 1	01
A70	164978	ENSEMBLE RECEPTEUR 1	01
A71	164980	RECEPTEUR MAR	01
A72	164982	PIGNON INVERSEUR MAR	01
A73	165078	MANCHON	01
A74	165079	COULISSEAU	01
A75	165081	SUPPORT	01
A76	165083	LEVIER DEBRAYAGE	01
A77	165388	ENSEMBLE COUVERCLE	01
A78	165627	ARBRE PRINCIPAL 10	03
A79	166907	BAGUE 10	01
A80	166420	GOUJOU	01
A81	166493	ENSEMBLE PIGNON TACH	01
A82	166940	CARTER	01
A83	235685	ECROU H16R150	06
A84	1140409	ENSEMBLE COUVERCLE	01
		GRILLE	
A85	1141613	TRUMPETTE	01
A86	1141983	ECROU LINE GLE	27
A87	1141984	PALIER TACHY	01
A88	1059037	BES 450 PMU	01
A89	5000655018	RECEPTEUR	01
A90	5000655019	REGLETTE 32M 10PM	01
A91	5660655922	ARBRE DE COMBITE	01

Annexe N° : 2.2

Classement A.B.C

Code Article	UTS	Cumule des UTS	% du cumule
A88	146.25	146.25	10.10
A82	96.45	242.70	16.77
A68	84.05	326.75	22.75
A66	76.10	402.85	27.83
A91	74.09	476.94	32.95
A78	58.28	535.22	36.98
A59	49.49	584.71	40.40
A56	42.65	627.36	43.35
A69	40.19	667.55	46.12
A89	39.65	707.20	48.86
A34	39.40	746.60	51.58
A45	38.26	784.86	54.22
A64	38.00	822.86	56.85
A35	37.33	860.24	59.43
A44	33.00	893.24	61.71
A20	31.89	925.13	63.92
A38	30.86	955.99	66.05
A47	30.40	986.39	68.15
A39	29.70	1016.09	70.20
A22	26.02	1042.11	72.00
A72	22.96	1065.07	73.59
A01	20.95	1086.02	75.03
A28	20.72	1106.74	76.47
A33	20.62	1127.36	77.89
A23	20.19	1147.55	79.29
A52	20.05	1167.60	80.27
A06	17.70	1185.3	81.90

A87	17.48	1202.78	83.10
A31	16.40	1219.1812	84.23
A85	16.23	1235.41	85.36
A62	15.94	1251.35	86.46
A11	15.40	1266.75	87.52
A17	13.98	1280.73	88.49
A16	13.75	1294.48	89.44
A40	12.83	1307.31	90.32
A84	12.15	1319.46	91.12
A12	11.55	1331.01	91.96
A65	10.93	1342.94	92.71
A57	10.35	1352.29	93.43
A36	10.30	1362.59	94.14
A30	10.05	1372.64	94.84
A15	8.66	1381.30	95.44
A19	8.55	1389.85	96.03
A90	8.24	1398.09	96.60
A02	7.81	1405.90	97.14
A27	7.48	1413.38	97.65
A51	6.90	1420.28	98.13
A25	4.55	1424.83	98.44
A80	4.24	1429.07	98.74
A29	3.95	1433.02	99.01
A46	3.95	1436.97	99.28
A79	3.81	1440.78	99.55
A42	3.20	1443.98	99.77
A60	1.91	1445.89	99.89
A14	1.45	1447.37	100.00

ANNEXE 3

CARACTERISTIQUES DES POSTES

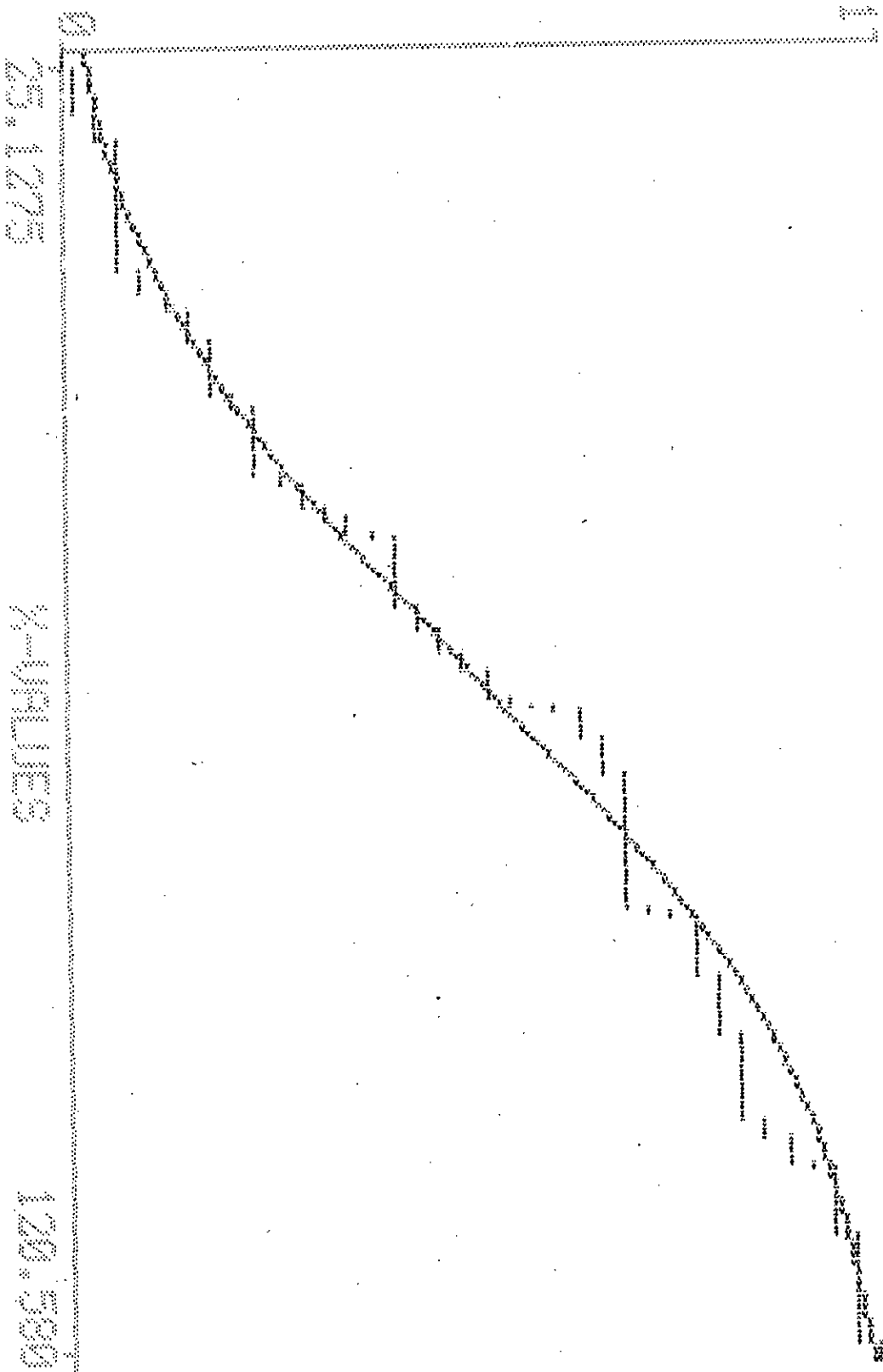
POSTE	CODE CVI	DESIGNATION	Nb de MACHINES
P101	11130	TOUR ACC 300	1
P105	11330	TOUR TS3 /BARRES	7
P108	11421	TOUR BECHET MOD 25	1
P202	32151	PERCEUSE SUPER MEC	2
P204	32751	MACHINE TEST	1
P205	52371	SEIE DEMERGEUR	3
P206	52922	FRAISEUSE MC	1
P301	11160	TOUR PARALLELE AMC P240	3
P302	11360	TOUR SEMI AUTOMATIQUE TS5	2
P303	11361	TOUR SEMI AUTOMATIQUE TP10	2
P304	11630	TOUR SYNCHRONE SM 760	2
P305	11631	TOUR SYNCHRONE PM 310	2
P306	11632	TOUR SYNCHRONE AM 310	2
P307	11650	TOUR SYNCHRONE SM 150	2
P308	11981	TOUR HES 400	1
P309	11982	TOUR CNC HB3	1
P310	32480	TOUR AUTOMATIQUE	1
P311	44330	BROCHEUSE VERTICALE 25T	1
P401	31130	FRAISEUSE A LEVIER FH 40L	1
P402	31830	FRAISEUSE HORIZONTALE FH 60	1
P403	32230	PERCEUSE MULTIPLE 3B	1
P404	32240	PERCEUSE MULTIPLE 4B	1
P405	32241	PERCEUSE MULTIPLE 2B	1
P407	51350	TAILLEUSE PFAUTER P400	3
P408	51360	TAILLEUSE PFAUTER RA 300B	1
P409	51430	TAILLEUSE DEMM SRI 180	3
P410	51432	TAILLEUSE LORENZ LS 400	1
P411	51433	TAILLEUSE LORENZ LS 300	1
P412	51730	MACHINE A LAVER REDRING GCU	2
P413	51950	FRAISEUSE ENTRE DENTS HURTH ZK 10	1
P501	42360	RECTIFIEUSE UNIVERSELLE CC	1
P502	42361	RECTIFIEUSE UNIVERSELLE CC 5023N	2
P503	42450	RECTIFIEUSE LARBOO L200C	2
P504	42472	RECTIFIEUSE MICROREX 510	1
P505	42570	RECTIFIEUSE EXTERIEURE 5132N	2
P506	42630	RECTIFIEUSE INTERIEURE VOUMARD 3AF	1
P507	42650	RECTIFIEUSE INTERIEURE VOUMARD 6AF	3
P508	42740	RECTIFIEUSE CANNEL DEMM	1
P509	42910	RECTIFIEUSE CENTRE ZS 4	1
P510	53630	PRESSE LBM	1
P511	94610	MACHINE CLE BRUIT DEMPRI 500	1

Annexe 3

P604	11720	TOUR VERTICAL SUAFFLENSTANE	2
P605	13210	ALESEUSE CORMAC	1
P606	13860	ALESEUSE DERAGNE	1
P609	31850	FRAISEUSE HORIZONTALE FH 80	2
P610	31851	FRAISEUSE HORIZONTALE FH 90	1
P611	31852	FRAISEUSE FOREST HDO	1
P612	31853	FRAISEUSE FOREST HDQ	1
P613	31950	FRAISEUSE FOREST F.V.D.O	1
P614	32150	PERCEUSE GSP 205 S	1
P615	32151	PERCEUSE GSP 205 R	3
P618	32550	PERCEUSE GSP 405T 125	2
P619	32560	PERCEUSE GSP 405T 150	8
P620	54410	TOUR SCEMING AUTOMATIQUE	1
P701	02250	POSTE MONTAGE ENSEMBLE	1
P702	02251	POSTE MONTAGE BAGAGE	1
P703	02252	POSTE MONTAGE M E P	1
P704	02253	POSTE MONTAGE PLAQUE	1
P705	02254	POSTE MONTAGE PLAQUE	1
P706	02255	POSTE MONTAGE PLAQUE	1
P707	02271	POSTE MONTAGE CARTER	1
P708	04350	POSTE MONTAGE BUTEE	1
P709	04351	LIGNE DE MONTAGE	6
P710	53630	PRESSE LBM 10T	1
P711	53631	PRESSE LBM 10T	1
P712	94750	BANC D'ESSAI	2
P801	96850	TRAITEMENT THERMIQUE	4
P802	98140	TRAITEMENT THERMIQUE	1
P803	INFRA	TRAITEMENT THERMIQUE	1
P804	96240	FOUR HOMO CARB	1
P805	96721	MACHINE A DEFILER VERTICALE HF	1
P901	44221	BROCHEUSE K.K	1
P1001	11791	TOUR CNC MINGANTI	1
P1101	11162	TOUR GAZNEUVE HB 725	1
P1102	11166	TOUR GAZNEUVE HB 726	1
P1103	11168	TOUR A.M.C P240	1
P1104	32150	PERCEUSE GSP 205 R	1
P1105	32153	PERCEUSE SUPERMEC	1
P1106	32481	PERCEUSE SUPERMEC MULTIBROCHES	1
P1107	42572	RECTIFIEUSE JONDRON	1
P1108	44341	BROCHEUSE	1
P1201	11621	TRANSPILOTE	1
P1202	32152	PERCEUSE VERTICALE G S P	2

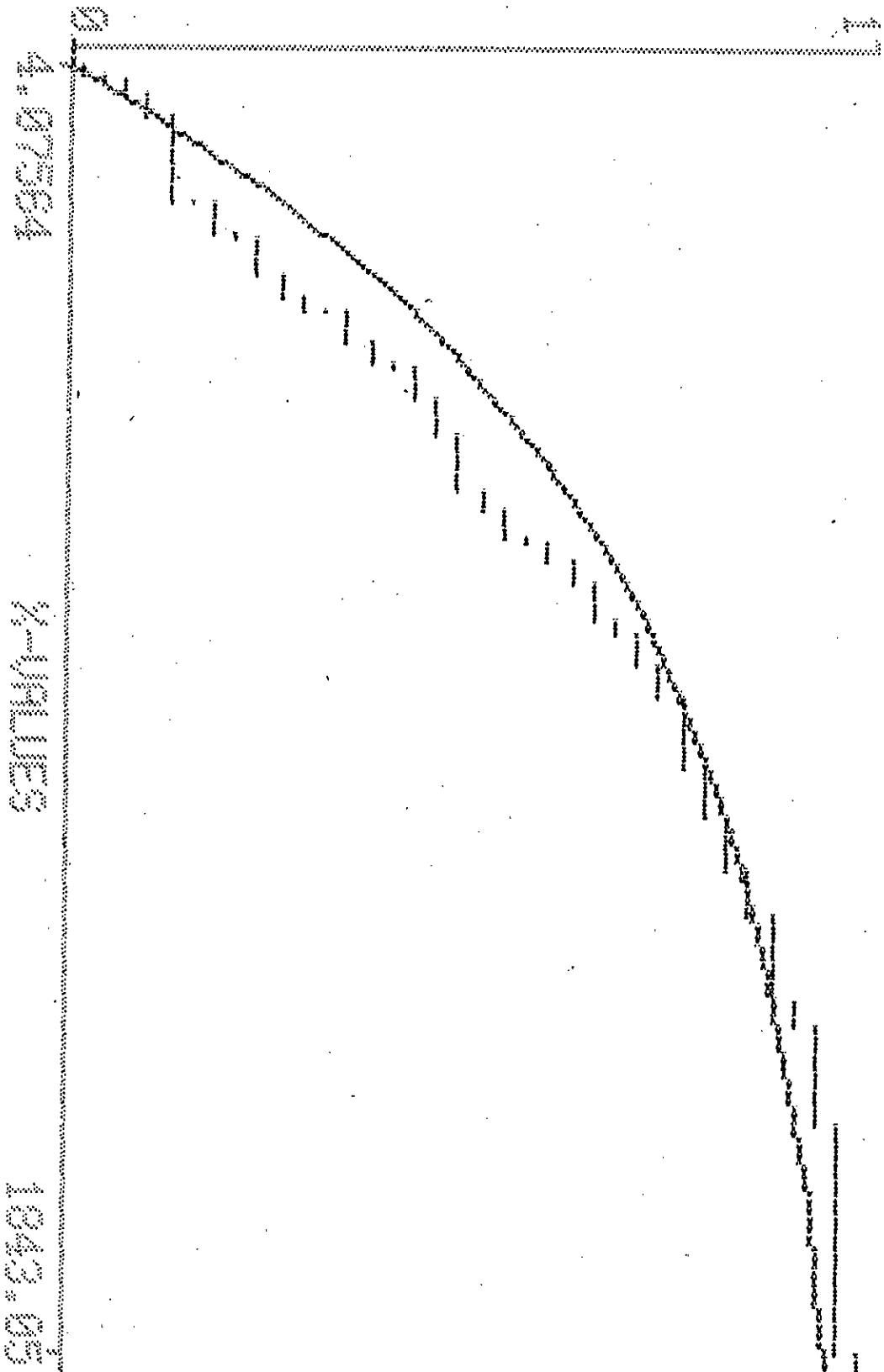
MOCH-4072320
03M-4032M0300 M

CUMULATIVE FREQUENCY COMPARISON OF MODEL 1
AND SAMPLE # D.P. P.204



MCH-IMPRESO
COM-032MCOM307

CUMULATIVE FREQUENCY COMPARISON OF MODEL 1
AND SAMPLE "A" 1964



Annexe 4-3

POSTE	D.P : loi Moyenne	<u>NOIRMALE</u> Ecart-type	T.B.F loi Exp(moyenne)
P101	71.95	35.04	547.67
P105	25.00	13.98	370.14
P108	12.29	07.56	477.67
P202	94.90	64.34	803.55
P204	70.16	25.00	826.92
P205	43.76	23.58	618.67
P206	30.59	22.12	311.07
P301	102.85	68.50	542.19
P302	16.84	09.67	453.63
P303	21.04	11.20	353.06
P304	13.40	02.93	206.05
P305	08.93	05.66	475.18
P306	29.34	18.18	259.26
P307	44.54	30.24	321.25
P308	21.28	15.12	371.45
P309	71.35	38.04	481.00
P310	33.80	14.89	117.14
P311	29.18	17.35	830.34
P401	17.08	08.20	189.38
P402	18.25	08.37	253.33
P403	16.64	12.31	313.15
P404	11.67	05.33	475.13
P405	76.63	39.90	639.14
P407	22.20	10.50	321.18
P408	33.45	21.62	303.49
P409	24.28	16.35	206.18
P410	22.91	14.49	344.61
P411	91.27	66.96	723.15
P412	36.18	09.12	345.18
P413	24.78	08.14	249.77
P501	43.17	19.37	410.13
P502	213.95	85.54	967.84
P503	66.83	36.11	489.11
P504	42.42	16.88	291.07
P505	28.33	12.38	159.67
P506	35.53	15.40	223.16
P507	43.18	13.45	313.67
P508	21.82	10.34	344.12
P509	104.8	43.42	532.24
P510	33.00	14.80	321.16
P511	27.75	09.74	248.70

POSTE	D.P : loi Moyenne	<u>NOIRMALE</u> Ecart-type	T.B.F loi Exp(moyenne)
P604	2157.10	684.53	1024.19
P605	62.78	29.55	493.08
P606	38.87	11.50	127.17
P609	45.77	21.13	518.67
P610	58.66	10.75	565.28
P611	49.28	20.21	321.25
P612	53.28	36.58	467.38
P613	46.27	16.29	305.90
P614	07.50	02.13	192.53
P615	163.35	39.20	729.81
P618	87.6	20.05	506.63
P619	127.33	41.55	644.36
P620	36.35	12.19	345.18
P701	13.24	06.45	215.215
P702	21.15	07.10	198.45
P703	07.12	02.04	98.60
P704	9.05	03.55	162.27
P705	13.45	01.33	255.78
P706	23.53	06.75	363.01
P707	17.67	08.31	384.17
P708	33.45	10.24	462.32
P709	20.18	09.08	118.18
P710	8.24	03.65	123.89
P711	16.02	06.82	53.50
P712	14.83	06.73	115.34
P801	19.80	09.43	253.5
P802	30.20	13.24	427.75
P803	15.13	05.25	266.55
P804	133.03	34.99	588.25
P805	29.71	11.93	245.49
P901	106.24	61.50	776.50
P1001	535.60	135.34	1235.33
P1101	11.86	05.13	118.12
P1102	36.05	13.19	271.16
P1103	54.83	21.52	420.72
P1104	16.50	07.63	315.66
P1105	10.31	04.24	134.36
P1106	17.33	06.75	188.54
P1107	107.39	26.26	622.91
P1108	172.41	42.00	737.03
P1201	76.13	25.07	425.10
P1202	62.77	19.52	592.43

Tableau : RESULTAT DES AJUSTEMENTS

NR :

D.P : Durée de Panne
T.B.F: Temps de Bon Fonctionnement

A68

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	561.12	27.54	542.12	601.08	2	28.77
TRAVELING TIME	2.08	0.00	2.08	2.08	2	0.10
TOT WAIT TIME	1386.54	41.34	1299.31	1406.64	2	
STA. WAIT TIME	1318.14	29.40	1276.55	1339.00	2	67.61
TRAN.WAIT TIME	68.40	5.14	60.78	70.17	2	3.50
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	1949.74	42.31	1888.34	2024.03	2	100.00
TIME BET DEPART	1305.47	8.12	1259.05	1310.54	1	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	1	
LATE TIME	542.12	42.31	537.34	602.17	2	

A66

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	356.00	7.39	340.25	358.85	8	39.80
TRAVELING TIME	0.41	0.00	0.41	0.41	8	0.04
TOT WAIT TIME	538.10	37.25	502.31	601.44	8	
STA. WAIT TIME	520.40	46.31	471.04	588.08	8	58.19
TRAN.WAIT TIME	17.70	2.30	17.12	19.40	8	1.99
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	894.51	38.21	820.00	914.40	8	100.00
TIME BET DEPART	336.40	14.64	330.31	348.57	7	
EARLY TIME	42.10	19.54	31.92	57.60	4	
LATE TIME	94.00	24.11	78.50	119.44	4	

A91

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	203.76	18.12	198.30	218.18	2	11.10
TRAVELING TIME	2.25	0.00	1.80	1.80	2	0.12
TOT WAIT TIME	1627.58	44.05	1540.00	1699.22	2	
STA. WAIT TIME	1570.40	26.31	1557.28	1621.08	2	85.63
TRAN.WAIT TIME	57.18	11.10	50.22	78.00	2	3.11
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	1833.59	34.51	1804.25	1890.33	2	100.00
TIME BET DEPART	1340.20	14.55	1286.05	1349.24	1	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	1	
LATE TIME	144.21	34.51	140.57	158.22	2	

A78

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	262.88	13.42	258.65	285.66	2	21.79
TRAVELING TIME	1.50	0.00	1.50	1.50	2	0.12
TOT WAIT TIME	943.13	21.30	918.51	978.04	2	
STA. WAIT TIME	880.00	18.66	866.24	907.00	2	72.87
TRAN.WAIT TIME	63.13	11.84	48.19	77.13	2	5.25
TIME IN SYSTEM	1207.51	17.51	1154.34	1248.97	2	100.00
TIME BET DEPART	1400.63	8.68	1380.31	1422.31	1	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	1	
LATE TIME	203.14	17.51	174.08	207.66	2	

A59

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	62.41	7.44	53.53	69.66	4	8.74
TRAVELING TIME	1.00	0.00	1.00	1.00	4	0.14
TOT WAIT TIME	652.79	28.70	609.13	704.06	4	
STA. WAIT TIME	619.22	27.31	588.41	667.00	4	86.51
TRAN.WAIT TIME	33.56	1.14	32.20	36.70	4	4.69
TIME IN SYSTEM	716.19	38.02	681.43	801.60	4	100.00
TIME BET DEPART	618.18	19.19	548.11	666.71	3	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	3	
LATE TIME	144.08	38.02	121.55	150.64	4	

A56

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	70.26	11.27	65.51	82.35	2	7.74
TRAVELING TIME	0.50	0.00	0.50	0.50	2	0.05
TOT WAIT TIME	836.34	33.14	800.21	908.32	2	
STA. WAIT TIME	817.20	31.66	711.01	833.25	2	90.11
TRAN.WAIT TIME	19.14	1.36	18.22	22.40	2	2.14
TIME IN SYSTEM	907.10	30.05	877.21	951.08	2	100.00
TIME BET DEPARTS	987.20	15.64	954.01	1000.22	1	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	1	
LATE TIME	233.81	30.05	218.60	274.55	2	

A69

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME	
PROCESSING TIME	337.64	0.00	337.64	337.64	1	22.66	
TRAVELING TIME	1.60	0.00	1.60	1.60	1	0.08	
TOT WAIT TIME	1151.28	0.00	1151.28	1151.28	1		
STA. WAIT TIME	1102.48	0.00	1102.48	1102.48	1	73.98	
TRAN.WAIT TIME	48.80	0.00	48.80	48.80	1	3.31	
TIME IN SYSTEM	1490.17	0.00	1490.17	1490.17	1	100.00	
TIME BET DEPART			NO DEPARTURE DATA				
EARLY TIME	210.44	0.00	210.44	210.44	1		
LATE TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	1		

A89

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	139.27	18.55	135.31	168.59	3	15.41
TRAVELING TIME	1.41	0.00	1.41	1.41	3	0.15
TOT WAIT TIME	764.35	40.20	543.08	770.33	3	
STA. WAIT TIME	712.25	29.65	633.54	720.98	3	78.71
TRAN.WAIT TIME	52.10	6.32	50.56	65.00	3	5.77
TIME IN SYSTEM	905.03	36.12	825.00	927.68	3	100.00
TIME BET DEPART	305.54	15.80	300.74	398.85	2	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	2	
LATE TIME	277.64	36.12	228.41	290.10	3	

A34

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME	
PROCESSING TIME	191.01	0.00	191.01	191.01	1	32.13	
TRAVELING TIME	0.66	0.00	0.66	0.66	1	0.11	
TOT WAIT TIME	402.60	0.00	402.60	402.60	1		
STA. WAIT TIME	392.18	0.00	392.18	392.18	1	65.99	
TRAN.WAIT TIME	10.42	0.00	10.42	10.42	1	1.75	
TIME IN SYSTEM	594.27	0.00	594.27	594.27	1	100.00	
TIME BET DEPART			NO DEPARTURE DATA				
EARLY TIME			NO EARLY PARTS				
LATE TIME	315.15	0.00	0.00	0.00	1		

A45

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	243.57	14.05	240.34	327.56	5	19.09
TRAVELING TIME	1.16	0.00	1.16	1.16	5	0.09
TOT WAIT TIME	1032.91	34.19	967.30	1044.58	5	
STA. WAIT TIME	972.86	29.50	936.23	988.64	5	76.17
TRAN.WAIT TIME	60.05	1.77	57.18	60.17	5	4.72
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	1277.64	33.22	1230.05	1314.20	5	100.00
TIME BET DEPART	600.97	9.70	590.62	613.00	4	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	4	
LATE TIME	400.24	33.22	372.33	459.60	5	

A64

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	24.72	1.08	23.01	25.44	5	6.36
TRAVELING TIME	0.66	0.00	0.66	0.66	5	0.16
TOT WAIT TIME	365.50	13.05	355.41	368.05	5	
STA. WAIT TIME	354.00	10.99	347.61	369.80	5	90.59
TRAN.WAIT TIME	11.50	0.85	10.43	12.08	5	2.94
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	390.88	15.65	381.13	419.55	5	100.00
TIME BET DEPART	154.30	5.66	149.88	162.00	4	
EARLY TIME	87.47	15.65	70.11	90.65	5	
LATE TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	5	

A35

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME	
TIME IN SYSTEM	519.03	0.00	519.03	519.03	1	43.86	
TRAVELING TIME	0.75	0.00	0.75	0.75	1	0.06	
TOT WAIT TIME	664.40	0.00	644.40	664.40	1		
STA. WAIT TIME	648.25	0.00	648.25	648.25	1	54.76	
TRAN.WAIT TIME	16.15	0.00	16.15	16.15	1	1.38	
<hr/>							
TIME IN SYSTEM	1184.18	0.00	1184.18	1184.18	1	100.00	
TIME BET DEPART			NO DEPARTURE DATA				
EARLY TIME			NO EARLY PARTS				
LATE TIME	324.06	0.00	324.06	324.06	1		

A44

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	176.78	11.52	175.84	192.29	3	36.33
TRAVELING TIME	0.75	0.00	0.75	0.75	3	0.15
TOT WAIT TIME	309.50	25.60	278.23	329.05	3	
STA. WAIT TIME	302.15	23.87	269.00	317.14	3	62.12
TRAN. WAIT TIME	7.35	1.57	5.88	8.45	3	1.50
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	486.53	20.20	455.12	518.46	3	100.00
TIME BET DEPART	702.56	52.23	601.00	786.56	2	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	2	
LATE TIME	280.60	20.20	251.24	302.06	3	

A20

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	125.64	0.00	125.64	125.64	1	11.49
TRAVELING TIME	1.25	0.00	1.25	1.25	1	0.11
TOT WAIT TIME	968.26	0.00	968.26	968.26	1	
STA. WAIT TIME	918.30	0.00	918.30	918.30	1	83.86
TRAN. WAIT TIME	49.96	0.00	49.96	49.96	1	4.58
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	1095.15	0.00	1095.15	1095.15	1	100.00
TIME BET DEPART			NO DEPARTURE DATA			
EARLY TIME			NO EARLY PARTS			
LATE TIME	412.24	0.00	412.24	412.24	1	

A38

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	57.24	5.08	51.57	59.73	7	7.07
TRAVELING TIME	0.91	0.00	0.91	0.91	7	0.11
TOT WAIT TIME	749.81	24.22	719.83	799.30	7	
STA. WAIT TIME	715.73	39.21	681.12	805.82	7	88.59
TRAN. WAIT TIME	34.08	1.94	30.15	36.42	7	4.22
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	807.96	26.51	755.25	826.66	7	100.00
TIME BET DEPART	156.32	8.00	141.45	170.40	6	
EARLY TIME	200.44	12.25	180.63	209.23	2	
LATE TIME	154.61	13.56	135.09	182.62	5	

A47

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	269.72	15.35	246.77	304.60	3	20.12
TRAVELING TIME	1.08	0.00	1.08	1.08	3	0.08
TOT WAIT TIME	1069.57	33.36	1006.20	1108.55	3	
STA. WAIT TIME	1038.07	41.12	924.31	1103.06	3	77.44
TRAN.WAIT TIME	31.50	2.66	30.35	36.00	3	2.37
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	1340.37	29.86	1264.03	1350.20	3	100.00
TIME BET DEPART	406.00	19.23	400.21	478.30	2	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	2	
LATE TIME	266.23	29.86	235.05	281.60	3	

A39

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	122.22	0.00	144.10	154.20	2	25.41
TRAVELING TIME	0.83	0.00	0.83	0.83	2	0.12
TOT WAIT TIME	525.25	18.03	497.32	544.50	2	
STA. WAIT TIME	500.62	15.52	488.62	531.02	2	72.41
TRAN.WAIT TIME	24.63	10.56	20.70	40.16	2	3.59
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	691.33	16.33	670.25	701.21	2	100.00
TIME BET DEPART	1006.11	43.02	856.02	1132.25	1	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	1	
LATE TIME	456.23	16.33	400.36	471.60	2	

A22

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	37.87	0.66	37.15	39.03	8	17.41
TRAVELING TIME	1.25	0.00	1.25	1.25	8	0.57
TOT WAIT TIME	178.28	14.25	161.00	200.14	8	
STA. WAIT TIME	141.14	9.18	120.31	159.18	8	64.93
TRAN.WAIT TIME	37.14	6.52	31.00	44.26	8	17.08
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	217.40	22.01	193.52	264.21	8	100.00
TIME BET DEPART	325.00	18.74	300.21	356.66	7	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	7	
LATE TIME	158.54	22.01	138.70	178.24	8	

A72

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	122.55	6.13	117.20	134.48	5	11.16
TRAVELING TIME	0.91	0.00	0.91	0.91	5	0.08
TOT WAIT TIME	974.39	28.40	911.22	983.15	5	
STA. WAIT TIME	944.09	26.31	933.20	984.00	5	86.05
TRAN. WAIT TIME	30.30	5.32	25.06	43.18	5	2.77
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	1097.85	41.12	988.88	1104.90	5	100.00
TIME BET DEPART	610.20	6.55	591.00	675.12	4	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	4	
LATE TIME	189.20	41.12	185.40	250.31	5	

A01

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	130.92	5.99	109.40	131.89	3	16.62
TRAVELING TIME	0.50	0.00	0.50	0.50	3	0.06
TOT WAIT TIME	657.20	28.36	630.22	702.00	3	
STA. WAIT TIME	635.06	25.55	622.31	669.11	3	80.54
TRAN. WAIT TIME	22.14	0.86	20.00	22.52	3	2.82
<hr/>						
TIME IN SYSTEM	788.62	31.05	759.32	805.23	3	100.00
TIME BET DEPART	924.06	14.21	900.11	962.32	2	
EARLY TIME	0.00	0.00	0.00	0.00	2	
LATE TIME	415.56	31.05	401.05	477.10	3	

A28

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME	
PROCESSING TIME	120.85	0.00	120.85	120.85	1	21.75	
TRAVELING TIME	0.58	0.00	0.58	0.58	1	0.10	
TOT WAIT TIME	434.30	0.00	434.30	434.30	1		
STA. WAIT TIME	412.25	0.00	412.25	412.25	1	74.19	
TRAN. WAIT TIME	22.05	0.00	22.05	22.05	1	3.99	
<hr/>							
TIME IN SYSTEM	555.73	0.00	555.13	555.13	1	100.00	
TIME BET DEPART			NO DEPARTURE DATA				
EARLY TIME			NO EARLY PARTS				
LATE TIME	180.65	0.00	180.65	180.65	1		

A33

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	215.88	0.00	215.88	215.88	1	38.46
TRAVELING TIME	0.66	0.00	0.66	0.66	1	0.11
TOT WAIT TIME	344.67	0.00	344.67	344.67	1	
STA. WAIT TIME	330.72	0.00	330.72	330.72	1	58.93
TRAN. WAIT TIME	13.95	0.00	13.95	13.95	1	2.48
TIME IN SYSTEM	561.21	0.00	561.21	561.21	1	100.00
TIME BET DEPART EARLY TIME			NO DEPARTURE DATA NO EARLY PARTS			
LATE TIME	217.33	0.00	217.33	217.33	1	

A23

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	19.20	4.97	17.42	24.99	9	14.18
TRAVELING TIME	0.58	0.00	0.58	0.58	9	0.42
TOT WAIT TIME	115.59	32.58	100.50	204.70	9	
STA. WAIT TIME	92.06	24.13	70.40	127.00	9	68.07
TRAN. WAIT TIME	23.53	4.07	12.18	25.84	9	17.39
TIME IN SYSTEM	135.37	28.28	101.49	175.13	9	100.00
TIME BET DEPART EARLY TIME	303.66	9.10	266.00	309.51	8	
LATE TIME	229.12	28.28	197.00	264.12	9	

A52

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	100.45	4.06	100.25	116.61	3	49.48
TRAVELING TIME	0.16	0.00	0.16	0.16	3	0.07
TOT WAIT TIME	102.35	5.65	94.56	110.32	3	
STA. WAIT TIME	98.40	3.85	79.32	99.12	3	49.47
TRAN. WAIT TIME	3.95	2.70	1.98	6.20	3	1.95
TIME IN SYSTEM	202.96	10.20	185.06	218.25	3	100.00
TIME BET DEPART EARLY TIME	687.23	5.25	671.00	703.19	2	
LATE TIME	271.11	10.20	258.66	280.77	3	

 *
 * TOTAL SYSTEM *
 *

	AVERAGE TIME	STANDARD DEVIATION	MINIMUM TIME	MAXIMUM TIME	NUMBER OF PARTS	PCT. OF TOTAL TIME
PROCESSING TIME	246.80	140.88	26.57	540.31	92	27.84
TRAVELING TIME	0.74	0.59	0.28	1.32	92	0.08
TOT WAIT TIME	628.90	172.41	215.52	743.25	92	
STA. WAIT TIME	597.54	128.20	207.07	684.29	92	67.40
TRAN.WAIT TIME	41.36	22.41	21.54	71.11	92	4.66

TIME IN SYSTEM	886.44	188.77	273.16	908.22	92	100.00
TIME BET DEPART	336.32	98.29	177.28	571.40	91	
EARLY TIME	77.16	42.84	51.11	161.23	14	
LATE TIME	209.80	89.22	96.50	413.16	78	

LA " G. P. A. O "

La Gestion de Production Assistée par Ordinateur " G.P.A.O " devient un impératif pour les entreprises de construction mécanique qui ont à connaître avec grande précision et en temps opportun leurs coûts exacts de fabrication, d'une part, et devant restreindre leurs stocks inutiles pour retrouver de la trésorerie, d'autre part .

La G.P.A.O , est une méthode et une organisation de la gestion de production d'une usine qui utilise l'aide des techniques informatiques . Cette aide se traduit par des logiciels spécialisés, appelés G.P.A.O, qui reproduisent les fonctions fondamentales de la gestion de production, tels que :

- * gestion des données techniques ,
- * plan de ventes et plan directeur de production ,
- * calcul des besoins,
- * gestion des stocks et approvisionnements,
- * l'ordonnancement et lancement ,
- * suivi de fabrication.

En résumé, la G.P.A.O , est une aide à la décision et une méthode de gestion, ce qui suppose une organisation spécifique. Mais, c'est aussi un progiciel . Et, il existe une solution proche des besoins de chacun. Il suffit de l'adapter . Toutefois, bien sûr, elle a ses limites. Elle ne résout pas tout . C'est l'équipe de production qui continuera à détenir le savoir-faire et la compétence. la G.P.A.O ne remplace pas les hommes.

2- PROGICIELS DE G.P.A.O :

On appelle progiciel, un ensemble de logiciels intervenant dans une même application et susceptible d'être un produit vendable et disponible sur le marché: c'est la traduction du mot anglais " Paçquage " . [1]

Actuellement, le marché des progiciels de gestion de production est très riche. On dénombre plus de 50 produits que l'on peut classer en deux grands types : ceux nécessitant de gros, moyens ou mini-ordinateurs et ceux pouvant être utilisés sur micro ordinateurs. Les progiciels pour les gros systèmes offrent une gestion intégrée de la production . Par contre, les mini ou micro systèmes, sont plus adaptés aux P.M.I. "Petite et Moyenne Industrie " et ont des fonctions plus spécifiques.

Parmi les progiciels de G.P.A.O les plus répandus actuellement dans le domaine industriels :

- * TZAR par Production Systèmes ;
 - * OLAF de WANG par ILE DE FRANCE CYBERNETIQUE et Informatique Appliquées;
 - * MRPS (Manufacturing Ressource Planing System) par CINCOM SYSTEMS;
 - * PCS III (Production System III) par BURRONGHS;
 - * UNIS 80 par SPERRY UNIVAC ;
- MM . PM 3000 (Gestion Matière - Gestion d'Atelier) par HEWLETT PACKARD;
- MAPICS d'IBM,...etc.

Dernièrement, le C.V.I a installé les progiciels MM PM 3000 d'H.P. Pour cette raison , nous allons présenter une brève description des différents modules de ces progiciels .

3 - Description du progiciel MM 3000 :

MM 3000 (Materiel Management) ,est progiciel de gestion des matières en mode interactif. Ces principales fonctionnalité sont présenter sous forme de menus, ça convivialité facilite à l'opérateur l'utilisation dans différentes fonctions sans avoir des connaissances approfondis en informatique .

Parmi les principales fonctionnalité du progiciel :

- Gestion des articles et nomenclatures;
- Gestion des gammes et centres de charges;
- Etablir le plan directeur de production;
- Gestion des charges à long termes;
- Calcul des besoins nets;
- Gestion des entrées et sorties matières;
- Gestion des ordres de fabrication;
- inventaire;
- Gestion des ordres de fabrication;
- Gestion des ordres d'achat;
- Calcul des coûts standard.

4 - Description du PM/3000 :

PM/3000 (Production Management), est progiciel de gestion de production, destiné à la planification et à la gestion d'une unité de fabrication. Il permet la réduction des en-cours, la rentabilité du capital investi et le respect des délais de livraison, entraînant la satisfaction des clients.

PM/3000 est un système intégré couvrant les fonctions suivantes :

- Gammes et Centres de charge;
- Ordonnancement;
- Calcul des charges;
- Lancement;
- Gestion des en-cours;
- Suivi des ordres de fabrication.

Annexe 6.2

UNIFIT

Unifit est un logiciel en mode inter-actif qui permet d'adapter un échantillon de données qu'on a collecté expérimentalement, à une distribution de probabilité théorique (exemple: Normale, Exponentielle, Poisson,...etc).

Ceci aide à bien représenter un cas réel dans un programme de simulation, par exemple.

Son avantage est qu'il permet de retrouver la meilleure représentation à un cas, et ceci en peu de temps. Chose qui est souvent négligé à cause du temps requis. On se contente souvent de prendre une distribution bien connue, par exemple normale, sans être certain qu'elle s'adapte réellement au cas, ou on ne prend aucune distribution.

Unifit est capable d'adapter un échantillon à l'une des 13 distributions continues ou des 5 distributions discrètes qui sont détaillées ci-dessous:

Distributions continues de Unifit:

- Exponentielle.
- Gamma.
- Inverse Gaussian.

Non-Negative continous model: - Lognormal.
- Weibul.
- Pearson type 5.
- Pearson type 6.

Unbounded continous model:
- Extreme value type A.
- Extreme value type B.
- Logistic.
- Normal.

Bounded distribution model:
- Uniform.
- Beta.

Distributions discrettes de Unifit:

- Binormale.
- Géométrique.
- Négative binormale.
- Poisson.
- Uniform.