

50376
1987
281

50376
1987
281

THESE

N° d'ordre 414

Présentée à :

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE FLANDRES ARTOIS

*Pour obtenir le titre de
Docteur Ingénieur
Spécialité : Automatique*

Par

Jean-Paul GORISSE
Ingénieur ISEN



Titre :

*Automatisation du suivi de Production dans
un atelier de galvanisation*

1987

Soutenue le 19 Novembre devant la commission d'examen :

P. VIDAL	Président
M. STAROSWIECKI	Rapporteur
E. DEFFONTAINNES	Examineur
J.G. POSTAIRE	Examineur
C. ALLIES	Invité
J.F. GERMAIN	Invité

PLAN SUCCINCT

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : LE SUIVI DE PRODUCTION EN GPAO	7
I LA GPAO ET LE SUIVI DE PRODUCTION	8
II METHODES ET OUTILS D'ANALYSE POUR LES SYSTEMES DE PRODUCTION	38
SECONDE PARTIE : L'IMPLANTATION DU PROTOTYPE.	78
III LES TREFILERIES DE XERTIGNY	79
IV DESCRIPTION DU PROTOTYPE	97
TROISIEME PARTIE : PROPOSITION D'UN NOUVEAU SYSTEME	126
V ANALYSE DU SUIVI	128
VI PROPOSITION D'UN NOUVEAU SYSTEME	175
CONCLUSION	196
BIBLIOGRAPHIE	198
ANNEXES	202

III.4 LE BESOIN	94
III.4.a Physique.	94
III.4.b Utilisation des informations.	95
IV DESCRIPTION DU PROTOTYPE	97
IV.1 LE CAHIER DES CHARGES	98
IV.1.a Définition du système matériel.	98
IV.1.b Définition des informations à fournir.	100
IV.1.c L'environnement.	105
IV.2 L'AVANT-PROJET	106
IV.2.a Le système.	106
IV.2.b Etude de rentabilité.	108
IV.3 LE SYSTEME REALISE	111
IV.3.a Eléments constitutifs.	111
IV.3.b Les traitements.	115
IV.4 CRITIQUE DU DISPOSITIF	122
IV.4.a Fonctionnement des matériels.	122
IV.4.b Fonctionnement du logiciel.	123
IV.4.c Conclusion sur le prototype.	125
TROISIEME PARTIE : PROPOSITION D'UN NOUVEAU SYSTEME	126
V ANALYSE DU SUIVI	128
V.1 ANALYSE D'ENSEMBLE	129
V.1.a La collecte d'information.	129
V.1.b Structuration de l'organisation.	141
V.2 LES BESOINS D'INFORMATION	144
V.2.a Le planning.	144
V.2.b La comptabilité.	151
V.2.c Le contremaître.	157
V.2.d Synthèse des besoins.	161

V.3 LA SAISIE DANS L'ATELIER	162
V.3.a Modélisation de l'atelier.	162
V.3.b Analyse de la productivité.	170
V.3.c La mesure de la production.	172
V.3.d Synthèse de la saisie.	173
V.4 CONCLUSION	174
VI PROPOSITION D'UN NOUVEAU SYSTEME	175
VI.1 DEFINITION DES MESURES A EFFECTUER	176
VI.1.a Les mesures.	176
VI.1.b La cohérence des mesures.	178
VI.1.c Les services intéressés.	180
VI.2 ORGANISATION DU LOGICIEL	182
VI.2.a Les traitements.	182
VI.2.b Les données.	185
VI.3 LES MOYENS A METTRE EN OEUVRE	188
VI.3.a Définition du matériel.	188
VI.3.b Les systèmes existants.	190
VI.3.c Choix du système.	192
VI.4 L'INSTALLATION DU SYSTEME	193
VI.4.a La démarche.	193
VI.4.b Evaluation de la rentabilité.	194
CONCEPTION	196
BIBLIOGRAPHIE	198
ANNEXES	202
ANNEXE 1 : Les documents utilisés.	203
ANNEXE 2 : La structure de la méthode MERISE.	214
ANNEXE 3 : Rentabilité du prototype.	224

Avant de commencer ce rapport, je tiens à remercier l'ensemble des personnes qui, à des titres divers, ont contribué à ce travail.

Les membres du jury:

Monsieur le professeur Pierre VIDAL pour son soutien et pour avoir accepté la présidence de ce jury.

Monsieur le professeur Marcel STAROSWIECKI qui m'a dirigé et m'a permis d'aboutir. Je lui exprime ma profonde reconnaissance.

Monsieur le professeur Etienne DEFFONTAINES pour la pertinence de ces conseils.

Monsieur le professeur Jack Gérard POSTAIRE pour sa présence dans ce jury.

Monsieur Christian ALLIES animateur informatique régional, particulièrement intéressé par la GPAO.

Monsieur Jean François GERMAIN, ingénieur de la société ASEA, pour ses recherches initiales sur ce projet.

Les institutions collaboratrices:

Les TREFILERIES DE XERTIGNY, Monsieur HENRY et ses collaborateurs pour leur accueil dans leurs ateliers.

L'INSTITUT SUPERIEUR D'ELECTRONIQUE DU NORD qui m'a permis de consacrer le temps nécessaire à ce travail. Le département automatique robotique, plus particulièrement, a été pour moi l'équipe support nécessaire à la recherche.

Sans oublier,

Monsieur Bernard GHESTIN pour son mémoire de DEA et sa participation active à l'analyse.

Les membres de l'AREMI pour leur accueil amical.

Cathy DEFFONTAINES pour la dactylographie de ce document ainsi qu'Isabelle BEY pour les retouches de dernière minutes.

A ceux que je n'ai pas nommés.

INTRODUCTION

Contexte de la gestion de production.

Bien gérer la production est à l'heure actuelle l'une des préoccupations majeures des entreprises. Ce souci nouveau a ses origines inscrites dans l'histoire de l'industrialisation commencée en 1800 avec l'arrivée de la machine à vapeur.

La mécanisation.

L'énergie nécessaire à la transformation de la matière n'est plus fournie par l'homme mais par la machine. Ceci ouvre la voie d'une suppression de toutes les tâches fastidieuses, contribution remarquable au bonheur de l'homme.

La contrepartie est rapidement mise en évidence : la qualité du travail ne repose plus sur l'habileté du compagnon mais sur la précision des machines, ce qui fait naître chez l'homme un sentiment de frustration.

Maitrisant cette énergie, les premières fabriques produisent de grandes quantités d'articles tous identiques, mais répondant à un grand besoin d'équipement des ménages.

L'organisation.

Un siècle plus tard l'évolution porte sur l'organisation du travail. L'augmentation des performances des ateliers dépend des capacités des machines et de l'adaptation de l'homme à la mécanisation.

Taylor est en 1911 le leader de l'organisation scientifique du travail dont le but est de rendre plus efficaces les gestes des hommes. Plus de productivité et moins de fatigue en sont les bénéfices.

Mais la parcellisation du travail conduit à une démotivation du personnel et à des grèves portant préjudice aux résultats économiques obtenus.

De nombreuses recherches sont menées depuis lors pour comprendre et maîtriser ces phénomènes sociaux et leur incidence sur la productivité.

Une plus grande liberté et une plus grande responsabilité sont laissées aux personnes dans l'accomplissement de leur tâche, ce qui est pour eux la source de meilleures performances et d'une plus grande satisfaction.

Ces deux phases de l'évolution industrielle ont un point commun: elles se déroulent dans un contexte économique florissant. Le seul fait de mécaniser la production entraîne une forte réduction des prix de revient.

Les entreprises n'ont pas de difficultés majeures à commercialiser leurs produits. La satisfaction du client repose sur la nouveauté des biens et non sur le rapport qualité-prix.

La gestion.

La saturation progressive du marché pousse les entreprises à se donner des moyens de plus en plus efficaces pour assurer une bonne rentabilité des installations.

Nous sommes passés à la troisième phase de l'industrialisation qui porte sur la gestion de l'entreprise.

Cette phase s'accompagne d'une innovation technologique très importante qui est l'arrivée de l'ordinateur dans les années 60. C'est l'ère de l'informatisation.

Elle s'est d'abord attachée à la suppression des tâches administratives les plus répétitives et les plus générales dont les règles d'organisation et de calcul sont fournies par la législation. Le développement des produits informatiques s'est rentabilisé sur un grand nombre d'implantations.

Cette informatisation gagne peu à peu l'ensemble des secteurs de l'entreprise. Sa progression ne se réalise pas secteur par secteur mais en tâche d'huile, reprenant les fonctions déjà réalisées pour y intégrer des nouveaux traitements.

Les nouvelles applications touchent donc un nombre de personnes assez grand, dont l'activité de base est diversifiée. Les produits informatiques s'adaptent au profil général de l'entreprise. Les utilisateurs voient des modifications profondes de leurs habitudes de travail.

La GPAO fait partie de ce type nouveau de logiciels. Son évolution est rapide, tant en nombre d'implantations qu'en nature de traitement.

Evolution de la GPAO

Gérer la production consiste à déterminer ce qu'il faut produire, quand le produire, avec quels moyens, quelles ressources et en quelle quantité, en tenant compte du prix de revient.

Ces questions sont du ressort des responsables de production mais ne peuvent l'être sans la connaissance des ventes, sous la responsabilité des commerciaux.

On peut distinguer trois phases dans les relations entre ces départements qui correspondent à trois étapes dans la conception des logiciels de GPAO.

La gestion des stocks

La première étape correspond à une déconnection complète des fonctions de production et commerciales.

La production répond aux objectifs qu'elle se fixe elle-même en fonction de sa capacité et cherche à s'organiser de manière à augmenter le volume de l'activité.

Les délais n'ont que peu d'influence sur la vente, le client n'ayant pas d'exigences particulières. La gestion se limite à la gestion de stocks d'une part, et à la gestion de l'état des ressources d'autre part. Le seul but est d'en connaître les performances individuelles.

La diversification des produits rend la tenue des stocks plus difficile et alourdit la gestion.

La planification de la production

La seconde étape correspond à l'introduction des prévisions de vente dans la planification de la production.

Le basculement de l'offre et de la demande impose à l'entreprise la prévision des besoins du marché en type de produits, quantités et délais, ainsi que l'organisation de la production en fonction de ces besoins.

La gestion de production a pris sa véritable dimension en touchant un grand nombre de services, de la commande à l'expédition des produits.

La gestion de la production

La troisième étape correspond à la production sur commande. La personnalisation des produits et l'impossibilité d'obtenir des prévisions fiables imposent une révision complète de la gestion de production .

Son objectif devient la diminution des stocks et même l'accélération de la circulation des produits dans l'usine.

Les fonctions commerciales et de production sont alors totalement dépendantes l'une de l'autre. Leur dialogue est une clé de la réussite de l'entreprise.

La gestion de production devient également de plus en plus proche du processus de fabrication qu'elle contrôle plus sévèrement.

Le suivi de production

Quel que soit le paramètre à considérer (rendement, qualité, délai, coût), sa gestion ne peut être efficace sans la connaissance objective des résultats de l'action entreprise.

Le suivi de production est chargé de fournir ces renseignements au système de gestion de production à partir de mesures prises dans l'atelier. Il subit de ce fait une évolution significative de manière à répondre à l'évolution des besoins de gestion.

Le suivi manuel.

Ce suivi est généralement réalisé par des relevés réguliers d'un certain nombre de grandeurs. Ils sont caractérisés par la faible instrumentation du processus et une circulation des informations peu fiable.

La grande part de subjectivité qu'ils autorisent ne permet pas une connaissance réelle du processus malgré la charge de travail importante engendrée pour l'encadrement.

L'automatisation du suivi.

Dans le but d'alléger les tâches et de fiabiliser les mesures, les processus sont équipés de capteurs et de systèmes de traitement de l'information.

Les résultats des relevés sont plus fréquents que pour les systèmes manuels. Il y a augmentation de la quantité d'information disponible dans l'atelier. Mais leur manque d'organisation, et la non connaissance de leur taux de fiabilité, les rendent difficiles à utiliser dans la pratique.

L'intégration du suivi.

Pour rendre les résultats exploitables, les concepteurs cherchent à obtenir une intégration du système qui soit la plus naturelle possible aux diverses parties en présence: le processus, l'organisation humaine de la production, la gestion de l'usine...

L'étude consiste à analyser les différentes parties pour en découvrir les réalités profondes. C'est de la qualité de cette intégration que dépendent l'évolution du processus et les bénéfices qu'elle sous-tend.

Présentation de l'étude.

Dans la première partie nous présentons la G P A O . Après une étude de caractère statique, le second chapitre expose les outils d'analyse des systèmes de production, base de l'évolution de la G P A O .

La seconde partie décrit un cas concret . Après une présentation de l'usine, elle présente le prototype mis en place.

La troisième partie reprend l'analyse détaillée et systématique de l'usine pour proposer des améliorations au prototype répondant au mieux aux besoins réels de l'entreprise.

PREMIERE PARTIE

LE SUIVI DE PRODUCTION EN GPAO

I LA GPAO ET LE SUIVI DE PRODUCTION

I.1 LA GESTION DE PRODUCTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR

I.1.a Objectifs de la GPAO.

I.1.b Diversité des entreprises.

I.1.c Place de la production dans l'entreprise.

I.1.d Les grands axes d'amélioration de la productivité.

I.2 LES FONCTIONS DE LA GPAO

I.2.a La gestion des données techniques.

I.2.b Plan directeur de production.

I.2.c Calcul des besoins.

I.2.d Gestion des approvisionnements.

I.2.e Ordonnancement - lancement.

I.3 LES NIVEAUX PHYSIQUES INFORMATIONNELS ET DECISIONNELS

I.3.a La vision systémique.

I.3.b Le niveau physique.

I.3.c Le niveau décisionnel.

I.3.d Le niveau informationnel.

I.3.e Place de la GPAO dans la vision systémique.

I.4 LE SUIVI DE PRODUCTION

I.4.a La saisie des informations.

I.4.b Les traitements des informations.

I.4.c Utilisation des informations dans le système GPAO.

I LA GPAO ET LE SUIVI DE PRODUCTION

Partie de la G P A O , le suivi de production dépend de sa structure générale mais garde néanmoins une spécificité. Ce chapitre se divise en quatre parties : Les trois premières présentent la G P A O et ses éléments de base et la dernière, le suivi de production.

I.1 LA GESTION DE PRODUCTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR

I.1.a Objectifs de la GPAO

Maximiser le profit de l'entreprise est le mot d'ordre général de l'activité industrielle.

Il se traduit directement pour la production en réduction du prix de revient.

Indirectement deux volets complémentaires, plus proches de la relation avec le client, se cachent derrière ce mot d'ordre:

- la réduction des délais de production.
- le respect de la qualité.

Ce sont ces trois points fondamentaux qui constituent la base de la stratégie des entreprises.

Pour y parvenir, les actions que mènent les responsables de la production sont très diversifiées. Elles portent sur les ressources dont ils disposent - les hommes et les machines - et sur l'organisation et la gestion de ces ressources (SHI 86) .

Sur ce dernier point, l'informatique peut jouer un rôle décisif compte tenu du volume d'informations à traiter et l'importance de leur bonne circulation.

L'ensemble des applications informatiques liées à ce domaine sont regroupées sous le terme de gestion de production assistée par ordinateur. Les contraintes liées à la GPAO sont très nombreuses :

- Diversité des acteurs et des informations
- Dépendance vis-a-vis de l'organisation administrative de l'entreprise
- Dépendance vis-a-vis du processus de production

Il existe de nombreux progiciels de GPAO. Leur maîtrise de la part de l'entreprise reste délicate à cause de la particularité des besoins, de la diversité des traitements, du nombre des variables.

Les premières expériences dans ce domaine n'ont pas donné tous les résultats escomptés ; malgré cela, son introduction se poursuit avec un taux de croissance annuel du marché de 30% (CHAU 85).

I.1.b Diversité des entreprises

Il n'existe pas deux entreprises identiques et donc, il n'y a pas de gestion de production universelle.

Cet état de fait rendrait impossible l'introduction de la GPAO si on ne pouvait mettre en évidence une invariance relative à certains paramètres comme la taille de l'entreprise et l'existence d'une classification de base permettant de fixer des orientations générales.

Le critère le plus important est lié aux quantités produites (DOU 83) . On distingue trois types de production:

- la production en grande série
- la production en petite et moyenne série
- la production unitaire.

La production en grande série.

Elle regroupe les processus continus et la production de masse. Les processus continus opèrent des modifications pratiquement continues sur les produits fabriqués. Ils concernent en général les industries des matières premières : aciéries, cimenteries, raffineries, conserveries...

Le processus lui même est composé de machines spéciales volumineuses fortement automatisées. Les changements de production sont en général complexes. La maintenance et la surveillance constituent une part importante du travail.

La gestion de production est réalisée à l'aide de prévisions. Les stocks de produits finis sont tolérés car ils représentent une faible valeur et sont non périssables.

La production de masse dont l'exemple le plus significatif est l'automobile, est de plus en plus scindée en deux parties:

- La première est constituée de chaînes fortement automatisées d'usinage des éléments de base.
- La seconde réalise le montage et comporte une grande quantité de variantes personnalisant le produit au goût du client.

La gestion de production de ces deux parties est différente. Un programme est établi au niveau de l'usinage, tandis que le montage travaille sur commande. Le volume de stock de produits finis personnalisés est réduit et remplacé par un stock de produits intermédiaires non spécifiques.

La production en moyenne et petite série.

C'est le cas le plus fréquent des petites et moyennes industries qui constituent le tissu le plus vivant de l'économie (CESTA 84) .

Les machines sont en général de taille plus réduites et d'utilisation plus universelle. Le chemin des pièces dans l'atelier est très diversifié ; il n'existe pas de ligne de fabrication. La structure est de type Job Shop (poste de travail).

Le mode de gestion est plus diversifié, bien qu'il tende à passer à la commande plutôt que sur stock. Le problème majeur reste la détermination des chemins des produits et leur ordre de passage sur les machines.

Ces industries font souvent appel à la sous-traitance pour absorber les pointes de charge ou réaliser des travaux pour lesquels elles n'ont pas la compétence. Il peut exister une phase de conception non négligeable qui allonge le délai de réalisation.

La production unitaire.

Les moyens sont souvent spécialisés et uniques. Ils posent essentiellement un problème de planification dans le temps.

Cette activité est souvent liée aux travaux neufs (autoroutes, usines clef en main). Les outils classiques comme le PERT sont efficaces (BAR 81) . La gestion de la production se résume en général au suivi des travaux.

Cette classification des entreprises selon les quantités de produits fabriqués réalise un bon découpage des activités industrielles. Par contre le classement d'une entreprise particulière dans l'une de ces catégories est plus délicat. Deux raisons sont généralement invoquées :

- le classement dénature la réalité de l'entreprise
- l'entreprise travaille sur un éventail de produits assez large géré différemment selon le produit.

L'entreprise possède en fait une compétence qu'elle exploite de manière indépendante des quantités à produire. Il doit donc coexister plusieurs modes de gestion au sein de la même entreprise.

Le tableau I.1 présente une typologie des entreprises réalisée en fonction du type de logiciel de GPAO à utiliser (CHAU 85) .

LES GRANDES TYPOLOGIES EN GESTION DE PRODUCTION

NATURE DES PRODUITS	Produits complexes type bien d'équipement. La complexité est caractérisée par la variété des produits et leur mise en oeuvre.	Produits complexes à forte valeur ajoutée (bureau d'études,... fabrication...)	Pièces élémentaires ou sous-ensembles sous-traités	Produits standards, type grand public, de faible complexité et comportant peu variantes.
STRUCTURE DES PRODUITS	Existence de nomenclatures de bureau d'études et de leur nomenclature de production associée ; nombreuses variantes et options.	Nomenclature d'enclenchement de tâches évoluant au cours de la définition et de la structuration du produit.	Pas de nomenclature	Existence de nomenclatures stables.
INTERDEPENDANCE ENTRE PRODUITS	Existence de besoins communs en composants (pièces élémentaires fabriquées ou achetées).	Nécessité des moyens communs spécifiques (études, fabrication, sous-traitance).	Aucune	Aucune
GESTION D'ATELIER	Ateliers spécialisés, chargés par périodes fixes (une à deux semaines).	Ateliers spécialisés chargés en fonction de la disponibilité des moyens avec délestages fréquents sur la sous-traitance.	Ateliers spécialisés chargés au maximum de leur capacité.	Ilôts ou "ligne de fabrication" alimentés par un flux continu de production régulé par la demande.
PREVISION	Planifiée sur deux ou trois horizons (long, moyen et court terme).	A la commande.	Inexistante.	Sur historique.
NATURE DE LA DEMANDE	Prévisible.	Aléatoire.	Aléatoire.	Relativement stable.
TYPE DE PRODUCTION	Discontinue, fabrication par lots.	Unitaire.	Unitaire.	Continue pour des séries moyennes et répétitives.
METHODE DE GESTION	M.R.P. (américaine)	Multiprojet (multipert...)	Gestion des moyens à capacité limitée.	KANBAN (japonaise)
OBJECTIFS	Produire en quantité suffisante et juste à temps.	Organisation des tâches et gestion des moyens requis.	Saturation des moyens et respect des délais.	Produire à stock zéro et juste à temps.



Tableau I.1

I.1.c Place de la production dans l'entreprise

La parcellisation du travail se traduit par une excessive diversité des tâches et des objectifs des personnes les unes par rapport aux autres.

C'est l'organisation du travail de chacune des spécialités qui assure la cohérence générale de l'entreprise. Elle repose sur une structure de commandement et de relation dont la production est un des éléments.

L'objectif de ce paragraphe est de situer la place de la production dans l'entreprise en décrivant dans un premier temps les relations de la production avec les autres grands secteurs de l'entreprise. Dans un deuxième temps, nous décrirons les fonctions qui la composent et son organisation interne.

Les cinq grands secteurs de l'entreprise sont(Figure I.1):

- Recherche et développement ;
- Commercial et marketing ;
- Production ;
- Finance et comptabilité.
- Personnel

Chacun de ces secteurs poursuit des objectifs différents (DOU 83 , BOY 82) :

- La recherche tend à introduire de nouveaux produits pour assurer un renouvellement de l'entreprise et une adaptation aux technologies et aux besoins du futur. Le développement en assure la faisabilité.

- Le service commercial tend à vendre le plus de produits possible et veille à une meilleure satisfaction du client. Le service marketing assure la recherche de nouveaux marchés.

- La production cherche à maintenir la qualité et respecter les délais.

- Les services financiers et la comptabilité cherchent à maximiser le profit et assurer la croissance de l'entreprise.

- Le service du personnel veille à adapter le potentiel humain présent dans l'entreprise aux besoins fonctionnels.

Le fonctionnement de l'entreprise est lié aux échanges entre ces services et à la manière dont sont transcrits les objectifs de chacun dans ces échanges. Or, l'imbrication des échanges, de matière, d'information, de décision, n'est pas toujours contrôlée et fait apparaître des dysfonctionnements.

UNE ENTREPRISE

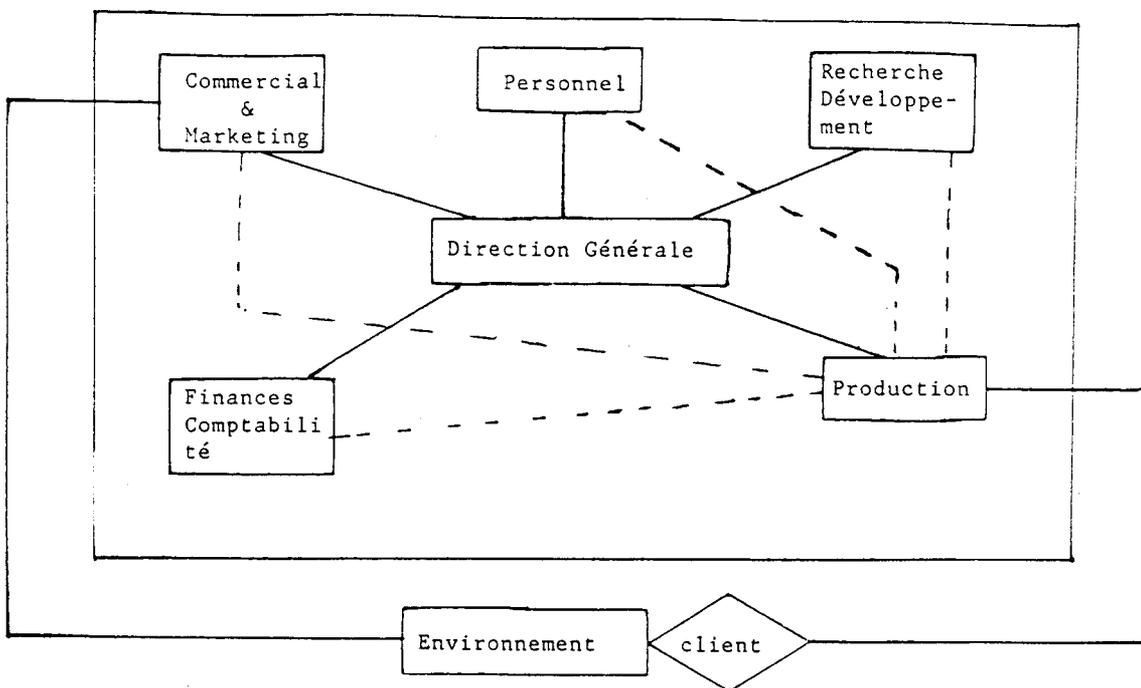


Figure I.1

LA PRODUCTION

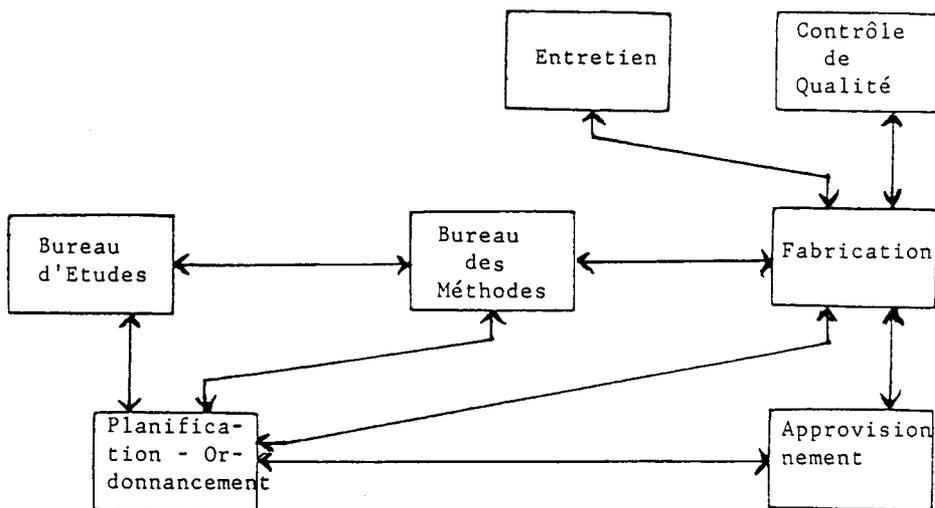


Figure I.2

. Le bureau d'études est chargé du développement des produits nouveaux: rendre industrialisables les produits de la recherche. Il dispose de plus en plus de moyens de développement informatiques en CAO . Il génère les nomenclatures des produits à fabriquer.

. Le bureau des méthodes s'occupe d'adapter les produits étudiés au processus de fabrication. Il décide de la sous-traitance d'une partie du traitement en fonction des possibilités internes. Il définit les postes de travail. Il élabore les gammes de fabrication : descriptif, pour un produit donné, du chemin du produit dans les ateliers, ainsi que du mode opératoire de chaque poste de travail .

. Le bureau d'ordonnancement est chargé de déterminer les échéances de la production et les personnels intervenant: quand, où et qui fabriquera. Il fait le lien avec le service commercial en ce qui concerne les délais.

. Le service contrôle qualité est le garant de la politique de qualité de l'entreprise. Il contrôle la production en s'appuyant sur des techniques de statistiques et de mesures. Il a également un rôle préventif en fixant des directives aux services opérationnels et fonctionnels.

Cet ensemble de services montre que l'activité est encore très diversifiée à l'intérieur même de la production, et que les compétences sont complémentaires. Ce milieu d'échanges se révèle propice à l'informatisation.

I.1.d Les grands axes d'amélioration de la productivité

La GPAO prend sa place dans le contexte de modification profonde de l'outil de production lié aux deux grands courants de rénovation que sont l'automatisation d'une part et la maîtrise des idées d'autre part (CAP 85 , BOTT 80) .

L'automatisation intervient dans la production selon deux axes :

- verticalement depuis la conception jusqu'à l'atelier; elle améliore la conception des nouveaux produits.
- transversalement dans toutes les étapes de la conception et de la fabrication; elle améliore la gestion.

La conception assistée par ordinateur, CAO, outil du bureau d'étude et la fabrication assistée par ordinateur, FAO, outil du bureau des méthodes, permettent des gains de temps considérables sur la conception des produits et l'adaptation de l'outil de production, plus complexe à mettre en oeuvre. De tels systèmes permettent d'élaborer directement les données techniques liées au produit pour la GPAO.

Dans le bas de cette chaîne verticale, l'amélioration du processus de production se concrétise par l'utilisation de robots, de machines à commande numérique et d'automates programmables en lien direct avec le processus de fabrication.

Selon l'axe transversal nous trouvons les réseaux de communication de données et les ordinateurs de contrôle gérant toutes les informations de pilotage les présentant sur des écrans synoptiques avec une attention toute particulière à la convivialité. La GPAO peut s'interfacer à un tel système en collectant les informations de suivi et en communiquant les directives de gestion.

Certains domaines comme la maintenance possèdent déjà des outils logiciels de gestion, la MAO. Il en est de même pour le contrôle de la qualité CQAO.

- La maîtrise des idées, beaucoup plus développée au Japon qu'en Europe, n'est pourtant pas inexistante avec les cercles de qualité et l'analyse de la valeur et autres démarches de groupes responsabilisés.

Dans le domaine de la gestion de production, des idées simples peuvent s'avérer plus fructueuses que n'importe quel système informatique (AFC 85).

Ses travaux ne doivent pas être contradictoires avec l'automatisation. Ils conduisent à un mouvement permanent vers le progrès qui ne doit en aucun cas être freiné par des systèmes informatiques trop lourds et peu évolutifs (SHI 86).

1.2 LES FONCTIONS DE LA GPAO

La quantité d'informations que le système de GPAO doit gérer est telle qu'il n'est pas pensable d'installer le système de façon intégrale dès que la décision en a été prise. Ces systèmes sont donc découpés en modules indépendants qui laissent le choix à l'utilisateur de l'ordre d'implantation et du nombre de modules qu'il utilisera (CESTA 84).

Lors de l'implantation d'un module, il n'est pas rare de constater que les modifications d'habitudes sont telles qu'il est impossible de réaliser cette implantation sans passer par une gestion manuelle intermédiaire.

Le découpage en modules est généralement le suivant :

- gestion des données techniques ;
- plan directeur de production ;
- calcul des besoins ;
- gestion des approvisionnements ;
- ordonnancement, lancement.

La figure I.3 présente l'organisation générale de ces fonctions (DOU 83) .

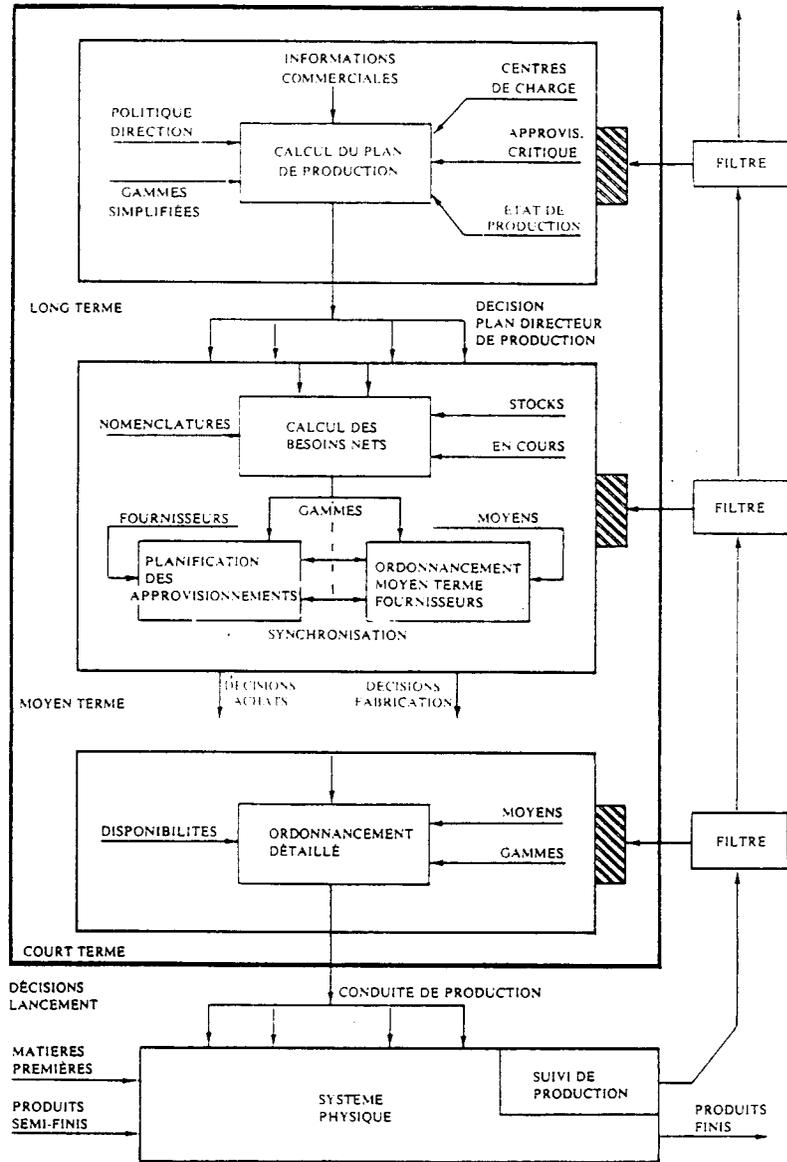


Figure 1.3. La décomposition du système de pilotage (DOU 83)

I.2.a La gestion des données techniques

Cette partie relève plus particulièrement du bureau d'étude et du bureau des méthodes, sans écarter l'intervention des autres services de la production.

Ces données constituent la base du système d'information car elles présentent ce qu'il faut gérer. Elles se divisent en deux parties :

- les données concernant les produits ;
- les données concernant les moyens de production.

Les données concernant les produits sont constituées des nomenclatures et des gammes.

Les nomenclatures permettent de décrire un produit en éléments constitutifs. Ces descriptions sont rangées dans les fichiers sous forme arborescente.

Les possibilités de représentation sont variables depuis l'arbre mono-niveau jusqu'à la représentation modulaire qui permet la description des produits comportant des variantes (BOTT 80) .

On distingue les nomenclatures en fonction de la nature de l'utilisation ou de l'origine du produit associé : produits achetés, produits fabriqués, composants de produits, pièces de rechange.

Les gammes opératoires portent les informations de description technologique des opérations à effectuer pour obtenir le produit. Elles définissent le parcours entre postes avec l'ordre dans lequel il doit être fait, ainsi que le travail que doit réaliser chaque poste sur le produit.

L'élaboration des gammes peut être grandement simplifiée par l'utilisation de logiciels de FAO. L'interfaçage direct des fichiers de données peut faire gagner du temps et de la précision sur les données. La représentation des gammes peut offrir la possibilité de décrire des opérations à réaliser sur un ensemble de types de pièces (gamme de groupes) ou présenter différents modes de réalisation du même produit (gamme avec variantes).

Les données concernant les moyens de production permettent la connaissance précise des ressources disponibles. Elles portent sur :

- les moyens matériels
 - . machines
 - . outils
 - . documentation technique

- les hommes
 - . identification
 - . qualification

Elles décrivent les liens entre ces différents moyens, c'est-à-dire l'organisation qui en est faite :

- affectation du personnel,
- responsabilité du matériel,
- combinaison des moyens,
- hiérarchie.

Y sont également attachés des données de valorisation de ces moyens en fonction du temps d'utilisation ainsi que des historiques pour établir des statistiques.

I.2.b Plan directeur de production

Le plan directeur de production peut être considéré comme une synthèse du carnet de commandes clients, des prévisions de vente et des stocks. Il est élaboré en vue de deux opérations :

- l'ajustement de la capacité de production ;
- la définition des besoins en produits.

Il est réalisé à partir de données techniques agrégées appelées macro-gammes et macro-nomenclatures, dont le but est de fournir une vue générale de la production. Cette agrégation permet de limiter les calculs qui ne tiennent pas compte du niveau de détail que l'on possède par les gammes et nomenclatures.

Il tient compte de l'état du système de production, mesuré en termes de produits finis. Il est fondé sur des prévisions de vente calculées par les services commerciaux.

La synthèse consiste à élaborer un plan de production capable de satisfaire les prévisions envisagées. Il s'agit donc d'une extrapolation des résultats enregistrés.

L'ensemble des liaisons avec le service commercial est réalisé dans ce module qui gère les commandes clients (fermes et prévisionnelles), les accusés de réception, voire les devis ainsi que toutes les modifications pouvant intervenir sur ces commandes.

L'élaboration du plan directeur est généralement réalisée de manière interactive. L'utilisateur peut modifier la forme des prévisions de vente ou la capacité de production afin d'obtenir un plan qui lui semble convenable.

Les formules de calcul varient d'un logiciel à l'autre en fonction des paramètres qu'ils prennent en compte. Le calcul est bien souvent réalisé à capacité infinie (sans tenir compte

des capacités réelles des machines), de manière à déterminer les points de surcharge.

Ce plan est exprimé en termes de produits finis, ce qui n'est pas forcément l'unité de mesure de chacun. Pour connaître les besoins à plus court terme, il faut décomposer les produits en éléments, ce qui est l'objet du calcul des besoins.

I.2.c Calcul des besoins

L'objectif de cette fonction est de déterminer dans le temps les quantités de composants à fabriquer ou à approvisionner. Cette opération se déroule en deux phases :

- le calcul des besoins bruts
- le calcul des besoins nets

Le calcul des besoins bruts permet de passer d'une vision globale à une vision de détail. Le plan de production ou les commandes, selon le cas, sont décomposés en besoins bruts d'articles à l'aide des nomenclatures. Ce calcul s'effectue période par période sur un nombre de périodes fixé par programme ou demandé à l'utilisateur.

Le calcul des besoins nets représente les quantités réelles à produire ou à approvisionner compte tenu des stocks et des en-cours. Ce calcul est sensible au décalage existant entre l'état réel de ces variables et la connaissance de cet état.

Les besoins sont échelonnés et portés sur des planning de besoin par article. Ils servent de base à l'ordonnancement. Ils comportent:

- les besoins bruts,
- les stocks,
- les besoins nets,
- les quantités à lancer.

Ce module est la base du système MRP (Material Requirement Planning) qui tend à réduire les stocks au minimum.

I.2.1 Gestion des approvisionnements

Son rôle est de fournir à la production les produits dont elle a besoin quand elle en a besoin. Pour cela, on place généralement entre l'approvisionnement et la production un stock tampon pour garantir une certaine indépendance entre les fonctions.

Dans ce cas, l'approvisionnement est géré en réapprovisionnement de stock et génère une fonction intermédiaire de gestion de ces stocks.

Une autre méthode consiste à approvisionner directement les besoins réels de la production sans passer par le stockage.

Cette politique nécessite une grande confiance dans les fournisseurs et une gestion rigoureuse.

Cette gestion s'appuie sur le calcul des besoins nets. Elle nécessite l'examen des quantités économiques, de la répartition des besoins et de la fiabilité des délais de l'article concerné, ce qui représente une tâche importante.

Le grand nombre des articles à gérer ne rend pas possible l'emploi de cette méthode pour tous les articles et impose une gestion des stocks. Les méthodes de gestion des stocks sont bien connues et abondamment étudiées (BOY 82, BAR 81, DOU 83) .

Pour une bonne gestion du stock, il est nécessaire de contrôler les entrées-sorties physiques du magasin, ce qui nécessite une implantation de terminaux de saisie. Ces systèmes peuvent offrir une aide au magasinier en vue de réaliser la gestion de la localisation des articles et des places vides.

Il est de même proposé une politique d'inventaires tournants pour vérifier l'état réel des stocks. Cette opération est nécessaire pour contrôler les erreurs de manipulation ou de saisie des opérateurs. Il faut également souligner que l'abandon de certaines productions conduit à un stockage de pièces inutiles qui encombrant les magasins et qu'un inventaire global permet d'éliminer périodiquement.

La gestion des achats conduit à la tenue à jour d'un ensemble de données concernant les commandes et les fournisseurs. Les aides que les logiciels proposent concernent le calcul des quantités à commander, la sélection des fournisseurs, la génération des commandes, la détection des retards de livraison, les relances automatiques.

I.2.e Ordonnancement - lancement

Primordiale dans la conduite de la production, la fonction ordonnancement-lancement est rarement implantée dans les systèmes de GPAO.

Cette fonction est en effet sujette à la variation d'un grand nombre de paramètres humains. Cette tâche est également très proche du processus et donc très spécifique à l'entreprise. Elle se découpe en quatre sous-parties (Figure I.4) :

- l'ordonnancement,
- le lancement,
- le suivi de production
- la comparaison avec les prévisions.

L'ordonnancement repose sur un modèle qui essaie de rendre compte au mieux de la réalité des travaux à piloter. L'objectif des calculs réalisés est d'optimiser par rapport à un ensemble de critères jugés importants pour le système modélisé, des fonctions liées à la production.

Ces critères reposent sur les délais à respecter et les capacités des machines. Les méthodes de calcul ne cherchent pas à obtenir un optimum absolu, mais une solution acceptable. En effet, la réalité de l'atelier remet en cause régulièrement ces prévisions qu'il faut redéfinir dans un nouvel horizon (ANC 87 , TERR 87) .

Les méthodes employées sont d'une complexité très variable et les recherches dans ce domaine se poursuivent notamment en intelligence artificielle. Elles se répartissent en méthodes potentielles utilisant des graphes de type PERT et des méthodes sérielles plus proches des techniques d'optimisation classique (DOU 84 , CHAU 85) .

L'ordonnancement fournit un plan prévisionnel qui est utilisé pour le lancement et pour la comparaison avec les données réelles.

Le lancement est chargé de communiquer les ordres de fabrication aux responsables des différentes tâches ordonnancées. Cette opération de transmission est l'occasion de modifications du plan d'ordonnancement en réaction à des aléas de production dont on peut réduire les effets par ces modifications immédiates.

Le suivi de production est l'appareil sensitif de la fonction pilotage. Il est chargé de recueillir l'information sur l'état réel de la production, d'organiser l'information et de la mémoriser pour une utilisation ultérieure.

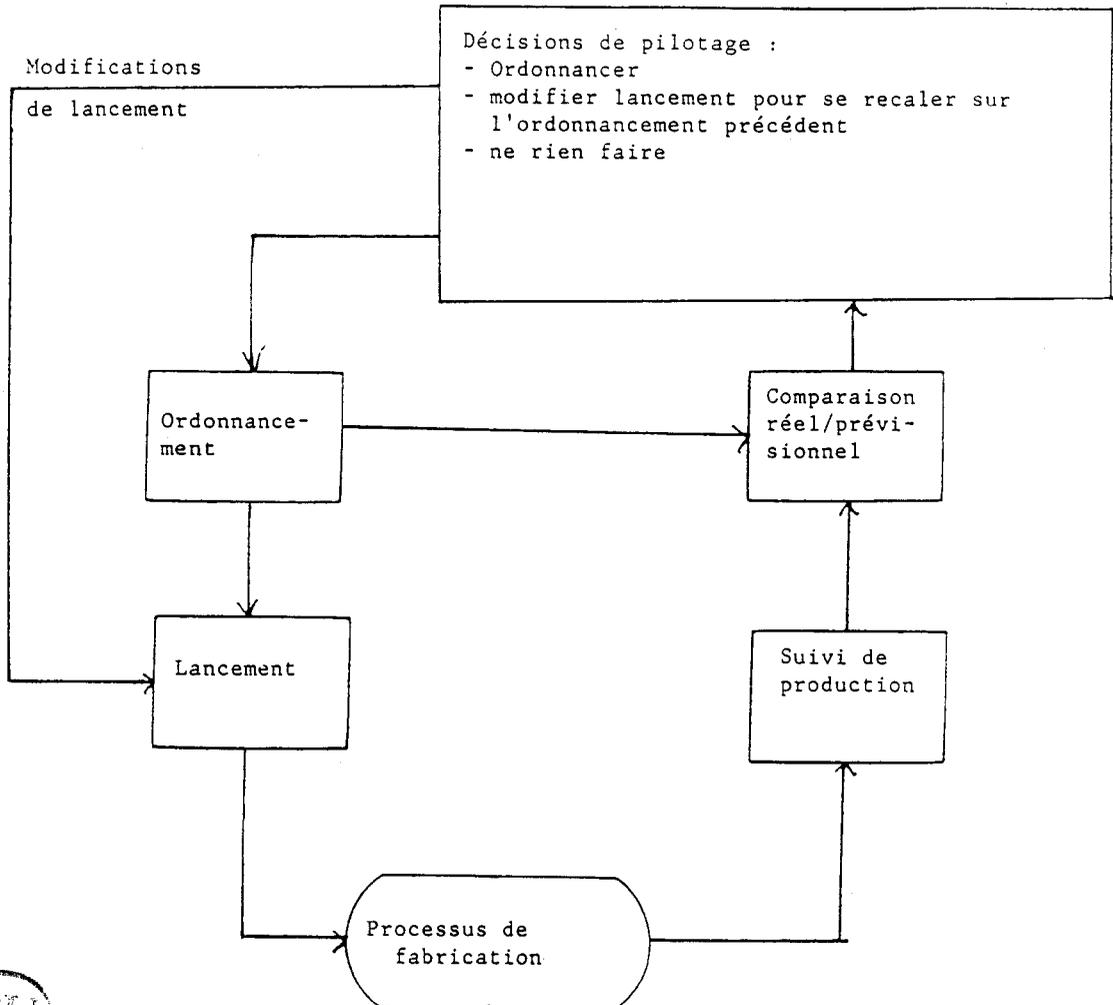
BOUCLE DE PILOTAGE

Figure I.4

La comparaison entre réel et prévisionnel permet de mesurer les conséquences des écarts dans le futur et de prendre les décisions qui s'imposent au niveau du pilotage.

Cette fonction ordonnancement lancement se comporte comme un système bouclé dont l'analyse préalable est nécessaire pour en obtenir une informatisation correcte.

I.3 LES NIVEAUX PHYSIQUES INFORMATIONNELS ET DECISIONNELS

I.3.a La vision systémique

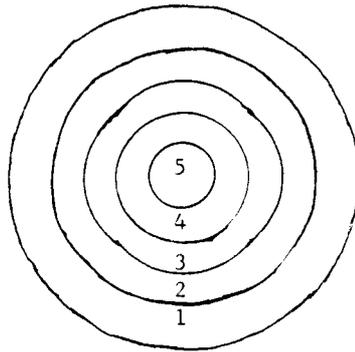
La grande diversité des éléments manipulés en gestion de production incite à les organiser à partir d'une structure globale. Cette structure, si l'on s'en tient à un aspect descriptif, n'est que statique et ne permet pas d'en connaître l'évolution dans le temps face à la modification de l'environnement. A la notion de structure, se substitue alors une notion de système.

Des recherches en cybernétique, commencées à la fin de la seconde guerre mondiale, ont fait évoluer cette notion de système qui s'est d'abord appliquée à la biologie.

Elle fut transposée à l'économie et à la gestion vers les années 60 avec les travaux de Forrester poursuivis par J.L Lemoigne, auteur de "la théorie du système général" (LEM 77).

Dans cette théorie, l'entreprise est représentée comme un objet de nature technique, sociale et économique. Cet objet est placé dans un environnement, et doté de finalités propres. Il exerce une activité et voit sa structure interne évoluer au fil du temps sans qu'il perde pour autant son identité unique (BOY 82) .

L'APPROCHE SYSTEMIQUE



Le Système dans l'entreprise
J. MELEZE

- 1. LE PRODUIT SYSTEME PHYSIQUE
- 2. EXPLOITATION
- 3. GESTION
- 4. EVOLUTION
- 5. MUTATION

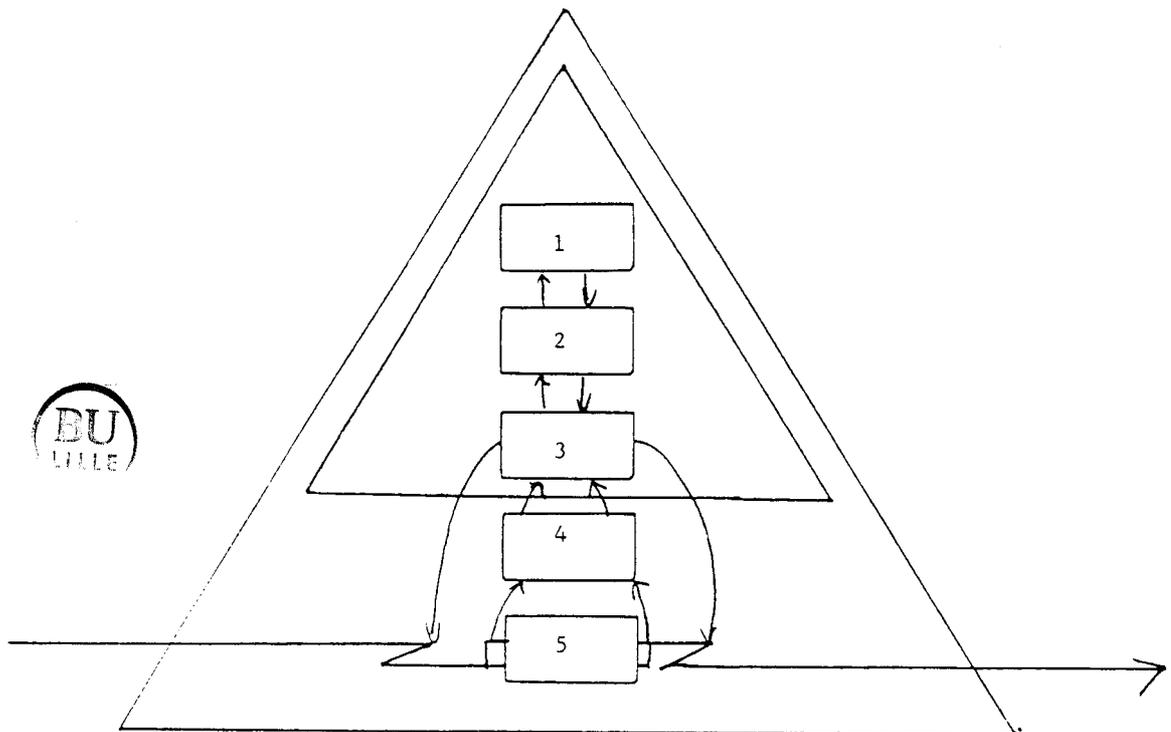


Schéma du Système Général
par J. LEMOIGNE

- 1. SYSTEME DE FINALISATION
- 2. SYSTEME DE CONCEPTION
- 3. SYSTEME DE DECISION-SOLUTION
- 4. SYSTEME D'INFORMATION
- 5. SYSTEME OPERANT

Figure I.5

Cet objet se décompose en cinq niveaux hiérarchiques comme le présente la figure I.5 :

- 1 - Le système de finalisation
- 2 - Le système de conception
- 3 - Le système de décision
- 4 - Le système d'information
- 5 - Le système opérant

Nous indiquons sur cette figure I.5 l'approche voisine de J.Mélèse en cercles concentriques (MEL 61).

L'objectif de cette structuration n'est pas d'obtenir une description du système apparent, mais de décrire une réalité plus profonde qui explique comment sont prises les décisions et permet d'apprécier la capacité d'évolution du système. Elle donne une vision globale dans laquelle chaque acteur recherche la meilleure action locale à mener pour obtenir un optimum global.

Cette vision repose sur un modèle immatériel, global mais non unique. Il existe à ce niveau un grave danger qui est de le considérer comme universel. Ceci conduit à ne plus le remettre en cause, ou à ne pas s'apercevoir que ce modèle n'est pas identique pour tous les acteurs, dont l'activité devient alors incohérente.

Dans la pratique les trois niveaux supérieurs sont regroupés sous le nom de niveau décisionnel car ils sont difficilement formalisables. Le niveau inférieur est appelé niveau physique.

I.3.b Le niveau physique

Ce sous-système est composé d'un ensemble de fonctions dont l'objectif est de transformer des composants en des produits finis.

Ces fonctions peuvent être assurées par une machine, un homme, un outil ou une partie du système de production. Les composants et les produits finis sont les entrées et sorties du système.

On a l'habitude de leur associer une signification matérielle et même plus particulièrement mécanique. La production peut néanmoins revêtir une réalité toute différente en fonction du secteur d'activité: commerce, transport, médecine.

I.3.c Le niveau décisionnel

Ce sous-système est chargé du pilotage du sous-système physique, ce qu'il réalise en prenant des décisions (DOU 84). On distingue trois classes de décision :

- les décisions stratégiques
- les décisions administratives
- les décisions opérationnelles

Les décisions stratégiques concernent les politiques et les stratégies définies au plus haut niveau de l'entreprise. Elles orientent les activités de l'entreprise, déterminent les performances demandées aux différents centres de service.

Les décisions administratives assurent l'organisation des ressources logistiques matérielles et financières. Elles permettent l'élaboration des budgets.

Les décisions opérationnelles concernent la transmission des instructions au système piloté pour que les performances de celui-ci correspondent aux objectifs fixés dans les décisions stratégiques et administratives. Dans ces décisions opérationnelles on distingue :

- des décisions statiques prises pour la constitution d'un plan ;
- des décisions dynamiques prises lorsque le système physique subit des perturbations.

Celles-ci tendent à corriger les erreurs pour converger vers les objectifs.

Ce niveau décisionnel est fortement lié au système d'information.

I.3.d Le niveau informationnel

Il représente l'ensemble des informations circulant ou stockées. Le système d'information fait le lien entre les niveaux décisionnel et physique.

On mesure ses performances en disponibilité et pertinence de l'information. La disponibilité traduit l'adaptation de la fréquence des informations à la fréquence des décisions.

La pertinence traduit la nécessité d'avoir une information suffisante, mais exploitable et sans distorsion.

L'évolution des matériels et des techniques informatiques conduit à identifier le niveau informationnel avec l'informatique.

I.3.e Place de la GPAO dans la vision systémique

Compte tenu de la gestion qui est réalisée dans les logiciels de GPAO, il n'est pas possible de les classer uniquement au niveau informationnel.

Par l'arrivée du logiciel, bien des décisions prises par les responsables sont devenues automatiques ou contraintes dans leur forme pour respecter les formats informatiques.

Le travail humain est déplacé vers les tâches de plus haut niveau tandis que la part du système décisionnel couverte par le logiciel de GPAO induit un modèle de gestion.

Nous pouvons prendre pour exemple le système le plus implanté à l'heure actuelle: le système M.R.P. (material requirement planning). Celui-ci se décompose en trois niveaux de décisions correspondant à trois horizons de planification.

A long terme, le calcul du plan directeur de production.

A moyen terme, le calcul des besoins et la gestion des approvisionnements.

A court terme, l'ordonnancement et le lancement.

Le pilotage de la production à l'aide d'un système MRP est profondément modifié et une mauvaise connaissance du système entraîne des erreurs.

En effet, le plan directeur est établi à partir de prévisions de ventes fournies par les services commerciaux. Si celles-ci sont élaborées à partir des variations des commandes, ce qui vient en premier lieu à l'esprit, on introduit un terme dérivateur à l'entrée du système.

D'autre part, la production est désynchronisée de la vente par un stock qui agit comme un intégrateur. La chaîne complète contient donc un terme dérivateur suivi d'un intégrateur, ce qui conduit à un terme ingouvernable dans le système.

Il peut donc exister des phénomènes de saturation si les prévisions de vente varient trop rapidement ce qui se traduit dans la pratique par des demandes de production d'un nombre négatif de pièces. Le logiciel de GPAO est bien un régulateur.

I.4 LE SUIVI DE PRODUCTION

La place du suivi de production dans le système de GPAO est primordiale. Il constitue en effet la chaîne de retour.

Lorsque cette fonction n'est pas implantée, le système travaille en aveugle et ne réalise que la planification. Les responsables d'ateliers conservent toute latitude pour modifier le planning informatique sans en avertir les niveaux supérieurs.

Petit à petit, les procédures de planification, non remises en cause, s'avèrent inefficaces et ne servent effectivement plus. Toute la chaîne devient alors inutile.

Les performances que l'on demande au suivi de production sont celles d'une chaîne de retour : ne pas déformer la réalité.

Ceci se traduit par une élimination de tout retard et par un soin particulier dans la détermination des points de mesure pour éviter la distorsion. Cette chaîne de retour se décompose en trois parties :

- la saisie des informations
- les traitements
- l'utilisation

I.4.a La saisie des informations

On peut scinder les systèmes de saisie selon la nature du suivi :

- suivi du cheminement des produits
- suivi des machines
- suivi des opérateurs

Ce découpage permet de mettre en évidence les besoins de base dans les saisies en atelier, mais bien souvent les systèmes réels mis en place recouvrent les trois volets. Nous préférons le découpage hiérarchique suivant :

- la saisie automatique indépendante du produit
- les systèmes de repère de produits
- les terminaux d'ateliers

La saisie automatique utilise des capteurs diversifiés pour mesurer la production en un point particulier du processus. Les mesures les plus courantes sont :

- le comptage de pièces
- la mesure du poids
- la mesure de longueur

Les équipements d'automatique liés aux machines peuvent servir également de capteur de base : automates programmables, commandes numériques, systèmes de contrôle.

A partir de cycles réalisés par les programmes de ces équipements, il est possible de régénérer des informations sur la production: comptage de pièces, mesures de temps opératoires, usure des outils.

Certains processus complexes sont contrôlés par ordinateur. Celui-ci est chargé de la collecte des informations sur le processus car il en a lui-même besoin. Il restitue alors au système de suivi les informations nécessaires. De telles structures hiérarchiques sont de plus en plus fréquentes dans les systèmes automatisés (CAP 85) .

Les systèmes de repérage des produits sont utilisés lorsque l'identification du produit est nécessaire :

- nombreuses variantes (automobile)
- repérage de lots de fabrication (pharmacie)
- qualité rigoureuse (produits à forte valeur ajoutée)

Cette identification permet soit d'agir sur le parcours lui-même ou sur les opérations réalisées, soit de le mémoriser pour réaliser un historique destiné au service après-vente.

Les dispositifs utilisés pour transporter l'information sont liés aux éléments de transport, ou au produit lui-même. On distingue :

- les cartes perforées
- les dispositifs magnétiques
- les étiquettes avec code à barre
- des équipements intelligents embarqués

Les cartes perforées ont été très utilisées lorsque les centres informatiques en faisaient un usage courant pour leurs besoins propres. Leur manque de lisibilité directe et leur encombrement entraînent leur abandon progressif.

Les systèmes magnétiques, de plus en plus utilisés pour les opérations bancaires, sont économiques tant du point de vue de l'élément porteur d'informations que du côté du lecteur.

Ils offrent un gros avantage par rapport aux systèmes à étiquettes, qui est de pouvoir être réécrits. L'information contenue dans la carte peut alors s'enrichir au cours du processus. Ils présentent en contrepartie l'inconvénient d'être sensibles aux parasites électromagnétiques.

Dans le cas de cartes simples, le lecteur doit être porté à faible distance de la carte. Il existe toutefois des systèmes plus élaborés palliant cet inconvénient au prix d'une complication du dispositif qui s'éloigne de la simple piste magnétique.

Les étiquettes avec codes à barres se répandent de plus en plus dans les systèmes de suivi de production. Elles portent une information codée représentant de 10 à 30 caractères alphanumériques.

La lecture est réalisée en quelques secondes et sans erreurs, ce qui explique l'intérêt qui leur est accordé. Les étiquettes sont de taille variable. Elles peuvent être collées sur des circuits imprimés ou sur des colis.

Les codes à barres sont parfois utilisés comme clavier pour limiter les éléments de saisies maniés par les opérateurs et fiabiliser les informations.

La lisibilité des barres est liée à la qualité du dispositif d'impression employé. Les imprimantes à laser sont recommandées pour cet usage. La lecture est réalisée à l'aide de dispositifs divers :

- le crayon optique : Ce dispositif est le plus simple ; il demande un mouvement manuel pour la lecture.
- le pistolet laser, permet une lecture sans mouvement et sans contact.
- le lecteur à laser, fixe permet une lecture directe insensible à la position de l'étiquette sur un colis et sans contact.

Les terminaux d'atelier sont de natures très diverses.

Ils se présentent sous la forme d'une calculette pour les plus modestes, sous forme de micro-ordinateur pour les plus sophistiqués. Leur point commun est de servir d'interface entre l'opérateur et l'ordinateur.

Il existe dans le commerce un bon nombre d'éléments de ce type. Ils offrent en général la possibilité de connecter des éléments périphériques : crayon optique, lecteur de cartes magnétiques.

Le choix du terminal d'atelier s'effectue selon les critères suivants (AFC 85) :

- quantité d'informations à saisir
- environnement de travail
- adaptation à l'opérateur

La quantité d'informations à saisir peut être réduite à l'aide de touches de fonctions. La frappe au clavier est en effet une opération lente pour les non initiés. L'affichage sert de contrôle de premier niveau de la saisie.

L'environnement de travail est parfois sévère et rejette tout équipement standard :

- poussières,
- humidité,
- vapeurs corrosives,
- écarts de température,
- projections diverses,
- parasites.

L'adaptation du terminal à l'ouvrier doit tenir compte :

- de la nature du travail de l'utilisateur :
résistance au choc, dimension des touches.
- du temps imparti à la saisie : pas de frappe prolongée, temps de réponse correct.
- de l'intégration au poste de travail : éviter les oublis, les mouvements inutiles.

Une formation des utilisateurs peut permettre d'éliminer un grand nombre d'erreurs de saisie qui peuvent paralyser tout le système.

I.4.b Les traitements des informations

Les informations saisies en atelier sont en général d'une densité faible. Qui en effet s'intéresse au fait que l'opératrice X a terminé la couture de son 100ème bonnet depuis le début de son poste ?

Le rôle des traitements sera donc de rendre exploitables les informations. Les principales difficultés rencontrées sont liées aux erreurs de saisie qu'il faut déceler et aux manques d'information qui doivent être signalés mais qui ne doivent pas perturber l'élaboration des résultats.

Les systèmes de gestion de bases de données sont intéressants pour ces traitements. Ils assurent également la mémorisation qui permet aux utilisateurs de retrouver les informations au moment où ils en ont besoin.

L'évolution permanente des informations dans le temps nécessite des mises à jour régulières des bases de données.

Les informations concernant le suivi s'organisent en quatre volets :

- les données de production
 - . affectation des ordres de fabrication des pièces et des outils
 - . début, fin d'opération
 - . arrêts, reprises d'opération
 - . quantités traitées, rebutées, restantes
 - . groupement d'opérations

- les données relatives aux machines
 - . temps de production
 - . temps opératoire effectif
 - . temps d'arrêts classés :
 - maintenance
 - panne
 - non approvisionnement
 - changement d'outil
 - absence d'opérateur
 -

- les données relatives aux outillages
 - . affectation d'outillage
 - . durée des changements d'outil
 - . taux d'usure
 - . lieu et conditions de stockage
 - . remise en état

- les données relatives aux hommes
 - . temps de travail productif et improductif
 - . absence

I.4.c Utilisation des informations dans le système GPAO

Les informations interviennent à plusieurs niveaux dans la gestion de la production :

- les ateliers
- les services de soutien
- l'ordonnancement
- le calcul des besoins
- le plan directeur
- les services extérieurs

Dans les ateliers, les informations collectées permettent de réagir en local aux événements qui les ont engendrés. Le responsable d'atelier est en effet le premier intéressé et le premier responsable de ce qui se passe dans l'atelier. Il peut également éviter le transfert d'informations erronées.

Les services de soutien : outillage, entretien, manutention, expédition, sont intéressés par une partie sélective de cette information. La rapidité de leurs interventions et leur efficacité peuvent être améliorées.

L'ordonnancement se sert d'une information d'écart entre les prévisions et la production pour décider de l'intervention ou non sur l'ordonnancement ou les lancements. Une simulation de l'évolution des écarts dans le temps peut leur être d'un précieux secours.

Le calcul des besoins se sert de l'état des stocks pour élaborer les besoins nets. Le suivi de production peut affiner l'état des stocks en fournissant un état des en cours.

Le plan directeur est réalisé sur la base des capacités de production. Le suivi peut fournir des états plus réels de ces capacités et, par là-même, permettre d'affiner le plan de production.

Des services extérieurs à la production sont concernés par le suivi de production :

- la comptabilité pour élaborer le calcul des prix de revient des produits
- le service personnel pour le calcul de la paie
- le service commercial pour fournir l'état d'avancement des commandes

Le calcul du prix de revient des produits est une donnée très importante car elle permet de suivre les performances de l'entreprise au jour le jour.

Le prix de revient est élaboré à partir des postes suivants :

- coût matière
- main d'oeuvre
- machine
- frais généraux
- traitements divers

Le suivi de production peut fournir les temps de travail réellement passés que les paramètres comptables viennent valoriser pour obtenir le coût réel.

La comparaison avec un coût standard permet de suivre l'évolution du prix de revient et d'agir sur les postes les plus chers.

CONCLUSION

La GPAO , partie informatique de la gestion de production, doit s'intégrer dans une organisation fonctionnelle de l'entreprise supportée par les hommes.

Outil de régulation, elle ne se comprend en profondeur que par une analyse systémique qui la décompose et la structure.

Inscrit dans cette vision globale, le suivi de production est un instrument de mesure placé sur le processus qui informe les décideurs.

L'évolution du marché, qui tend à raccourcir les délais de production, intervient à tout niveau dans ce système entreprise. Chaque partie doit être améliorée et notamment la chaîne de retour, le suivi de production.

II METHODES ET OUTILS D'ANALYSE

POUR LES SYSTEMES DE PRODUCTION

II.1 LE BESOIN METHODOLOGIQUE

II.1.a La conduite du projet.

II.1.b Le système de production et la conduite
de projet.

II.1.c Classification des méthodes.

II.2 LES DIFFERENTES METHODES EXISTANTES

II.2.a SADT

II.2.b IDEF

II.2.c Les réseaux de PETRI

II.2.d SSAD

II.2.e MERISE

II.2.f GRAI

II.3 COMPARAISON DES METHODES

II.3.a Comparaison des modèles.

II.3.b Comparaison des méthodes.

II.3.c Exemple.

II METHODES ET OUTILS D'ANALYSE

POUR LES SYSTEMES DE PRODUCTION

Le nombre de paramètres impliqués et imbriqués dans un système de production impose au concepteur une méthode d'étude rigoureuse et systématique.

Notre objectif n'est pas de réaliser une classification exhaustive des méthodes existantes mais plutôt de présenter une boîte à outils dans laquelle l'analyste pourra puiser des moyens pour augmenter son efficacité.

Ce chapitre se divise en trois parties :

- la définition de ce que l'on attend des méthodes
- la description des méthodes les plus courantes
- une comparaison entre ces méthodes pour permettre de les utiliser à bon escient.

II.1 LE BESOIN METHODOLOGIQUE

II.1.a La conduite du projet

Plus d'un projet a connu du retard, parfois même jusqu'à l'infini, parce que certains points avaient été pris à la légère, sous estimés, considérés comme des faits naturels à ne pas remettre en cause.

Cet état de fait a donné naissance à de multiples méthodes et un grand nombre de publications (CAP 85 , URG1 86) .

L'objectif général de ces méthodes est de séparer l'étude en phases permettant d'obtenir des points de validation de l'avancement du projet.

Ceci permet :

- de déterminer la tâche de chacun
- d'assurer que chaque phase converge vers les objectifs
- de surveiller l'avancement du projet en délais et coûts.

Les phases généralement distinguées dans ces méthodes diffèrent d'un projet à l'autre en fonction du sujet à traiter, des moyens à mettre en oeuvre et du dialogue qui se noue entre les partenaires.

Les phases les plus souvent citées sont les suivantes :

- analyse
- conception
- développement
- implantation
- exploitation
- maintenance

Au départ, le projet n'existe que dans des représentations abstraites que les concepteurs s'en donnent. Au fur et à mesure que l'étude avance, il devient de plus en plus concret et de plus en plus détaillé.

Un outil de représentation du projet doit donc supporter cette évolution de l'avancement en termes d'abstraction décroissante. Selon les méthodes, la représentation est unique et supporte plusieurs niveaux d'abstraction, dans d'autres, le modèle change pour s'adapter à la phase d'étude.

Nous pouvons déjà faire une distinction entre le travail que doit réaliser l'analyste, la méthode, et le résultat qu'il obtient, le modèle.

II.1.b Le système de production

et la conduite de projet

Le premier chapitre a introduit la vision systémique de l'entreprise. Celle-ci est décomposée en trois niveaux :

- le niveau décisionnel
- le niveau informationnel
- le niveau physique

La nature des objets manipulés dans chacun de ces niveaux est différente, ce qui impose une analyse différenciée en niveaux. La conduite du projet suit cette règle.

Nous obtenons ainsi une décomposition de l'étude des systèmes de production en trois axes :

- la nature du modèle
- le niveau d'abstraction
- le cycle de vie du projet

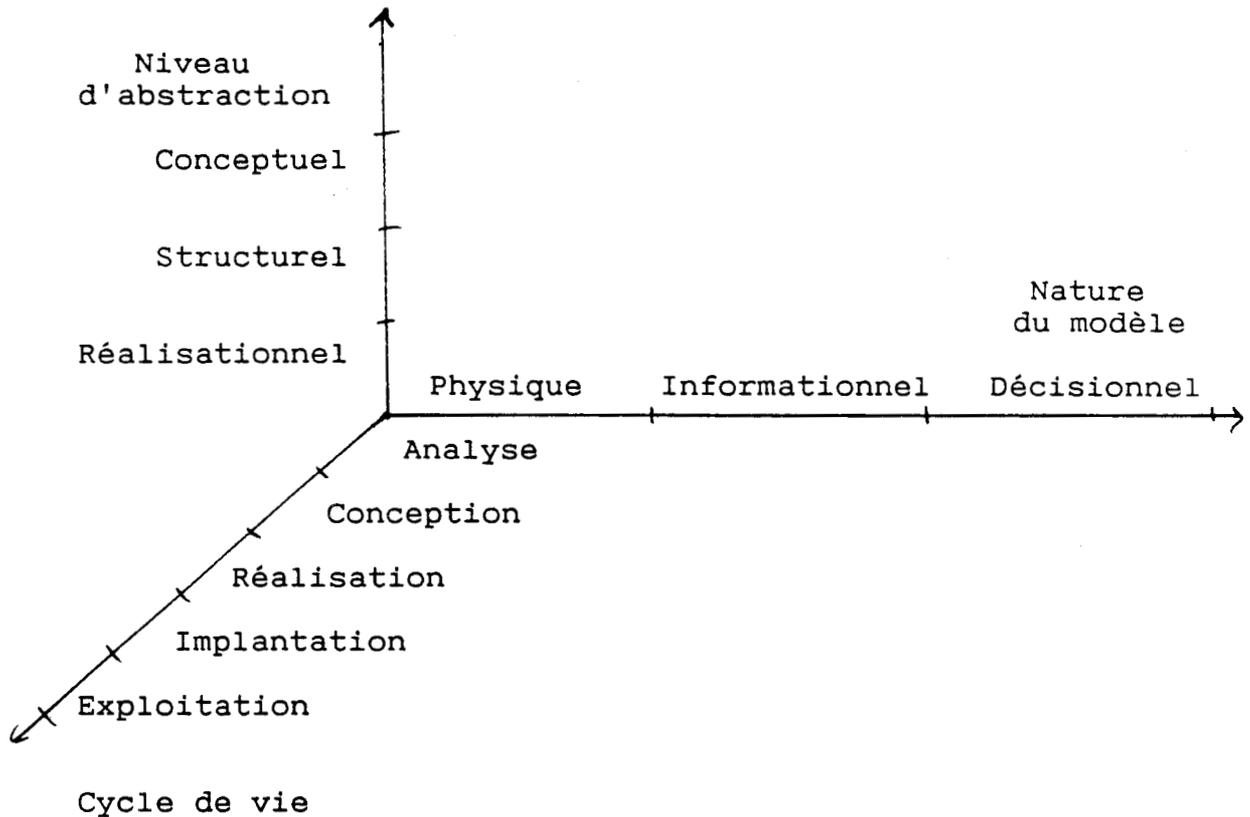


figure II.1 : Les trois axes de l'étude.

Si l'on compte le nombre de cases de ce volume, nous en obtenons 45, ce qui ne peut faire l'objet d'une étude globale. Les méthodes existantes ne couvrent donc qu'une partie de cet espace de travail, il n'existe pas encore d'outil complet traitant de l'ensemble de cette grille.

Il faut également signaler que certaines zones de ce volume n'ont pas de sens en elles mêmes: modèle réalisationnel de l'analyse des ressources physiques, modèle conceptuel de l'exploitation.

II.1.c Classification des méthodes

Il existe actuellement un certain nombre de méthodes variant dans leur origine et dans leur utilisation. Généralement la confusion est faite entre les méthodes et les outils qu'elles utilisent.

La méthode est un ensemble de procédures structurées qui s'appuient sur un modèle conceptuel. L'outil est le moyen proposé pour présenter et appliquer la méthode : les outils s'utilisent directement ou sont supportés par informatique.

La classification des méthodes se réalise en négligeant l'axe de cycle de vie et en réalisant alors une coupe du volume d'étude au niveau de la conception. Nous ne les différencions pas en fonction de leur profondeur. Nous obtenons le tableau suivant dans lequel le niveau réalisationnel est naturellement vide.

CONCEPTUEL	IDEF 0 SADT	MERISE, AXIAL	GRAI
STRUCTUREL	GRAFCET PETRI	IDEF1, SSAD IDA	
REALISATIONNEL	/	/	/
	PHYSIQUE	INFORMATIONNEL	DECISIONNEL

figure II.2 : Classification des méthodes.

II.2 LES DIFFERENTES METHODES EXISTANTES

Les premières expériences d'utilisation de méthodes structurées de conception se sont développées principalement aux Etats-Unis et en France, en particulier dans le domaine de l'informatique, à partir du milieu des années 1970.

L'une des premières publications a été faite par D. ROSS de la Société Softech (ROSS 77), dans laquelle il présentait les bases de la méthode SADT, origine également de IDEF 0, méthodes visant particulièrement l'analyse des ressources physiques (IGL 82).

Dans un même temps, apparurent les premières recherches de méthodes de conception des systèmes d'information telles que MERISE avec H. TARDIEU à l'Université d'Aix-en-Provence et AXIAL chez IBM (COL 86).

Depuis dix ans, le laboratoire d'Automatique de Bordeaux quant à lui, s'intéresse à l'analyse et à la conception d'une méthode basée sur le modèle décisionnel en développant la méthode GRAI (DOU 84).

Nous allons d'abord présenter les modèles traitant des ressources physiques puis des ressources informationnelles pour terminer par les ressources décisionnelles en suivant le tableau de la figure II.2. Nous nous sommes limités à celles qui sont les plus représentatives

II.2.a SADT

(Structured Analysis Design Technique)

SADT est une méthode permettant d'analyser et de formaliser l'état d'un système et d'en faire ressortir les points critiques notamment la complexité de sa structure (IGL 82) .

SADT n'est pas une méthode de conception, sa mise en oeuvre porte sur la spécification du QUOI, c'est-à-dire sur les fonctions du système, sur les informations et les objets qu'ils échangent. Elle repousse au maximum les éléments du COMMENT à une phase ultérieure (recherche d'une solution).

II.2.a.1 Présentation

SADT est une méthode générale qui cherche à favoriser la communication entre demandeur utilisateur d'une part, et concepteur réalisateur d'autre part.

SADT est basée de ce fait sur une représentation graphique qui, associée au langage naturel, permet une compréhension rapide par tous les intervenants, et ensuite sur un cycle Auteur/Lecteur permettant une vérification du modèle proposé.

II.2.a.2 Une description graphique et hiérarchique

Le langage naturel n'est pas suffisamment précis pour exprimer la complexité d'un système et permettre une réalisation efficace de celui-ci.

Pour tirer parti des avantages d'une analyse structurée, il est donc impératif d'employer une représentation graphique mettant l'accent sur les objets et sur les activités qui les manipulent.

Un modèle SADT est une suite cohérente et hiérarchique de diagrammes, le diagramme de plus haut niveau représente l'ensemble du problème et chaque diagramme de niveau inférieur ne révèle qu'une quantité limitée de détails sur un sujet parfaitement délimité (Figure II.3).

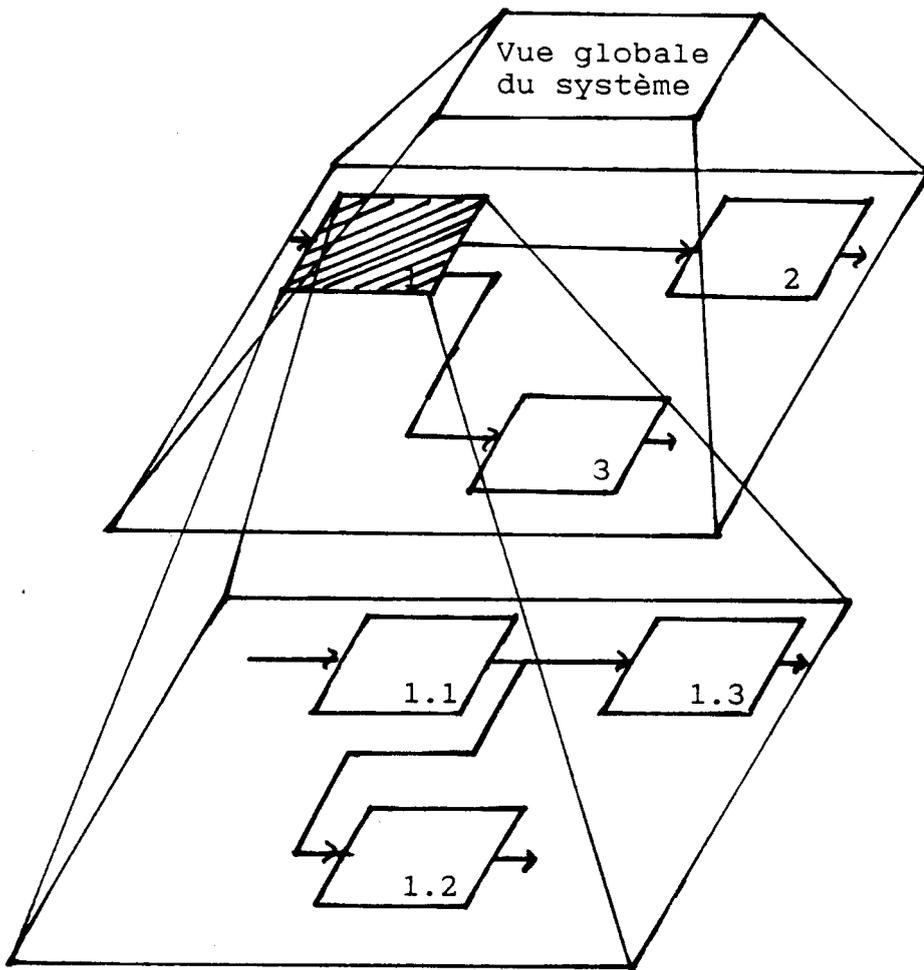


Figure II.3 Structure hiérarchique des diagrammes SADT.



Principe de base

Un système pouvant être décomposé en un ensemble de fonctions, SADT est utilisé pour construire un modèle de toutes ces fonctions et leurs relations avec l'extérieur. Un système complexe est alors représenté étape par étape en le décomposant en éléments simples et structurés.

Le modèle SADT présente deux entités :

- Les éléments : objets, données, informations, matériaux...
- Les transformations : opérations, fonctions, tâches...

Ces deux entités sont présentes dans un diagramme : l'une sous forme de boîtes, l'autre sous forme de flèches.

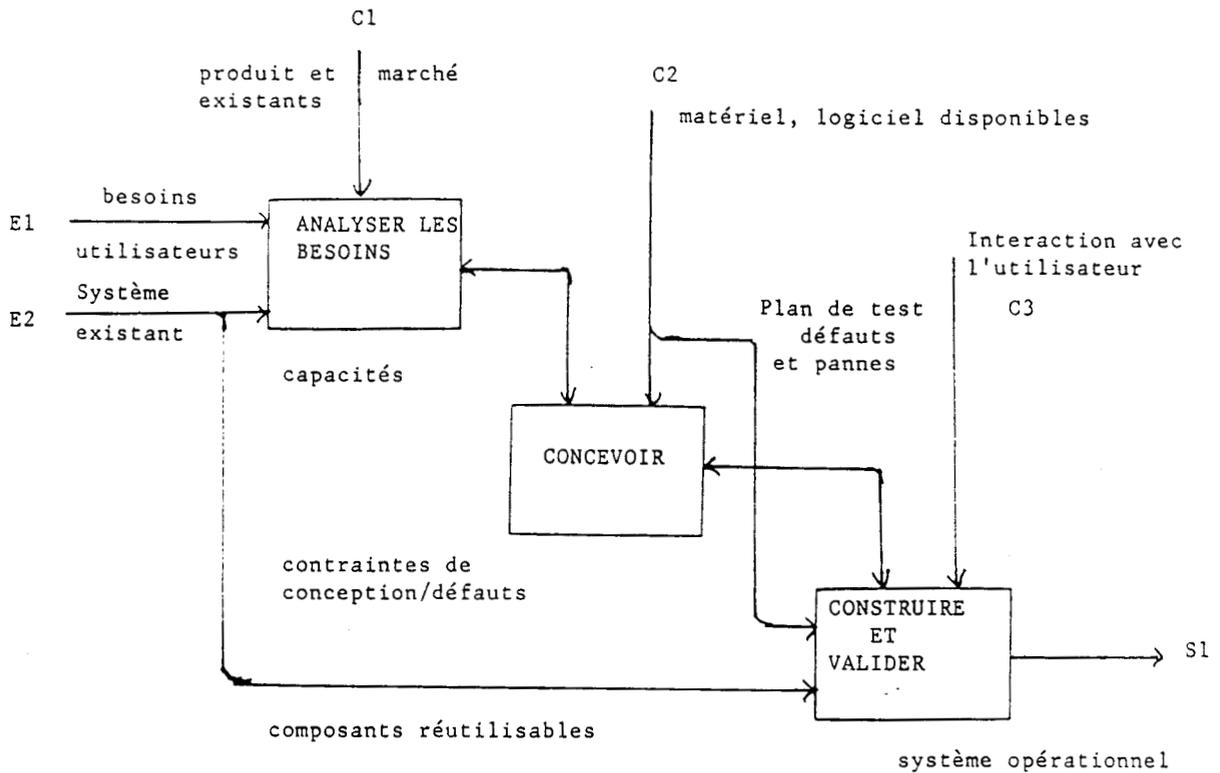


Figure II.4 : Exemple de diagramme SADT.

SADT permet de s'intéresser aux deux aspects de tout système : les données et les activités. Le modèle créé comporte deux parties : une décomposition des activités et une décomposition des données.

La décomposition des activités détaille les fonctions sous forme de boîtes, tout en montrant les objets qu'elles manipulent, sous forme de flèches. Celle des données détaille les données sous forme de boîtes, et les activités qui les créent ou les utilisent sous forme de flèches (Figure II.5).

LES DEUX TYPES DE REPRESENTATION SADT

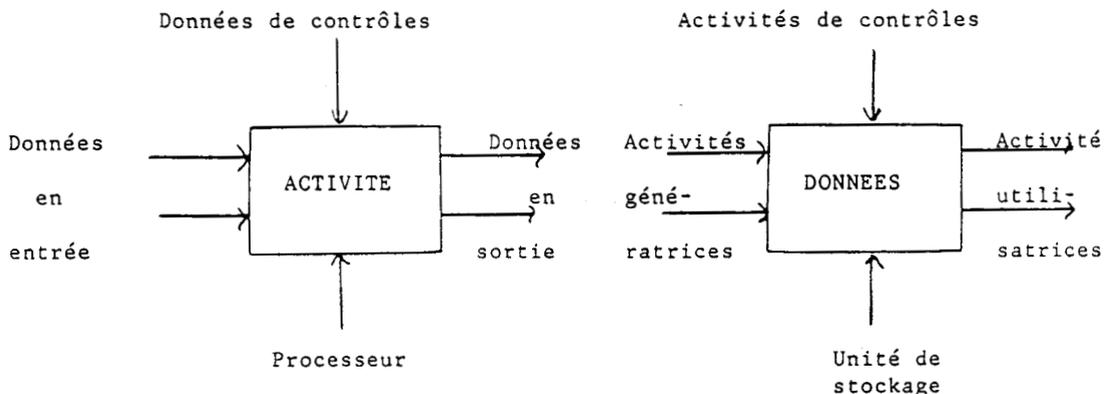


Figure II.5 : Diagramme d'activités

Diagramme de données

A la différence d'autres techniques, SADT décrit également les données de contrôle et les mécanismes de support.

L'étape finale du processus de modélisation consiste alors à vérifier mutuellement la décomposition en données et la décomposition en activités.

II.2.a.3 Le processus de mise en oeuvre

Personne n'a la capacité de comprendre totalement chaque aspect d'un système complexe dans les délais impartis. Un travail d'équipe discipliné et coordonné, est nécessaire.

Pour cela, au fur et à mesure de l'avancement du projet, les diagrammes produits sont communiqués aux autres membres de l'équipe, afin d'être revus et commentés.

Ces commentaires, selon la procédure SADT, sont faits par écrit par chaque lecteur et soumis à l'auteur du diagramme. L'auteur, à son tour, porte par écrit ses réactions aux remarques et aux suggestions faites par le lecteur.

Un tel cycle de critiques et d'approbations est appelé cycle AUTEUR/LECTEUR. Il se déroule selon deux axes :

- Celui de la hiérarchie des diagrammes constituant le modèle
- Celui de l'ensemble des personnes impliquées (Figure II.6).

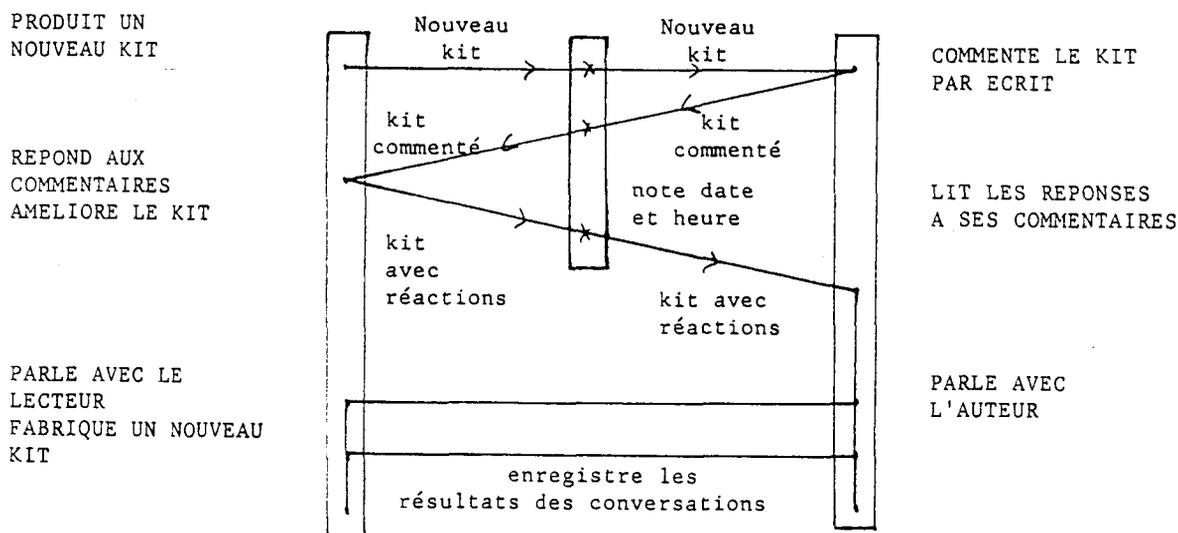


Figure II.6 : Diagramme Auteur/Lecteur.

II.2.b IDEF 0
- (Icam Definition)

Elle fut mise au point par l'US AIR FORCE pour le projet ICAM (integrated computer aided manufacture).

La production mettant souvent en jeu des systèmes relativement complexes, les principes de la méthode IDEF 0 ont pour objectif de rendre plus aisée l'approche de ces systèmes.

II.2.b.1 Les principes de base

Ces principes sont les suivants :

- délimiter précisément le système à analyser :

. en déterminant le contexte : les frontières du système à analyser,

. en déterminant le critère d'analyse : l'analyse portera sur la qualité, sur le circuit des produits ou sur la circulation des informations.

. l'objectif de l'analyse: s'agit-il de comprendre le fonctionnement du système actuel ou de spécifier un système d'information, un outil ?

- construire une hiérarchie des activités réalisées par le système et des moyens nécessaires.

La décomposition hiérarchisée résulte d'une approche descendante similaire à SADT en utilisant la même représentation graphique (Figure II.7).

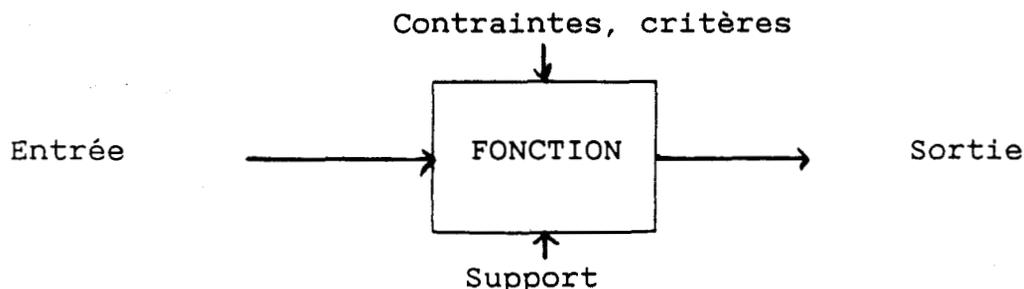


Figure II.7 : Élément de base IDEF 0 .

II.2.2.b Utilisation de la méthode IDEF 0

Le cadre de l'analyse é tant défini, sa conduite se décompose en trois phases :

- Recherche de l'information

L'analyste devra réunir tous les documents se rapportant au domaine qu'il étudie et interroger les personnes liées au projet, l'ensemble de ces personnes devant représenter l'ensemble de la hiérarchie de l'entreprise.

- Structuration et mise en forme des informations

L'analyste construit le modèle à partir des informations collectées, par une approche descendante.

- Le diagramme de base est décomposé en activités
- On accompagne chaque diagramme d'un texte d'illustration
- On élabore un dictionnaire des données et un glossaire

- Phase interactive

Validation du modèle construit par toutes les personnes concernées.

II.2.c Les réseaux de PETRI

Les réseaux de PETRI sont un outil de représentation de systèmes. Ils ne constituent pas en eux mêmes une méthode, mais les nombreux travaux scientifiques réalisés autour de ces réseaux sont très prometteurs. Nous ne pouvons les passer sous silence dans ce chapitre (BRAMS 83 , TSI 85 , VER 82 , HOLL 85).

II.2.c.1 Présentation

Voisins du GRAFCET, les réseaux de PETRI offrent à la fois une représentation graphique élémentaire, les graphes de PETRI, et un modèle mathématique sous-jacent.

Le formalisme, basé sur un ensemble de places et un ensemble de transitions reliées entre elles, permet de représenter tout système à séquençement.

Le marquage du réseau permet de fixer un état quantitatif de chaque place tandis que les conditions de franchissement permettent de contrôler l'évolution de ce marquage de place en place à travers les transitions.

Cette évolution du marquage se représente par un graphe des marquages associés qui porte tous les cas d'évolution possibles du réseau à partir d'un marquage initial.

Les propriétés des réseaux de PETRI permettent de réaliser une validation formelle du modèle élaboré et d'en déduire des règles comportementales.

Ils offrent également la possibilité de réaliser des simulations de fonctionnement du système à partir de logiciels comme SLAM, GPSS, CAPS-ECSL.

Ceci fait des réseaux de PETRI un outil d'analyse de la structure des systèmes de production dont l'importance croît avec les recherches effectuées sur le sujet.

II.2.c.2 Les types de réseaux de PETRI

La définition que nous venons de donner des réseaux de PETRI correspond au modèle standard. Une faible variation des conventions de départ entraîne la génération d'une nouvelle famille de réseaux de PETRI. Nous citons ci dessous les plus courantes:

- Les réseaux de PETRI étiquetés correspondent à l'association à chaque place d'une étiquette portant une indication de l'action associée.

- Les réseaux de PETRI temporisés correspondent à l'adjonction de conditions de durée de franchissement de transitions ou de durée minimum de séjour dans une place. Ils permettent de faire intervenir le temps au cours d'une simulation. Les diagrammes de type PERT sont modélisables par de tels réseaux.

- Les réseaux de PETRI interprétés sont des réseaux temporisés auxquels on ajoute une application des places vers des actions de la partie opérative et une application de cette partie vers les transitions.

- Les réseaux de PETRI structurés introduisent des contraintes de structure et de liaison de manière à garantir certaines propriétés de fonctionnement. Elles simplifient considérablement la modélisation.

- Les réseaux de PETRI colorés font intervenir des couleurs de jetons de manière à particulariser les entités présentes dans le processus modélisé. Les développements mathématiques liés à de tels réseaux sont très complexes et ne donnent pas de résultats pratiques intéressants.

- Les réseaux de PETRI structurés adaptatifs colorés utilisent les qualités des deux précédents pour modéliser des processus industriels complexes (BOU 87, COR 85).

Il existe d'autres classes de réseaux de PETRI obtenues par extension ou restriction des propriétés . Le lecteur pourra trouver une présentation détaillée dans (BRAMS 83) de l'ensemble des possibilités des réseaux de PETRI.

II.2.c.3 Utilisation des réseaux de PETRI

L'emploi d'un type de réseau de PETRI particulier se fait généralement en deux étapes:

- D'abord la modélisation par les réseaux de PETRI classiques.
- Ensuite la particularisation au réseau de PETRI désiré.

De ce fait, il est toujours intéressant de passer par un modèle de base classique. L'aspect formel des réseaux de PETRI demande de la part de l'utilisateur, des conventions de représentation strictes.

Cette modélisation est alors compréhensible de tous ce qui constitue le premier avantage des réseaux de PETRI. L'obtention d'un modèle conforme à la réalité est une garantie de la qualité de l'analyse qui en découle.

Le second avantage de ces réseaux réside dans les possibilités de manipulation qu'ils possèdent: Eclatement, Simplification, Regroupement, Affinage. Le caractère formel permet également de ne pas être forcément structuré au départ de l'analyse, ce qui est appréciable pour les systèmes complexes que l'utilisateur maîtrise progressivement.

Le troisième avantage est de permettre une validation du modèle selon plusieurs méthodes: Simulation, Validation formelle. Ceci fait des réseaux de PETRI un outil de conception.

Les réseaux de PETRI sont particulièrement employés pour les systèmes temps réels nécessitant un protocole d'échange d'information, les environnements multiprocesseurs.

Les ateliers de production en constituent un cas particulier. Des applications dans ce type de systèmes ont été réalisées (HOLL 85, COR 85).

La modélisation des échanges d'informations est possible au même titre que les échanges de matière, ce qui permet d'envisager la modélisation complète d'une usine. Un réseau unique présente la circulation des flux de matières et d'informations.

Toutefois la taille du réseau est une limitation qui dépasse l'aspect représentation graphique car les logiciels supportant la modélisation par réseaux de PETRI ne permettent pas de gérer des modèles de très grande taille à l'heure actuelle.

II.2.d - SSAD

(Structured Systems Analysis Design)

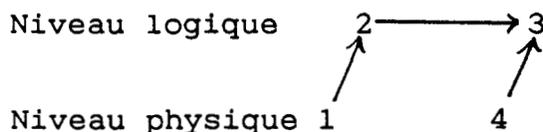
SSAD est une méthode particulièrement adaptée à l'étude des systèmes d'informations (INF 82) . La mise en oeuvre d'une telle analyse est motivée soit par l'inadaptation d'un système en exploitation, soit par la nécessité de construire un système devant supporter une nouvelle activité de l'entreprise.

SSAD est basée sur l'analyse de la logique du système et sur une décomposition hiérarchique des traitements et des flux d'informations.

II.2.d.1 Activité d'analyse

On distingue quatre grands traits principaux dans cette analyse :

- 1 - Etude du système physique actuel (SPA)
- 2 - Dérivation équivalent logique (EL)
- 3 - Modelage nouveau système logique (NS)
- 4 - Hypothèses et études des nouveaux systèmes physiques (NSP)



- 1 - Etude du système physique actuel (SPA)

Faire une analyse de l'existant pour définir un modèle :

- apprendre comment le système actuel fonctionne au contact des utilisateurs
- faire une documentation

- se placer du point de vue de la circulation des données
- construire les diagrammes de flux de données (DFD) en utilisant les termes des utilisateurs .

- 2 - Dédurre l'équivalent logique (EL)

Avoir un modèle d'une "politique" utilisateur, alors que l'étape précédente nous donnait un modèle d'une représentation physique de cette politique :

- remplacer les noms des personnes par des noms de fonctions
- décrire les éléments de données en éléments logiques
- création de nouveaux diagrammes de flux de données
- commencer la création d'un dictionnaire de données (DD)

- 3 - Nouveau système logique (NS)

Modification de l'équivalent logique (EL), afin d'intégrer les demandes des utilisateurs au niveau logique :

- déclaration du travail à faire
(compléter les DFD)
- énoncé des règles qui le définissent en utilisant le français structuré, le français rigoureux, les tables et les arbres de décision
- définition des méthodes d'accès aux données.

- 4 - Nouveau système physique (NSP)

Sur les DFD du nouveau système logique, tracer les limites de la partie à automatiser et proposer plusieurs hypothèses.

- modification du DFD/NS afin d'obtenir un DFD physique
- réitération avec d'autres hypothèses
- ouverture d'un dossier d'estimation coût/bénéfice (DE) qui consiste à chiffrer les différentes hypothèses d'automatisation.

Enfin, le décideur prendra option sur une hypothèse, ce qui permettra de définir le planning de développement.

II.2.d.2 Les outils

On distinguera quatre outils principaux pour définir, représenter et faciliter le dialogue entre concepteur et demandeur :

- les diagrammes de flux de données (DFD)
- le dictionnaire de données (DD)
- le français structuré (FS), le français rigoureux (FR), les tables et les arbres de décision (TD), (AD)
- la définition de la logique des stockages de données (LSD).

- 1 - Diagrammes de flux de données (DFD)

+ Concepts :

Le DFD est la documentation d'un système établi en suivant les données. Il permet d'obtenir un partitionnement utilisable du domaine à étudier.

Le DFD décrit le système par les pièces qui le composent et toutes les interfaces entre ces composants.

+ Méthode :

- Déterminer le contexte, les entités externes.
- Tracer le corps du DFD
- Nommer les flux de données et les traitements
- Rejeter les traitements d'erreurs, les informations de procédure et les flux de contrôle.

On trace un diagramme de flux global et l'on procède à une démarche descendante en détaillant chaque processus de traitement jusqu'à l'obtention de la finesse voulue.

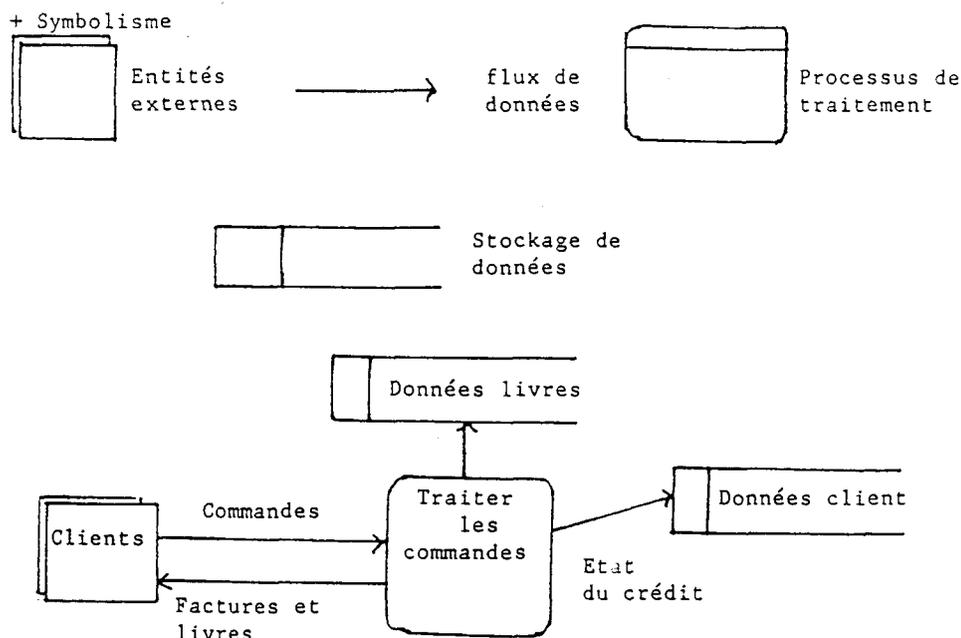


Figure II.8 : exemple de diagramme de flux de données (DFD).

- 2 - Le dictionnaire des données

Le rôle du dictionnaire de données est de documenter les flux de données des différents diagrammes : SPA, EL, NS, NSP.

- Il permet d'éviter les redondances et donne les définitions de tous les synonymes utilisés.

- 3 - La logique des processus de traitement

Cette logique permet de documenter les processus non décrits par les diagrammes de flux de données de niveaux inférieurs.

On les appelle les mini-spécifications, elles définissent:

- les règles qui permettent la transformation des flux de données,
- la politique utilisatrice qui gouverne la transformation.

Avec : - le français structuré (FS), lorsque le problème met en jeu des séquences d'actions qui se combinent avec des décisions ou des boucles.

- le français rigoureux (FR), lorsqu'il ne peut y avoir d'ambiguïté.

- les arbres de décisions (AD), pour l'application aux décisions moyennement complexes, qui n'entraînent pas plus de 10 à 15 actions.

- les tables de décisions (TD), pour des problèmes complexes jusqu'à 5 ou 6 conditions et un grand nombre d'actions.

- 4 - Logique de stockage des données (LSD)

C'est l'analyse des flux de données entrant et sortant des stockages pour simplifier le contenu de ces stockages tout en facilitant les accès immédiats. Suite à ce travail, une normalisation, au sens informatique, des stockages est opérée.

II.2.e MERISE

MERISE est une méthode de conception aussi bien qu'une méthode de conduite de projet (COLL 86 , GAL 85) . La première caractéristique de Merise est de traduire une vue globale de l'entreprise de façon à lier la mise en place d'un système informatisé de Gestion à une refonte de l'organisation.

Merise est basée de ce fait sur les principes de :

- séparation des données et des traitements
- et d'une approche à trois niveaux :
 - . conceptuel
 - . organisationnel
 - . physique.

Elle distingue les phases d'études suivantes:

- analyse de l'existant ;
- niveau conceptuel : les données, les traitements ;
- niveau organisationnel: les traitements, modèle externe
- validation ;
- niveau logique : les données ;
- niveau physique : les données ;
- niveau opérationnel : les traitements.

L'annexe 2 présente un diagramme SADT de la méthode MERISE pour mieux faire ressortir la structuration des diverses tâches des analystes-concepteurs.

II.2.e.1 Etude de l'existant

Cette analyse représente en réalité 50 % du temps de travail, et servira de support à la conception et à la mise en oeuvre de la nouvelle structure.

Elle consiste d'abord en un recueil de l'existant :

- interview de la direction afin de définir les objectifs: problème posé, parties mises en cause, champ d'étude.
- interviews des postes de travail pour construire les diagrammes tâches-documents.

Elle utilise pour ce faire le symbolisme suivant :

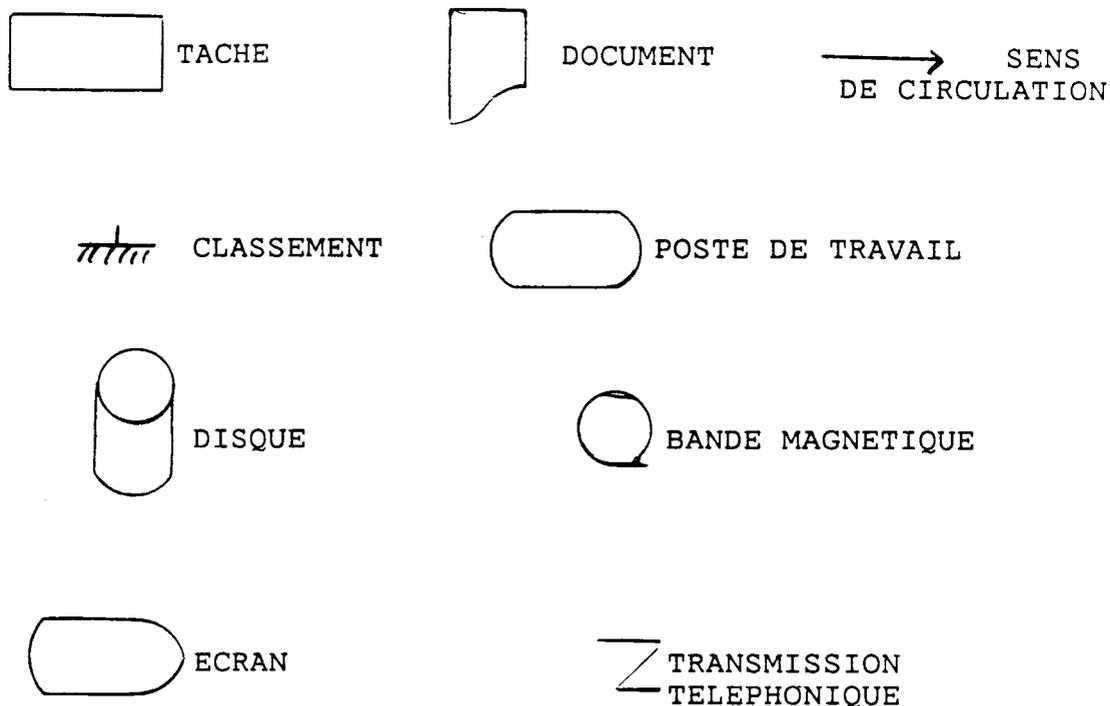


Figure II.9 : Les symboles de l'analyse de l'existant MERISE.

Elle procède ensuite à une consolidation des interviews où l'on recense et décrit les règles (de gestion, d'organisation, technique), les tâches et les données.

La troisième étape consiste à faire :

- la synthèse des traitements, dont l'objectif principal est d'enchaîner les tâches importantes dégagées des interviews, en rappelant les postes de travail, les événements déclencheurs, les supports d'information et d'en faire une décomposition en domaines d'activité.

Suite à cette première synthèse avec organisation, on en tire une autre sans organisation, où l'on supprime la notion de poste de travail mais aussi toutes les tâches et documents qui n'existent que par rapport à l'organisation en place, afin de faire apparaître le niveau d'invariance le plus élevé du champ d'étude.

- la synthèse des données, qui a pour unique objet de définir le dictionnaire de données.

- Enfin, une validation de la synthèse avec organisation sera effectuée auprès des différents responsables des domaines d'activités donnés, afin de vérifier la bonne perception de l'existant.

II.2.e.2 Niveau conceptuel : les données

Objectifs :

Toute vision d'une entreprise, toute traduction de son activité, s'expriment à travers des mots et des phrases empruntées à son langage courant (Sémantique) : c'est celui que l'on a recueilli lors des interviews.

Ce que l'on veut faire, c'est traduire cette langue de l'entreprise en une autre langue et nommer cette traduction MODELE CONCEPTUEL DES DONNEES (figure II.10).

- Mise à jour du dictionnaire de données par intégration des nouveaux objectifs de la société.

- De ce dictionnaire réactualisé et des règles de gestion définies, on procède d'abord à un regroupement en sous-ensembles des données présentant une cohérence interne et une certaine autonomie, on définit ainsi les OBJETS représentés par un certain nombre de PROPRIETES.

Par contre, pour les données qui n'ont pas de signification seules (données qui n'existent que par rapport à un objet défini), on introduit la notion de RELATION liant deux objets.

- La troisième étape consiste à introduire un formalisme d'écriture traduisant en un langage de plus bas niveau ces relations inter-entreprise. Pour ce faire, on introduit les notions de :

- occurrences
- identifiants
- cardinalités
- dimensions.

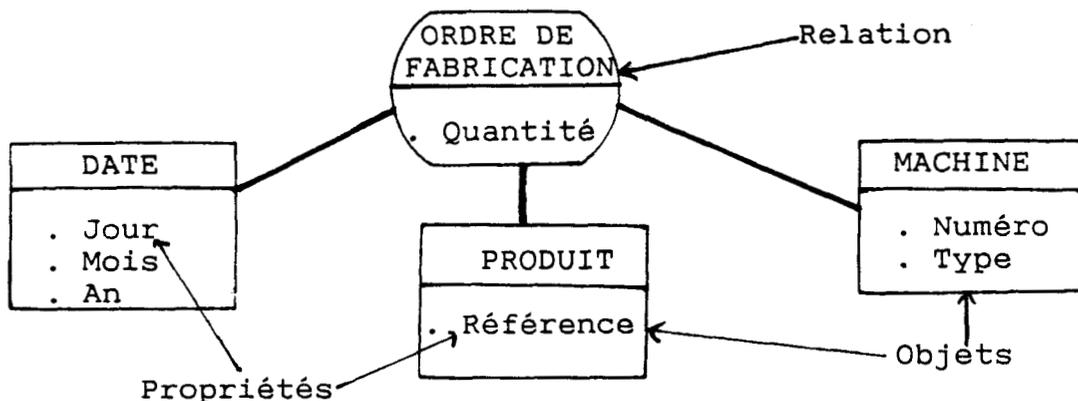


Figure II.10 : Exemple de représentation des données

II.2.e.3 Niveau conceptuel : les traitements

Objectif :

Dégager les actions menées par l'entreprise indépendamment de la façon dont cette dernière a choisi de les organiser;

- A partir de l'analyse de l'existant où l'on a dégagé la synthèse sans organisation (répertoire des actions menées par l'entreprise indépendamment de son organisation), on propose une représentation schématique de ces actions, des événements qui les déclenchent et des résultats obtenus.

- De plus, on traduira les règles de gestion par l'utilisation d'opérateurs logiques entre les événements déclencheurs : ce seront les règles de synchronisation.

- On regroupera sous le titre d'opérations plusieurs actions dont l'enchaînement ininterrompible n'est conditionné par l'attente d'aucun événement autre que le déclencheur initial.

- Enfin, on regroupera sous le nom de processus, un enchaînement d'opérations dont les actions sont incluses dans un même domaine d'activité.

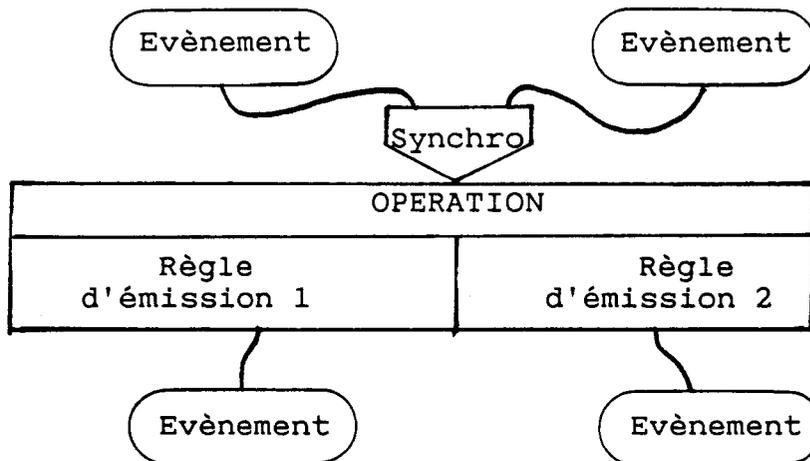


Figure II.11 : Exemple de représentation d'une opération.

II.2.e.4 Niveau organisationnel : les traitements

Objectif :

Fournir une représentation schématique de l'organisation dans l'entreprise en intégrant au modèle conceptuel des traitements, les notions nouvelles de poste de travail ou de traitement automatisé.

- A partir du modèle conceptuel des traitements (représentation des actions de l'entreprise), on précisera pour

chaque action le : OU, QUI, QUAND , poste de travail, nature des traitements, chronologie de déclenchement.

- En respectant les objectifs et en tenant compte des moyens dont dispose l'entreprise, pour cela l'observation des règles d'organisation existantes fournira de précieuses indications, le concepteur établira des règles d'organisation optimales (les moins contraignantes possibles) et l'application de ces règles au niveau précédent entraînera la création de tâches.

- C'est à ce niveau que le concepteur aura la plus grande part d'initiative en ce qui concerne la nature des traitements: manuel, automatisé par lot, automatisé, conversationnel.

Exemple :

Partant de l'action "Etablissement du bilan" au niveau conceptuel, il en déduira la tâche "Etablissement du bilan en fin de trimestre lors d'un traitement informatique par lots".

- On procède ensuite à un regroupement des différentes tâches dont l'enchaînement ininterrompu compte tenu de l'organisation mise en place, n'est conditionné par l'attente d'aucun événement autre que le déclencheur initial . Ce regroupement s'appelle Phase. On regroupera les tâches respectant :

- unité de lieu
- unité d'action
- unité de temps.

- De même que la notion de processus, on introduit la notion de procédure : enchaînement de phases dont les opérations originelles appartiennent au même processus ; on se représentera donc la procédure comme le chemin organisé d'un processus menant des événements incidents externes aux résultats externes.

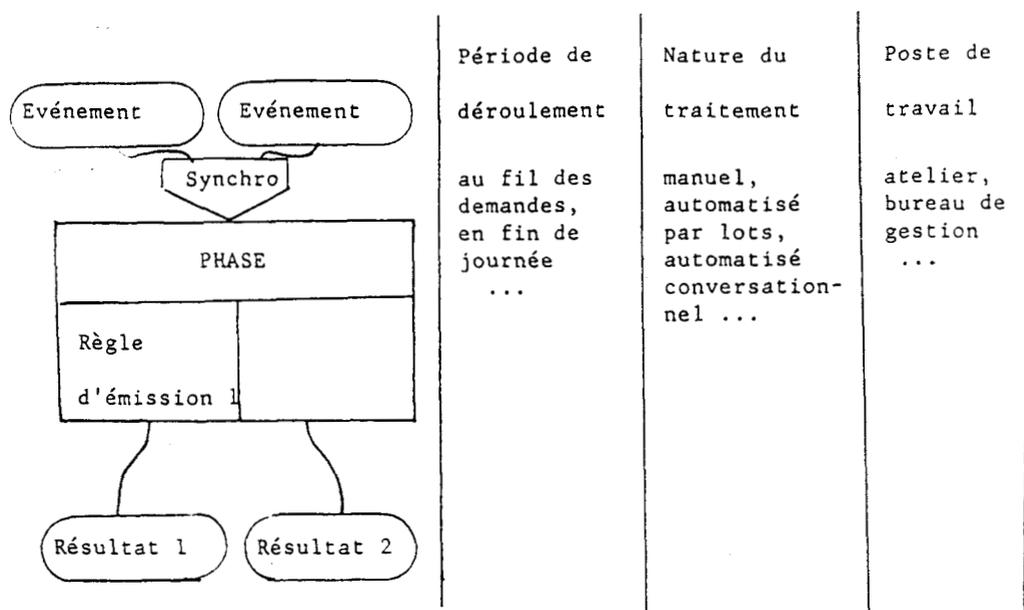


Figure II.12 : Exemple de représentation des phases.

II.2.e.5 Niveau organisationnel, modèle externe

Objectif :

Pour chaque phase ont été recensées les données mises en jeu. L'équipe chargée des traitements va maintenant décrire les données dans la "langue" de l'équipe chargée de l'organisation des données.

Munie de cette langue et uniquement pour chacune des phases à automatiser, elle construira des petits modèles correspondant aux seuls ensembles de données manipulées dans la phase étudiée.

A ces mini modèles conceptuels, représentant la vue des données à travers les traitements, on donnera le qualificatif d'externe pour bien préciser qu'ils trouvent leur origine à l'extérieur du groupe d'études des données.

Pour ce faire, trois règles sont à appliquer :

- Décomposer les phases à automatiser en un ensemble de fonctions qui n'apparaissent que sous deux formes:
 - soit mise à jour
 - soit consultation

et à chaque fonction on associe un modèle externe.

- On exprimera les modèles externes dans le formalisme du modèle conceptuel.
- En référence au dictionnaire de données, on supprimera les synonymes et les polysèmes.

II.2.e.6 Validation

A ce stade coexistent deux représentations du système d'information

- l'une statique traduisant la sémantique de l'entreprise,
- l'autre dynamique traduisant la sémantique des fonctions à automatiser.

La démarche à suivre se décompose alors en deux étapes :

- validation de chaque modèle externe par rapport au modèle conceptuel brut,
- définition pour chaque vue externe d'un sous-modèle conceptuel, extrait du modèle conceptuel validé, dont elle soit déductible.

II.2.e.7 Niveau logique des données

L'objectif de cette étape est de fournir une nouvelle traduction des modèles et des sous-modèles conceptuels de données, ainsi que des vues externes validés dans un langage plus proche de la machine. Ceci permettra de tenir compte des chemins à parcourir pour accéder aux informations (hiérarchie d'accès), des temps d'accès et de l'encombrement des données.

Cette traduction s'effectue à l'aide du formalisme CODASYL, ou l'on introduit les concepts de :

- CHAMPS : plus petite quantité d'information manipulée, correspond au concept de propriété ;
- RECORD : ensemble de un ou plusieurs champs, correspond au concept d'objet ;
- SET : relation entre deux records, correspond au concept de relation.

II.2.e.8 Niveau physique : les données

Cette tâche consiste en une dernière traduction des données et de leurs liens dans le langage spécifique du système utilisé.

A cette occasion, l'analyste intégrera les valeurs réelles des paramètres (par exemple la taille des pages-mémoire, les facteurs de blocage, le poids réel des primitives d'accès...), afin d'optimiser les performances de l'application.

II.2.e.9 Niveau opérationnel : les traitements

L'objectif majeur de ce niveau, c'est la communication à la machine des informations nécessaires à l'exécution des traitements que l'on a choisis de lui confier.

C'est ainsi que l'on concevra d'abord des modules de traitements et un diagramme d'enchaînements. Puis, un examen des données manipulées et des performances, tant du système d'exploitation que de la machine, améliorera ces modules en les décomposant plus finement pour bâtir des unités programmables.

II.2.f Méthode GRAI

(Graphe à Résultats et Activités Interreliées)

Cette méthode s'appuie sur un modèle conceptuel élaboré à partir des théories sur les systèmes hiérarchisés et des théories des systèmes d'organisation (DOU 83 , DOU 84).

Ce modèle conceptuel se décompose en trois sous-systèmes.

- Le sous-système physique comprenant les machines, les matières, les hommes de production et les techniques. Il est décomposé en centres de charge se présentant sous forme de sections homogènes ou d'ilôts de fabrication.

- Le sous-système de décision qui représente une structure hiérarchisée, avec comme critère de décomposition l'horizon de prise de décision associé à une période de remise en cause de ces décisions. Ce sous-système est décomposé par niveau de décision, comprenant un ou plusieurs centres de décision qui reçoivent un cadre de décision de niveau supérieur, et définissent des cadres de décision pour les centres de niveau inférieur ou de même niveau.

- Le sous-système d'information qui alimente en informations pertinentes à chacun des niveaux, le sous-système de décision. Il sert de lien entre le centre de décision et d'exécution.

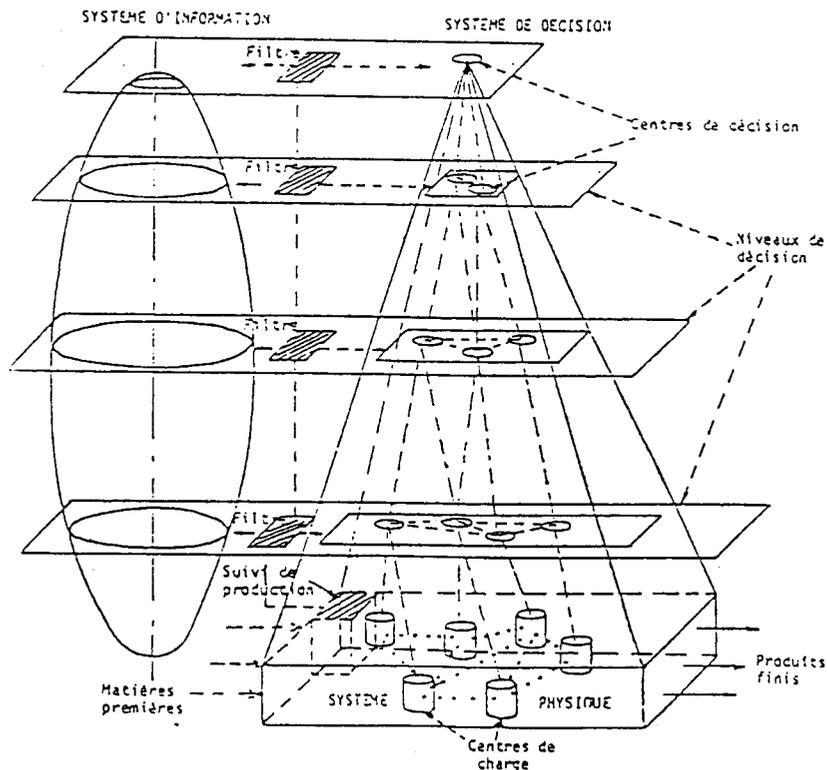


Figure II.13 : Modèle conceptuel GRAI

Ce modèle conceptuel va nous permettre de définir une démarche pour analyser et concevoir ensuite un système de conduite de production.

II.2.f.1 Présentation de la méthode

La méthode GRAI se décompose en deux phases :

- une phase analyse ;
- une phase conception.

Ces deux phases seront conduites par deux groupes d'intervenants :

- un groupe d'analystes, interne à l'entreprise qui se chargera de recueillir les données et de les valider ;
- un groupe de spécialistes, qui apportera ses connaissances de la méthode et des problèmes d'automatisation.

Phase analyse

Une première analyse dite analyse descendante, permet l'identification de la STRUCTURE HIERARCHIQUE du système de conduite de production en tenant compte des contraintes de STRUCTURE et D'ENVIRONNEMENT.

Succède ensuite une analyse ascendante où l'on spécifie la STRUCTURE DECISIONNELLE de chaque centre de décision et ses RELATIONS avec les centres environnants en tenant compte des contraintes D'EXECUTION.

L'analyse descendante

Elle se présente sous forme d'une grille, élaborée à partir des fonctions de base d'un système de conduite de production, auxquelles est jointe une liste des informations venant de l'extérieur. Pour chacune de ces fonctions, on identifie de manière descendante les différents niveaux de prise de décision ainsi que leur période de remise en cause.

- Chaque case représente alors un CENTRE DE DECISION ;
- Les doubles flèches ==> schématisent un CADRE DE DECISION d'un centre de décision au niveau inférieur ;
- La simple flèche --> traduit les flux d'information.

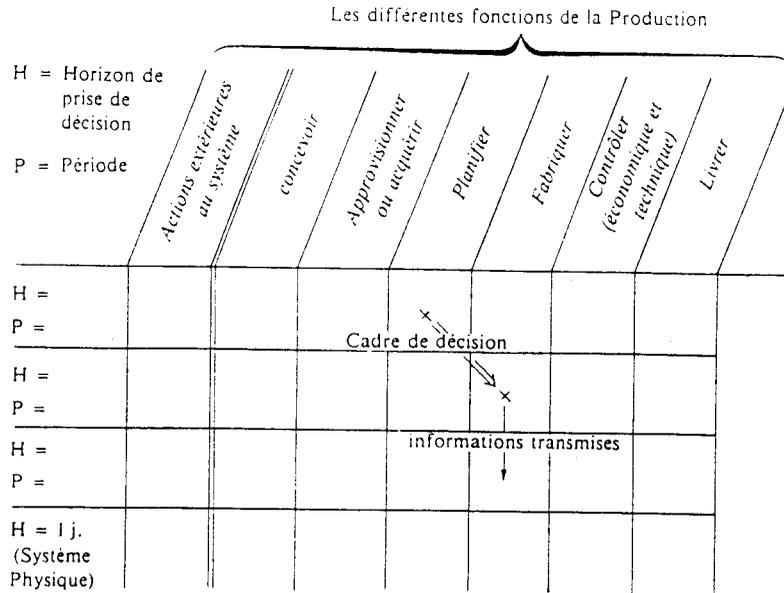


Figure II.14 : La grille GRAI.

L'analyse ascendante

Elle utilise pour cela un outil graphique : l'outil GRAI, où l'on représente chaque activité ainsi que ses origines, ses résultats et ses supports.

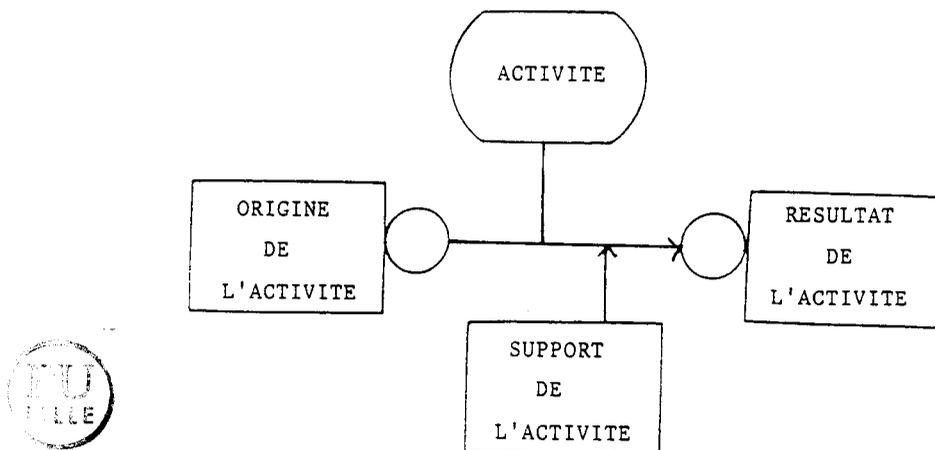


Figure II . 15 : Le réseau GRAI.

Phase conception

La superposition de l'analyse descendante et de l'analyse ascendante permet de détecter les éventuelles incohérences. Ces incohérences peuvent apparaître sur les informations (circuit, nature, traitements) sur la prise de décision (cadre, adaptation entre les éléments, nature d'une décision) ou sur la coordination entre plusieurs centres (définition des cadres, relations entre ces centres).

Suite à cette détection, l'identification de ces incohérences permet alors de modifier la structure et les éléments pour reconstruire le système de conduite de production, tout en tenant compte des évolutions futures et des contraintes du système.

Ces contraintes sont de deux types :

- Contraintes externes liées aux commandes ou au cycle d'approvisionnement ;
- Contraintes internes liées aux produits et aux techniques.

La réduction de ces contraintes ainsi que la prise en compte des contraintes futures, conduisent à définir les particularités du système.

La méthode de conception débouche sur un cahier de conception comprenant :

- un dictionnaire des données utilisées ;
- une analyse des contraintes de l'entreprise ;
- une présentation de la nouvelle structure ;
- pour chaque centre de décision, sa place dans la nouvelle structure, ses liens avec les autres centres, les décisions prises, les principales informations utilisées, les informations créées et leur destination, les traitements, les procédures en cas de perturbation.

Comme pour la méthode d'analyse GRAI, les résultats de la phase de conception sont présentés sous la forme :

- d'une grille pour identifier la structure hiérarchisée du système conçu ;
- de réseaux GRAI pour décrire chaque centre de décision.

II.2.f.2 Conclusion

La méthode GRAI diffère ainsi des autres méthodes de conception généralement utilisées dans l'industrie, qui mettent en place des systèmes informatiques ponctuels et des bases de données, mais pas de système de décision.

Elle s'appuie sur le modèle conceptuel de conduite de production et utilise une méthodologie qui prend en compte les aspects statiques et dynamiques (perturbations) de la production.

II.3 COMPARAISON DES METHODES

L'exposé des différentes méthodes que nous venons de présenter ne permet pas de faire un choix lorsqu'il s'agit de gestion de production.

En effet, quel que soit le problème particulier qui se pose, il est impératif de le résoudre à partir d'une vision d'ensemble du système, de manière à obtenir une intégration efficace.

De ce fait, il n'est pas possible de choisir une méthode en fonction de la nature du modèle que l'on veut obtenir, ce qui paraît le critère principal de différenciation. Dans ce cas, il ne faut pas exclure l'utilisation de plusieurs d'entre elles pour mener à bien une étude.

La méthode Merise fonctionne selon ce principe. Elle utilise un modèle d'analyse de l'existant, un modèle de données et un modèle de traitement.

Pour parfaire notre présentation des méthodes, nous allons réaliser une comparaison entre les modèles puis entre les méthodes qui manient ces modèles. Nous terminerons par une application comparative.

II.3.a Comparaison des modèles

Ceux-ci font appel à un certain nombre d'éléments de base entre lesquels existent des liens. La représentation graphique de ces éléments et de ces liens permettra l'analyse.

Pour effectuer un choix de modèles, nous avons recensé l'ensemble des éléments et liens que l'on peut représenter pour établir une grille de comparaison .

- Les actions

Présentes dans la plupart des modèles. Elles peuvent être plus ou moins élémentaires. Elles sont la plupart du temps désignées par des verbes.

- Les événements

Ils servent à déclencher des actions. Ce sont des phénomènes ponctuels, donc liés au temps, mais le plus souvent de répartition aléatoire.

- Les documents ou fichiers

Ils servent de stockage d'informations. En général, la nature et la quantité d'informations est importante. Le document sert également de véhicule d'information alors que le

fichier est statique, et sa distribution est fonction du système informatique en place. Ceci rend cette notion ambiguë et difficile à manipuler.

- L'information

C'est la partie utile de celle-ci qui procure la connaissance nécessaire pour agir. Cette notion est intéressante pour différencier la partie utile à un traitement dans un fichier.

- La relation

Elle est souvent utilisée pour présenter un lien sans forcément préciser la nature de celui-ci. La forme présente également un certain nombre d'indications comme la hiérarchie ou la synchronisation.

Le tableau de la page suivante présente une grille de comparaison des méthodes. Nous pouvons en déduire les caractéristiques suivantes :

- SADT met l'accent sur la structure des actions. Ceci la rend propice à la conduite de projet.

- MERISE met l'accent sur la séparation entre données et traitement dans un système d'information.

- SSAD permet d'indiquer quelle information est nécessaire pour effectuer un traitement à partir d'un fichier. Une décomposition d'opérations est possible.

- Le réseau GRAI indique des séquences données/décision permettant d'indiquer un certain parallélisme.

- Les réseaux de PETRI sont adaptés à l'indication de relations événement/action ou état/transition avec une possibilité d'étude de l'évolution du système par le biais du marquage. Ceci les rend très indiqués pour l'étude de la synchronisation.

COMPARAISON DU MODELE DE BASE

	SADT	MERISE FLIP D'INTERVIEW	SSAD	GRAI	PETRI
1 ACTION	<p>CONTRAINTE</p>				
2 EVENEMENT					
3 FICHIER					
4 INFORMATION	<p>nom →</p>		<p>nom →</p>		
5 RELATION	<p>→</p> <p>1 → 1</p>	<p>→</p> <p>1 → 3 3 → 1</p>	<p>→</p> <p>1 → 3 3 → 1</p>	<p>→</p> <p>3 → 1 1 → 3</p> <p>4 → 1 1 → 4</p> <p>1 → 1</p>	<p>→</p> <p>1 → 2 2 → 1</p>
6 HIERARCHIE	OUI	Représentation par interview (horizontale)	Décomposition possible	NON	Décomposition possible
7 SYNCHRONISATION	sans indication de temps			Pseudo parallélisme	par marquage
8 RIGUEUR	OUI	OUI	OUI		OUI
9 LISIBILITE	OUI	OUI			

Tableau II.1



II.3.b Comparaison des méthodes

Le principal élément des méthodes, comme nous venons de le voir dans le paragraphe précédent, est l'outil de représentation graphique. C'est lui qui permet de donner le résultat du travail d'analyse et surtout d'en faire part aux autres acteurs de l'étude.

La méthode est alors un ensemble de directives de mise en oeuvre des éléments graphiques pour réaliser le travail d'analyse. Si les méthodes présentées permettent de faciliter le dialogue dans les équipes et le découpage d'un projet en modules, elles ne peuvent représenter le canevas universel de travail d'un bureau d'étude.

Les aspects liés au temps ne sont pas évoqués et doivent être gérés par des moyens classiques. Leur utilisation effective, de par leur aspect lié à la communication, ne peut se concevoir que si l'ensemble de l'équipe travaillant sur le projet accepte d'utiliser ce langage pour faciliter la communication.

La phase d'apprentissage nécessite un investissement en temps non négligeable que l'on ne peut rentabiliser que sur la qualité du résultat que l'on obtient.

La grille de la page suivante (tableau II.2), compare les méthodes selon un ensemble de critères de base liés aux modèles, aux éléments écrits qui y sont adjoints ainsi qu'à la procédure à suivre pour réaliser l'analyse.

Les réseaux de PETRI ne constituent pas une méthode en eux-mêmes, mais leur caractère formel et la simplicité du modèle est parfois avantageux.

COMPARAISON DES METHODES

	SADT	MERISE FLIP D'INTERVIEW	SSAD	GRAI	PETRI
REPRESENTA- GRAPHIQUE	ACTION INFORMATION	ACTION FICHER RELATION	ACTION FICHER INFORMATION	ACTION FICHER INFORMATION RELATION	ACTION EVENEMENT
Critère de représenta- tion	HIERARCHIQUE	PAR POSTE	DECOMPOSABLE	PAR CENTRE DE DECISION	SYNCHRONISATION
DICTIONNAIRE	DONNEES	DONNEES TRAITEMENTS	DONNEES ACTIONS ELEMENTAIRES	DONNEES	
VALIDATION	Cycle auteur/lecteur	après synthèse	en plusieurs étapes		
Phases	par niveaux de détails successifs	- Interview - Consolidation - Synthèse - Validation	- Système φ actuel - Equivalent logique - Nouveau logique - Nouveau φ	- Analyse - Conception	
ACTEURS	Equipe d'étude	2 analystes		Equipe locale avec interve- nant externe	
SUPPORT INFORMATIQUE	OUI		OUI		
DOMAINE VISE	ETUDE	ETUDE DE L'EXISTANT EN VUE D'INFOR- MATISER	ETUDE DU SYSTEME D'INFORMATION	ETUDE DU SYSTEME DE DECISION	

Tableau II.2



II.3.c Exemple d'application

Pour terminer ce chapitre sur les méthodes, nous présentons en exemple la modélisation du travail du contremaître de l'atelier de galvanisation qui est le premier intéressé par le système de suivi de production implanté dans son atelier.

La seconde partie présentera plus en détail le cas étudié tandis que le chapitre V contient l'analyse complète du site dont est tiré cet exemple. Nous ne faisons ici qu'utiliser une partie significative de l'étude de manière à évaluer notre comparaison sur un exemple concret.

Nous n'avons pas réalisé de représentation par réseau de PETRI car l'intervention du contremaître dans la chaîne est ponctuelle, ce qui fait que ses activités sont disjointes. Il n'y a donc que très peu de synchronisation à réaliser dans sa tâche propre.

L'analyse de l'existant par Merise permet de mettre en évidence le caractère interne à l'entreprise de la fonction mais avec un grand nombre de contacts avec les autres services.

L'analyse SADT permet de regrouper ces activités en cinq niveaux faiblement inter-reliés, mais dont l'essentiel, les niveaux inférieurs s'axent autour du contrôle, ce qui permet de penser qu'un système de suivi lui soit effectivement utile.

La tâche du contremaître est décomposée en 5 actions :

- Répartition des tâches,
- Evaluation des en cours,
- Consultation,
- Réévaluation de la prime,
- Evaluation des pannes.

Les documents portent les résultats de ces actions que le contremaître communique aux autres services de l'usine de manière à effectuer le contrôle nécessaire de la production.

L'analyse GRAI fait apparaître trois domaines de décision distincts :

- l'avancement des ordres de fabrication
- le contrôle du rendement
- le suivi des pannes.

Ceci permet de découvrir le fonctionnement de ces domaines au niveau de ce centre de décision.

L'analyse SSAD ne paraît pas apporter d'information utilisable. Elle ne peut en effet s'appliquer à un niveau de détail de cet ordre sans qu'une informatisation directe soit prévue.

EXTERIEUR

CONTREMAITRE

INTERIEUR

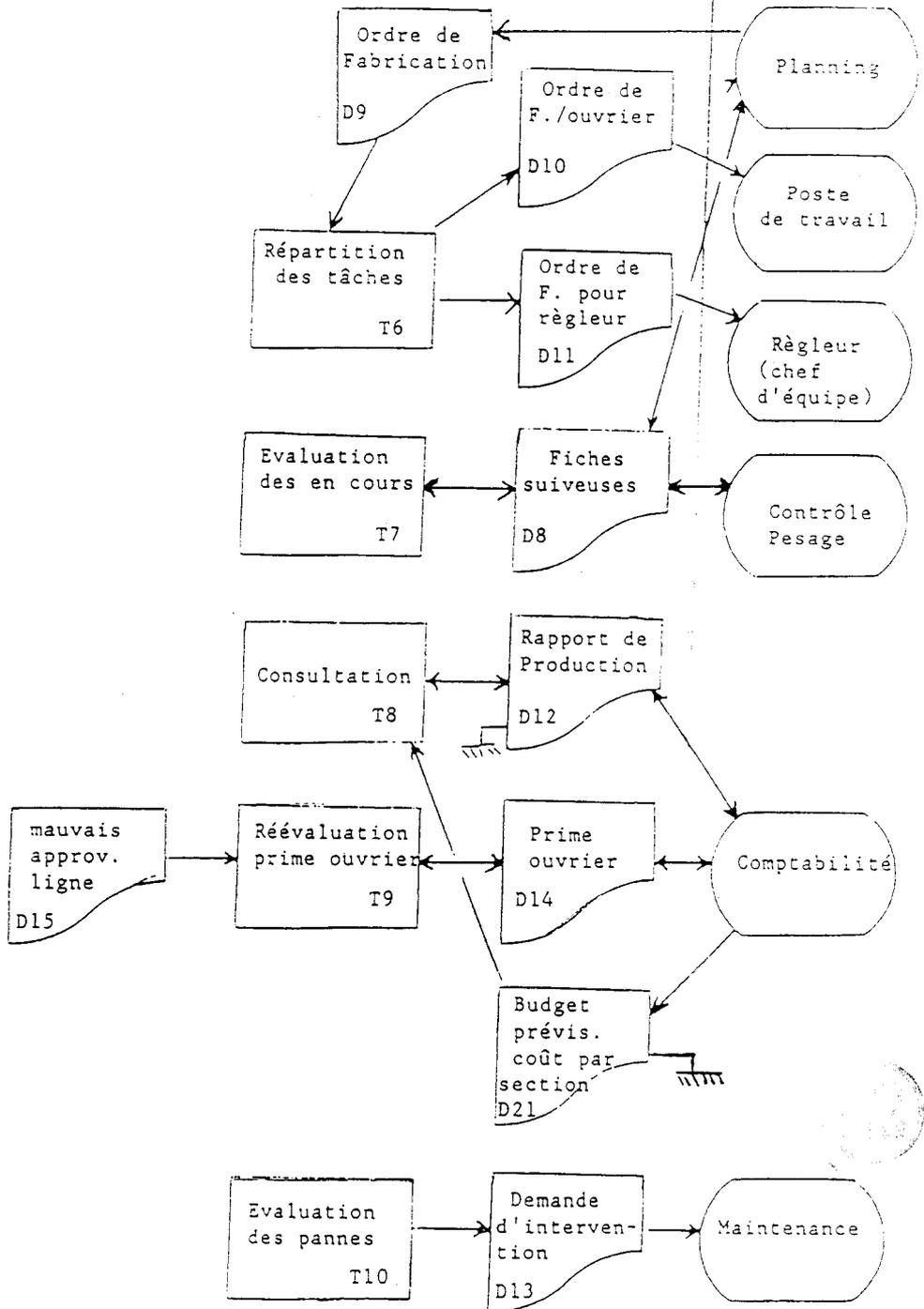


Figure II.16

FLIP D'INTERVIEW, METHODE MERISE.

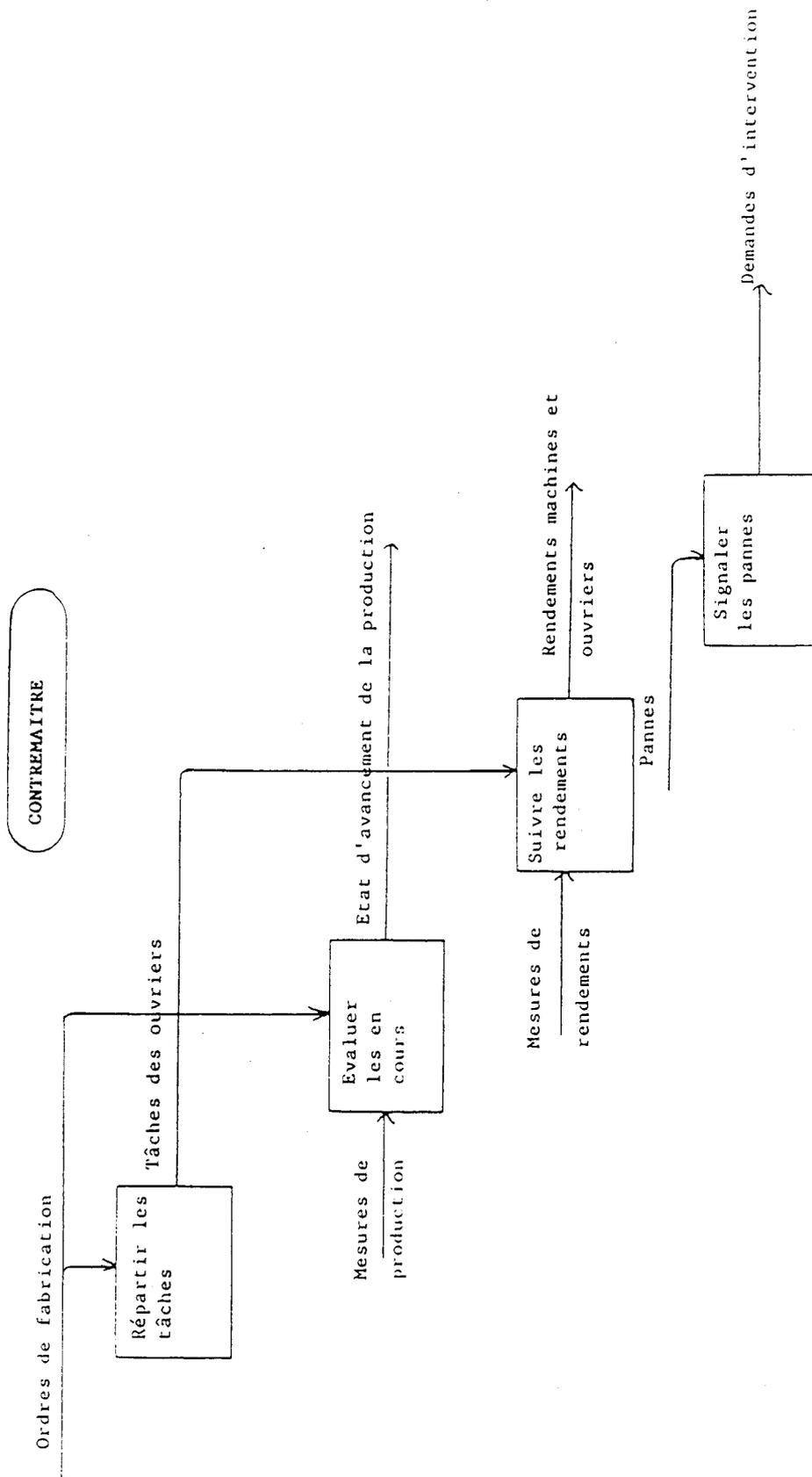


Figure II.17 DIAGRAMME SADT

LE CONTREMAITRE ; Modèle GRAI

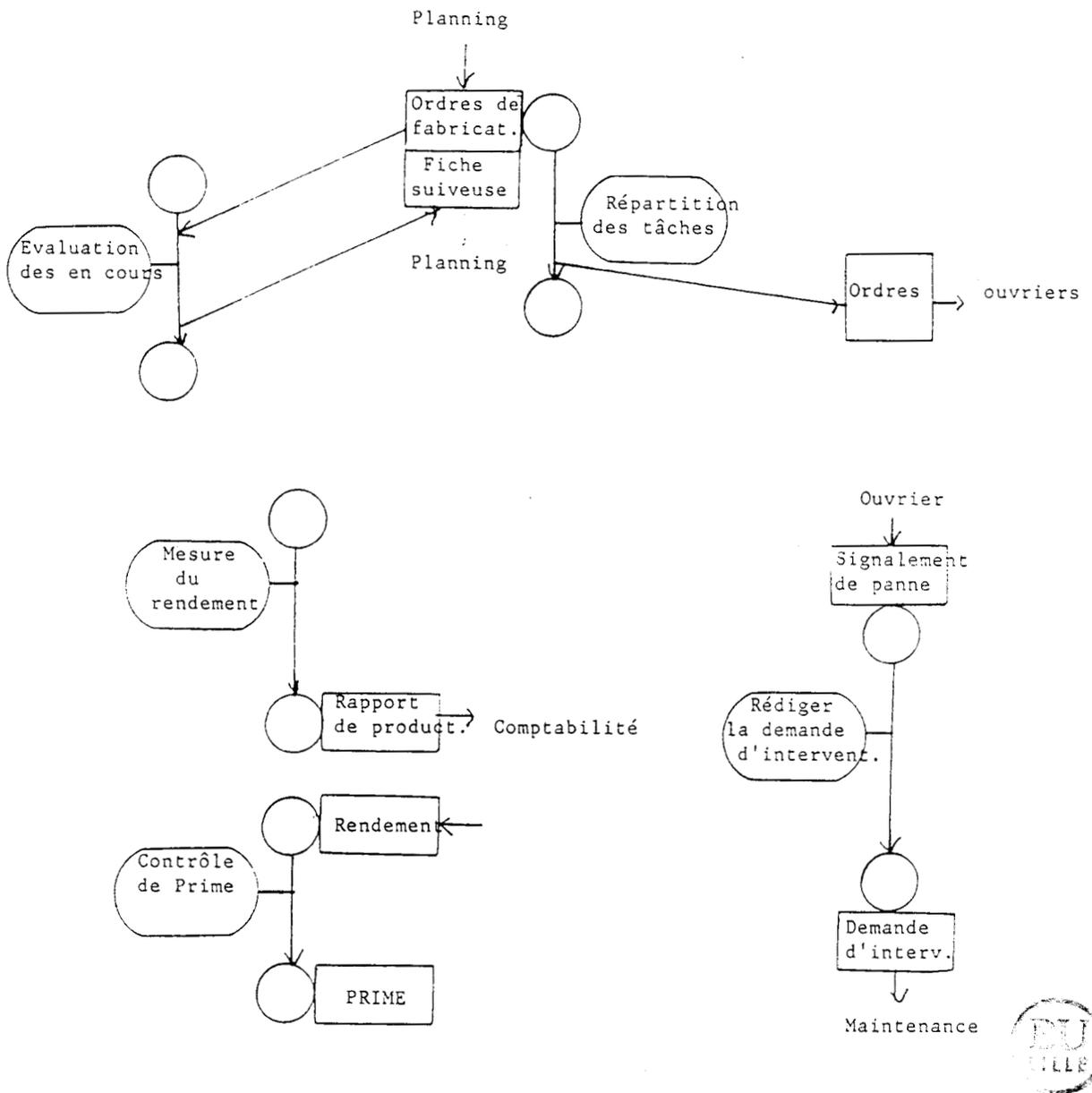


Figure II.18

LE CONTREMAITRE ; Modèle SSAD

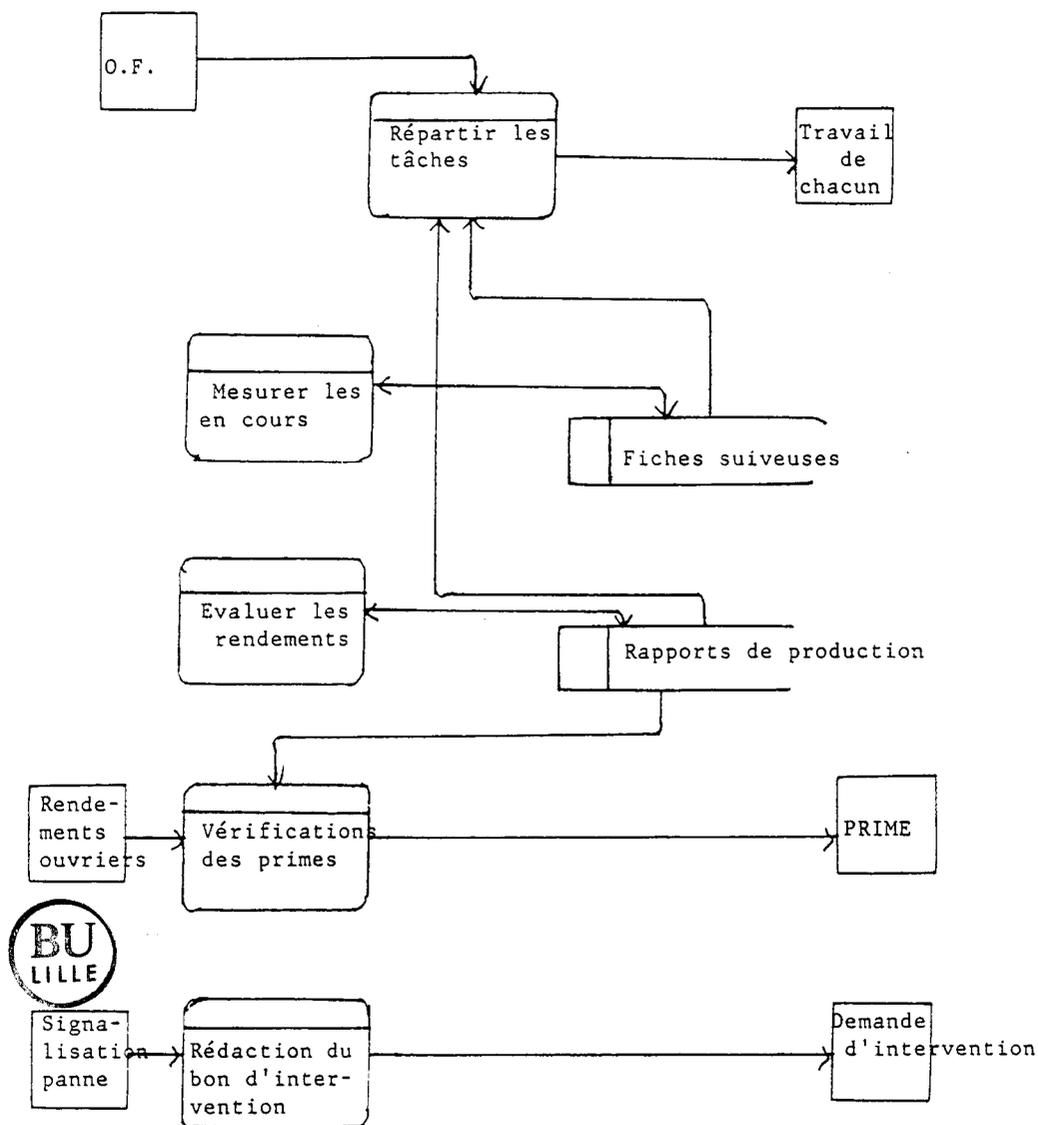


Figure II.19

Conclusion

Cet exemple montre bien la complémentarité que l'on peut trouver entre l'analyse de l'existant de la méthode Merise, la structuration intrinsèque que présente SADT et les domaines traités par la méthode GRAI.

L'analyse de l'existant par la méthode MERISE présente un ensemble de tâches avec les documents qui communiquent les résultats de ces tâches aux autres intervenants. Le souci de l'analyste est l'exhaustivité et non la structuration des tâches entre elles, le modèle vise donc uniquement à obtenir un relevé cohérent des documents et de leur signification.

SADT, par contre, privilégie les relations internes entre les activités, ce qui porte l'accent sur la structure qui s'y rattache. L'idée de base est de découvrir la logique des enchaînements, les actions portent alors un caractère plus fondamental.

L'analyse GRAI fait apparaître des ensembles d'actions élémentaires ayant des relations entre elles, ce que nous pouvons appeler des domaines. Ils n'ont pas le caractère structural des diagrammes SADT, ils procèdent plus d'un regroupement ayant une signification en lui même.

La difficulté de réaliser des modèles complexes à partir de la méthode GRAI nous a conduit à utiliser de préférence la méthode Merise pour effectuer la collecte des informations de base, puis SADT pour donner une structure intrinsèque aux fonctions étudiées.

Dans le cadre du développement ultérieur du système, l'analyse effectuée peut être reprise directement par la méthode Merise qui est, à l'heure actuelle, pratiquée par un grand nombre de sociétés de services en informatique.

Le choix de cette méthode permet donc d'assurer une bonne "portabilité" à notre analyse .

SECONDE PARTIE

L'IMPLANTATION DU PROTOTYPE.

III LES TREFILERIES DE XERTIGNY

III.1 PRESENTATION DE L'USINE

III.2 LE PROCESSUS DE FABRICATION

III.2.a La ligne de production.

III.2.b Le cheminement des produits.

III.2.c L'organisation des équipements.

III.3 L'ORGANISATION DE LA PRODUCTION

III.3.a Organisation des services annexes.

III.3.b Le laboratoire.

III.3.c Le planning.

III.3.d L'entretien.

III.3.e La comptabilité.

III.4 LE BESOIN

III.4.a Physique.

III.4.b Utilisation des informations.

III LES TREFILERIES DE XERTIGNY

L'objectif de ce chapitre est de présenter l'entreprise dans laquelle se place l'étude et plus particulièrement l'environnement direct de l'atelier concerné ainsi que les besoins formulés en suivi de production pour cet atelier.

III.1 PRESENTATION DE L'USINE

Les tréfileries de Xertigny sont situées dans une vallée des premiers contreforts des Vosges, à 15 km d'Epinal.

Le tréfilage est la base du processus. C'est une opération métallurgique consistant à étirer un fil en le faisant passer dans une filière pour en réduire le diamètre.

Le fil traité à Xertigny est de l'acier doux. La production mensuelle est de 1300 tonnes pour un effectif de 195 personnes. Le chiffre d'affaires est de 79 millions de francs.

Les produits s'adressent à une clientèle industrielle spécialisée. Ceux-ci se classent en trois catégories que nous mentionnons par degré croissant d'élaboration :

- du fil à pointe, destiné à la fabrication de clous.

Ce produit est obtenu par tréfilage et ne nécessite pas de traitement spécial concernant la structure, ou la composition de l'acier. La production de fil à pointe est de 300 à 400 tonnes par mois.

- du fil d'acier pour frappe à froid.

Il est destiné à la fabrication de vis par frappe et roulage. L'acier contient du chrome, du molybdène, du manganèse et du carbone en diverses proportions. La frappe à froid réclame de bonnes propriétés de structure. La production de ce fil est de 150 à 200 tonnes par mois.

- du fil fin.

Il est utilisé notamment à la fabrication de la tresse d'armature des flexibles hydrauliques. Ce produit constitue la spécialité de l'usine qui en fabrique 700 à 800 tonnes par mois. Son diamètre varie entre 16 et 50 centièmes de millimètres. Ce fil d'acier doux subit un traitement final de galvanisation.

Dans chacune des trois catégories de fil données ci-dessus, le diamètre ainsi que la qualité varient dans une plage assez importante. De même, le type de bobine et l'emballage sont diversifiés dans un souci d'adaptation au processus du client.

De ce fait, le catalogue comporte 1000 produits. Parmi ceux-ci, 300 sont plus couramment utilisés.

Le site de Xertigny regroupe l'ensemble des ateliers de production tandis que le siège social et le service commercial sont localisés à Paris.

L'usine est composée de trois ateliers :

- un atelier de tréfilage, dans lequel le fil subit toutes les réductions de diamètre ;
- un atelier de recuit, chargé de restructurer le métal par traitement thermique ;
- un atelier de galvanisation, chargé du traitement de surface du fil.

III.2 LE PROCESSUS DE FABRICATION

La différence majeure qui existe entre les trois types de fil produits dans l'usine réside dans leur niveau d'élaboration. On peut donc considérer que le processus de fabrication est une ligne unique sur laquelle il existe des sorties intermédiaires et des bouclages secondaires.

Nous décrirons d'abord la ligne complète puis nous présenterons les chemins parcourus par les différents produits dans l'usine.

III.2.a La ligne de traitement

Les opérations effectuées sur le fil sont les suivantes :

- stockage
- décapage
- ébauche
- premier recuit
- finition
- second recuit
- galvanisation
- expédition

La matière première est stockée à l'extérieur des bâtiments. Le fil d'un diamètre moyen de 6 mm se présente sous forme de bottes de 1000 à 1200 kg .

Cette matière première arrive par camion. Le parc réservé à cet usage a une capacité de 3000 tonnes et permet une autonomie de production de 2 mois lorsqu'il est plein.

Le décapage débarrasse le fil de la rouille et des graisses déposées pendant le transport et le stockage. Une botte complète est trempée dans un bain d'acide durant 20 minutes.

Le fil est ensuite rincé et neutralisé dans deux bains successifs. Un chariot élévateur effectue cette opération. Il est également chargé des mouvements de matière première dans le stock et de l'alimentation des machines d'ébauche.

L'ébauche est une opération de tréfilage dont le principal objectif est d'obtenir un diamètre régulier de fil à la sortie.

Le diamètre initial du fil varie entre 5,5 et 6,5 mm. A la sortie, celui-ci est choisi entre 1,5 et 4 mm selon le type et le diamètre du produit fini demandé. Trois machines effectuent ce traitement. Le fil en sortie est bobiné sur un cadre métallique appelé pilon.

Le premier recuit est nécessité par l'érouissage du fil provoqué par l'étirage. En effet, le tréfilage allonge le fil, ce qui modifie la structure métallique entraînant une résistance à la déformation. Le tréfilage ne peut donc s'exécuter en une seule opération sans ce recuit.

Le traitement en lui-même consiste à élever la température du métal assez rapidement puis à le refroidir lentement. Le métal reprend alors sa structure initiale. Le procédé utilisé aux tréfileries de Xertigny est la cloche de chauffage.

Les bobines de fil sont empilées sur un socle. La cloche est placée sur ce socle au moyen d'un pont roulant. La température est portée entre 650 et 700 degrés. La durée de cette montée en température est de 4 H pour une quantité de 2,5 tonnes de fil.

Le refroidissement est opéré en deux temps. D'abord, sous une cloche inerte venant remplacer la cloche de chauffage. Celle-ci est alors disponible pour une autre fournée. La cloche inerte est laissée jusqu'à ce que la température s'abaisse au-dessous de 200 degrés . Le refroidissement se fait ensuite à l'air libre. La durée totale du refroidissement est de 24 H.

La finition est une opération de tréfilage qui amène le fil d'un diamètre de 1,5 mm au diamètre définitif qui peut être de 16 centièmes de millimètre. Chaque machine de finition peut comporter jusqu'à 19 filières.

Le second recuit est une opération identique au premier. Elle permet de rendre au fil la souplesse demandée par le client. Les manipulations du fil à ce stade s'effectuent sur des bobines de 140 kg.

La galvanisation est la dernière opération de la ligne de production. Elle se décompose en 7 phases :

- débobinage
- recuit
- décapage
- rinçage
- fluxage
- galvanisation
- bobinage

Le débobinage est réalisé en plongeant les bobines dans des bacs de solution savonneuse. Le fil se débobine alors régulièrement, amorti par le frottement visqueux.

Le recuit au four décolle les particules de surface.

Le décapage est réalisé à l'acide chlorydrique.

Le fluxage favorise la prise de zinc sur l'acier.

La galvanisation proprement dite consiste à tremper le fil dans un creuset de zinc fondu d'une température de 450 degrés.

Le fil est ensuite bobiné après huilage.

Pour assurer un défilement continu du fil dans le creuset, la bobineuse est découplée de la partie traitement par un accumulateur. Les changements de bobines ne perturbent pas la continuité du traitement.

La vitesse de défilement est régulée, ce qui permet d'assurer un traitement homogène. Une génératrice tachymétrique est entraînée directement par le fil. Celui-ci passe dans une poulie à gorge montée sur l'axe de la génératrice.

L'information de vitesse est envoyée au régulateur de la bobineuse. La vitesse de ce moteur est ajustée en fonction du fil à traiter.

III.2.b Le chemin suivi par les produits

L'usine est composée de trois ateliers de traitement :

- l'atelier de tréfilage
- l'atelier de recuit
- l'atelier de galvanisation

Les trois grands types de produits circulant dans ces ateliers sont :

- le fil à pointe
- le fil pour frappe à froid
- le fil fin

Il existe donc trois chemins de base :

- Le fil à pointe est uniquement ébauché et ne passe qu'en tréfilerie.

- Le fil pour frappe à froid est recuit et passe donc dans deux ateliers.

- Le fil fin a le parcours le plus long. Il passe deux fois en tréfilerie et deux fois en recuit avant de gagner l'atelier de galvanisation.

Il existe également des cheminements particuliers faisant appel à des opérations spéciales :

- la reprise
- la ripoche
- l'étamage
- le rebobinage

La reprise est effectuée après l'ébauche. Elle permet une réduction supplémentaire du diamètre. Elle est utilisée pour réaliser des fils pour frappe à froid de diamètre fin ou des fils tréfilés après galvanisation (fil RH).

La ripoche est un traitement chimique de phosphatage. Il se décompose en trois phases :

- traitement thermique
- bain d'acide
- bobinage

L'étamage est un traitement de surface identique à la galvanisation. Le métal déposé est alors de l'étain.

Le rebobinage permet de changer le format des bobines en cas de reclassement de rebut de production.

Les chemins possibles de circulation de produit sont représentés sur la figure III.1 . Ils se terminent tous dans l'atelier de stockage et expédition. Certains rebuts sont réintroduits dans le circuit dans le cas où un traitement supplémentaire peut les rendre commercialisables. L'objectif est de limiter les stocks au minimum.



LES FLUX DE PRODUCTION

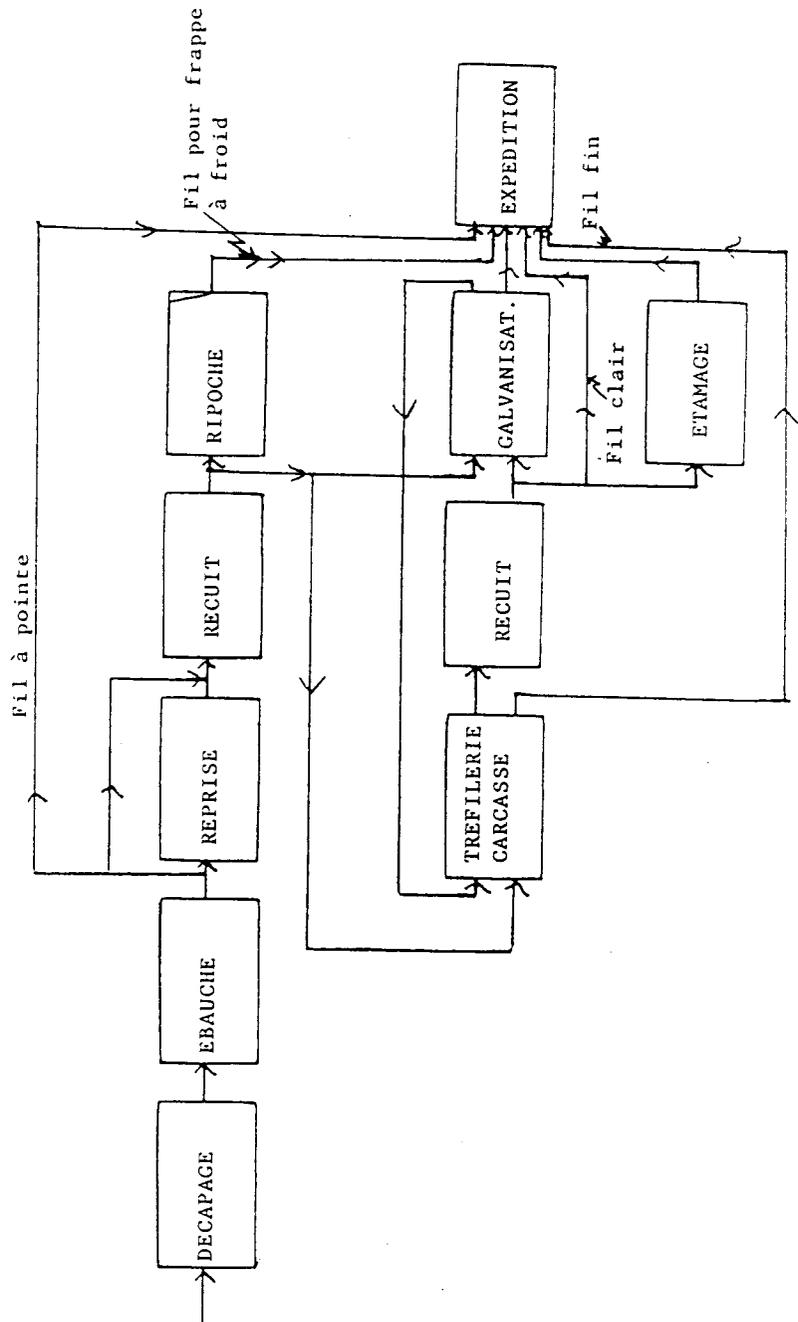


Figure III.1

III.2.c L'organisation des équipements

L'usine est organisée autour du processus en trois ateliers comme nous l'avons vu au paragraphe précédent. Chaque atelier est composé d'un certain nombre de machines contrôlées par des ouvriers.

- L'atelier de tréfilage est divisé en 7 sections :

- . la section d'ébauche, composée de 3 machines
- . la section de reprise, composée de 8 machines
- . la tréfilerie carcasse, composée de cinq sections de 10 machines.

La réduction du diamètre du fil entraîne une augmentation de la vitesse de défilement au cours du processus de tréfilage. Ceci a deux conséquences sur l'organisation des machines:

- Le nombre de filières d'une même machine est limité.

- Le nombre de machines affectées au traitement du flux de produit augmente au fur et à mesure que le diamètre se réduit.

Le transport du fil entre les postes de travail s'effectue sur des bobines ou sur des cadres métalliques appelés pilons.

L'atelier de recuit est composé de trois jeux de fours :

- un four EBNER
- un four CMTM
- un ensemble de fours électriques.

Les caractéristiques de ces fours sont différentes et ont une influence sur la qualité du traitement qu'ils font subir au produit. Pour des questions de place disponible et de parcours de produits, les fours ne sont pas regroupés au même endroit mais dispersés dans la tréfilerie.

L'atelier de galvanisation est divisé en 7 lignes indépendantes. Chaque ligne comporte un ensemble de débobineuses, un ensemble de traitement et un ensemble de bobineuses. Les bacs de débobinage et les bobineuses sont placées dans l'axe des bacs de traitement de part et d'autre de la ligne dont la longueur totale est de 80 m.

Les fils traités sont au nombre de 20 ou 25 par ligne, ce qui fait un total de 150 fils pour l'atelier. Dans le creuset, les fils sont distants l'un de l'autre de 2 cm. Ils sont guidés dans leur parcours par un ensemble de poulies.

Chaque ligne est placée sous la responsabilité d'un ouvrier. Il est chargé de réparer les casses de fil et de traiter les changements de bobines aux deux extrémités.

Chaque arrêt du fil entraîne une casse dans le creuset. L'ouvrier doit alors le remettre en production, ce qui lui prend au moins 10 minutes.

Les casses interviennent généralement quand la bobine n'est pas pleine. Pour éviter les rebuts, l'ouvrier effectue une soudure bout à bout à l'aide d'un équipement spécial installé sur un rail au-dessus de la ligne.

La phase de mise en production est de l'ordre de 7 à 8 heures. De ce fait, le travail s'effectue en postes, du lundi matin au vendredi soir et parfois même au samedi matin quand la charge de travail le nécessite.

Les ouvriers sont placés sous la responsabilité d'un régleur dont la tâche, outre l'encadrement de l'équipe, est de régler la vitesse des bobineuses au changement de production et de vérifier la qualité de la production.

Un ouvrier est chargé d'approvisionner les lignes en bobines provenant de l'atelier de recuit. Les bobines de fil traité sont rangées dans les emballages d'expédition. Dès qu'un ordre est terminée, la production est envoyée au contrôle pesage avant d'être expédiée.

III.3 L'ORGANISATION DE LA PRODUCTION

III.3.a Organisation des services annexes

Compte tenu de la taille de l'entreprise, le nombre de services est limité. Ceux-ci se voient attribuer plusieurs fonctions classiques de la production.

Les services sont les suivants :

- le laboratoire
- l'entretien
- le planning et l'expédition
- la comptabilité
- l'informatique

Le laboratoire est chargé de la définition et de la qualité du produit. Il regroupe les activités du bureau d'étude, de contrôle qualité et d'approvisionnement.

L'entretien est chargé du bon fonctionnement du processus et de sa modernisation.

Le service planning et expédition s'occupe de l'ordonnancement depuis les commandes jusqu'au départ des produits de l'usine.

La comptabilité et l'informatique occupent le rôle qui leur revient couramment.

Il n'existe pas de bureau des méthodes : les décisions afférant à cette fonction sont prises en réunion de responsables de services avec la direction.

L'annexe 1 présente les documents utilisés par ces services pour la communication des informations. Nous développons dans les paragraphes suivants les tâches d'organisation de chacun des services.

III.3.b Le laboratoire

Les activités du laboratoire se scindent en deux parties :

- la détermination des nouveaux produits
- le contrôle de la qualité

Elles occupent 7 personnes.

Les nouveaux produits font l'objet d'essais sur les lignes de production. Ces essais conduisent à l'élaboration du procédé de fabrication qui est porté sur la gamme de fabrication. Ces essais sont de deux types :

- des essais de fabrication, à usage interne à l'entreprise.
- des essais clients, destinés à tester les produits chez le client même. Les quantités produites dans ce cas sont faibles.

A chaque nouveau produit ou chaque modification de produit une nouvelle gamme est générée. Ceci laisse la possibilité de suivre exactement les produits réalisés même après leur commercialisation.

Ces gammes sont référencées par un numéro. Ceux-ci varient entre 5000 et 5999 pour les productions et entre 8000 et 8999 pour les essais. La gamme porte un grand nombre d'informations regroupées sur une feuille unique. Elle permet de spécifier le processus de fabrication du produit.

Les informations sont regroupées en trois chapitres :

- les références du produit fini
- le cheminement dans les ateliers
- le détail de chaque opération à effectuer

Les références du produit fini concernent :

- l'identification informatique
- l'identification de gamme
- la qualité
- la présentation
- le diamètre
- les tolérances

- le poids des bobines
- l'emballage
- l'étiquette des bobines
- l'étiquette des caisses

Le cheminement des produits est indiqué par la chronologie des opérations que doit subir le fil. Cinq opérations sont prévues sur la feuille.

Le décapage n'est pas considéré comme une opération mais comme un pré-traitement à l'ébauche. Il ne nécessite pas de réglage de machine.

Le repérage physique des bobines dans l'atelier durant leur transit est contrôlé par un étiquetage. Chaque entrée et sortie d'opération entraîne une vérification ou modification de cet étiquetage pour assurer un transport correct.

Le détail des opérations comporte :

- le numéro chronologique (1 à 5)
- la référence de l'opération
- la provision (caractéristique du produit d'entrée)
- le fil fini (diamètre, qualité, format, étiquette)
- les caractéristiques de réglage de la machine
- les contrôles à effectuer

La gamme comporte une identification informatique réalisée à partir d'une grille de codification des produits. Sept caractères y sont portés :

- le flux (cheminement dans l'usine, 44 types)
- l'utilisation (36 usages)
- le revêtement (19 types)
- la définition du fil (15 types)
- le conditionnement (21 types)
- l'emballage (14 types)
- la dimension (130 diamètres)
- l'indice (différenciation des clients : 20 indices)

Cette codification permet le repérage commercial du produit. Elle permet l'élaboration de statistiques de commandes par client.

Le laboratoire est également chargé du contrôle de la qualité tout au long du processus de fabrication. Ces contrôles portent sur :

- la composition du métal
- la structure
- les propriétés mécaniques
- les dimensions
- l'aspect
- le bobinage
- l'étiquetage

La matière première, appelée fil machine, est utilisée en fonction de la teneur en carbone et en manganèse ainsi que de

la perforation de l'acier (des trous trop importants entraînent des casses de fil trop fréquentes pour les petits diamètres).

Chaque opération est contrôlée toutes les 2 ou 3 heures par les règleurs. Les opérations mécaniques font l'objet d'un contrôle dimensionnel, tandis que les opérations thermiques, de durée longue, sont contrôlées directement par le laboratoire.

Le produit fini subit un contrôle visuel et un contrôle statistique.

Pour le fil galvanisé sont contrôlés :

- la teneur en zinc (grammage)
- l'allongement
- la résistance
- l'épaisseur du fil
- l'aspect (mat, granuleux)
- l'oxydation
- le bobinage
- l'identification des bobines et des caisses
- éventuellement le métrage des bobines

III.3.c Le service planning

Le service planning et expédition est chargé de la réception des commandes, de la programmation de la production et de l'expédition des produits finis.

Les services commerciaux de Paris envoient les commandes fermes à l'usine de Xertigny une fois par jour. Celles ci portent les références de la commande et de la gamme ainsi que les quantités et délais demandés par le client.

Elles sont reçues par l'agent de planning qui réalise deux opérations simultanées :

- la confection des ordres de fabrication
- la planification

La confection des ordres de fabrication consiste en l'éclatement des commandes en articles puis en opérations. Il arrive que les quantités demandées d'un article soient trop faibles pour donner lieu à un ordre de fabrication. Il y a alors regroupement d'articles. Dans le cas général, un article d'une commande donne lieu à un ordre de fabrication.

Pour chaque opération de la gamme correspondant à cet article sont élaborées la fiche de travail et la fiche suiveuse.

La fiche de travail comporte les références du produit fini, celle de l'opération ainsi que les quantités à produire. Ces feuilles sont communiquées au responsable de l'atelier concerné.

L'agent de planning, avant de planifier un lancement, prend en compte l'état des stocks de produit fini de manière à les réduire.

Il prend en compte le type de machine sur laquelle est effectuée l'opération pour déterminer la correspondance entre le poids à produire et la durée de l'opération. La vitesse de défilement et le nombre de machines allouées au lancement interviennent dans ce calcul.

La planification est réalisée en plusieurs étapes :

- planification mensuelle
- planification directe
- élaboration des ordres de fabrication
- corrections de suivi de production

La planification mensuelle est réalisée une fois par mois, le 15 du mois environ pour le mois suivant. 80 % des commandes suivent cette voie en période normale. L'agent de planning place les commandes sur le planning à bande mural et détermine le plan de charge des ateliers par rapport à leur capacité.

La planification directe est réalisée pour les 20 % des commandes restantes. Celles-ci sont portées en modification du planning à bande au jour le jour. Dès qu'une commande est portée sur le planning, les délais départ usine sont envoyés au service commercial. Le délai de fabrication est considéré comme fixe.

Le mercredi de la semaine, le planning de la semaine suivante est figé, de manière à fixer la constitution des équipes. La modification du planning sur cette période ne provient généralement que des avances et retards dans la fabrication.

Le suivi de production est réalisé par les chefs d'atelier et le responsable du contrôle pesage. Tous les jours, la production réalisée et la production en cours sont mesurées. Suite à ces relevés, les responsables se réunissent au bureau de planning pour décider des modifications à apporter aux lancements.

200 convois sont planifiés tous les mois. Les quantités à produire sont mesurées en caisses. Celles-ci pèsent entre 500 et 900 kg. Les bobines de produits finis ont un poids variant entre 3,5 et 100 kg. Les diamètres les plus courants sont 20, 24 et 30 centièmes de millimètre.

L'agent de planning réalise l'ordonnancement en plaçant les convois en fonction des contraintes qu'ils imposent. Les plus exigeants sont placés en premier tandis que les produits standards occupent les espaces restants.

Pour faciliter son travail, l'agent de planning s'est constitué une procédure écrite de tous les traitements qu'il doit effectuer à chaque lancement :

- mise à jour des stocks
- reclassement
- vérification de la compatibilité de la date de livraison avec le délai de production
- soulignement des consignes planning
- calcul du nombre standard
- reprise du stock et élaboration de la quantité à fabriquer
- découpage des lancements
- déduction des stocks de provision
- planification en tenant compte de la qualité et du groupe de machines
- confirmation des délais

L'agent de planning doit tenir compte d'un grand nombre de paramètres dans sa tâche journalière. Les sollicitations commerciales lui demandent de faire preuve d'une grande souplesse et d'adapter sa technique de travail à l'évolution du marché.

III.3.d Le service entretien

Le service entretien est composé de 15 personnes. Il réalise en moyenne 30 interventions par jour. Ce service s'est doté de moyens de gestion des interventions.

Ces interventions sont en général demandées par les responsables d'atelier. Les demandes d'intervention sont rédigées sur des bons de travail.

Le responsable porte sur celui-ci :

- les références de la machine à entretenir
- l'incidence de celle-ci sur la production
- le délai d'intervention souhaité
- un descriptif détaillé de l'incident

Ces bons sont centralisés au secrétariat du service entretien qui les distribuent aux personnes concernées du service.

Les agents d'entretien remplissent le cadre qui leur est réservé. Ils portent les temps passés et les temps d'arrêt de production ainsi qu'un descriptif des travaux réalisés et suggestions d'amélioration.

Le service entretien utilise un programme informatique de gestion des interventions. Celui-ci réalise un classement ABC à partir des temps d'intervention.

La classe A est particulièrement étudiée dans le but d'augmenter la part de maintenance préventive, d'améliorer le montage ou d'élaborer une gamme de dépannage.

Le coût des pannes intervient dans le calcul du prix de revient.

III.3.e La comptabilité

Le service de comptabilité utilise les informations provenant des ateliers pour élaborer les courbes de production d'une part, et les primes des ouvriers d'autre part.

Les chefs d'équipe effectuent à intervalles réguliers des pointages du nombre de fils en production, du nombre de fils en arrêt pour entretien, de celui des fils en arrêt pour raisons diverses.

Les chefs d'équipe portent ces pointages sur des fiches. Une fiche regroupe les pointages d'une ligne pendant une semaine. Y est également noté le nom des ouvriers auxquels se rapportent ces pointages.

Toutes les semaines, un premier traitement de ces informations aboutit à la détermination du rendement de la ligne et du temps d'arrêt pour entretien. Ces résultats sont portés sur des courbes.

Un second traitement est effectué pour rechercher le rendement des ouvriers. Ceux-ci sont calculés sur une période de 1 mois ramené à un nombre entier de semaines (4 ou 5 selon le cas) .

Le calcul prend en compte des cas particuliers :

- poste de mise en route
- relevé de fin de poste comptant double pour éviter les baisses de rendement au changement de poste
- élimination des relevés dont le nombre de fils en arrêts justifiés est trop grand.

Une grille de correspondance entre le rendement ouvrier et le taux de prime donne alors le pourcentage de prime de chaque ouvrier.

Ces résultats sont soumis à l'appréciation du responsable de l'atelier qui donne son accord final et fait parvenir les résultats au comptable pour l'élaboration de la fiche de paye.

III.4 LE BESOIN

Le système manuel d'évaluation de la production ne permet pas de connaître de façon précise l'état d'avancement des commandes ni les performances de l'outil de production. De même, les retards pris dans l'élaboration des états en amoindrissent l'intérêt.

Cet état de fait gêne les responsables dans leur prise de décision et empêche l'amélioration réelle du processus global.

Ceci révèle deux niveaux de besoin :

- un besoin physique correspondant au "quoi" de la mesure
- un besoin d'utilisation des mesures pour améliorer le système.

III.4.a Le besoin physique de mesure

Les causes d'imprécision dans les pointages sont les suivantes :

- des erreurs humaines de relevé ainsi que des décalages dans le temps par rapport aux heures de référence.

- des erreurs dues aux phénomènes transitoires. Quand ils sont pris en compte, ils le sont pour l'intervalle de temps compris entre deux relevés.

- des retards liés à la durée entre les pointages. L'exploitation des résultats n'est pas immédiate.

Augmenter la précision ne peut se faire qu'en augmentant la fréquence des pointages, et la charge de travail imposée au personnel d'encadrement par ce suivi est déjà lourde et ne peut augmenter. Il est donc impératif d'automatiser les relevés.

Les conséquences seront de deux natures :

- un allègement de la charge de travail
- une augmentation de la précision.

III.4.b Le besoin d'utilisation des mesures

Les informations saisies et traitées par le dispositif de mesure doivent être utilisées par les responsables de plusieurs services de l'usine.

Nous pouvons recenser les services suivants :

- l'atelier de production
- le planning
- l'entretien
- le laboratoire
- la direction et la comptabilité

- L'atelier

Le responsable de l'atelier ne connaît les informations de rendement qu'avec un décalage de temps important dû aux calculs que doivent effectuer d'autres services. Il est gêné dans son pilotage car il ne peut intervenir immédiatement. De même, en ce qui concerne les ordres de production, il n'a pas la possibilité d'intervenir immédiatement sur les changements de production.

- Le planning

Les réajustements des ordres de fabrication ne sont opérés qu'une fois par jour en présence du responsable de production. Ceci entraîne un retard dans les décisions de changement d'ordre de fabrication.

Les dépassements de production génèrent des stocks. L'outil de production n'est pas utilisé à bon escient.

- L'entretien

Il est intéressé par la connaissance des pannes machines et de leur nature de deux manières :

. l'événement panne doit déclencher le déplacement d'un réparateur.

. des statistiques sur les types d'arrêts permettent d'élaborer une politique de maintenance plus appropriée.

- Le laboratoire

Il n'est pas directement intéressé par les mesures effectuées mais l'information pourrait lui être utile dans l'élaboration des gammes ce qui optimiserait le processus.

Par contre d'autres informations pourraient être utiles : le pointage des tests de qualité effectués par les règleurs par exemple.

- La direction et la comptabilité

Le calcul des primes et des rendements est fastidieux. Il entraîne des manipulations inutiles de documents entre l'atelier et les bureaux.

Les erreurs de relevé sont source de conflits avec les ouvriers. Une automatisation des pointages peut rendre les relations plus transparentes.

De plus, la gestion globale de l'usine demande de la part de tous une prise de connaissance plus immédiate des problèmes liés au coût de production.

Conclusion

Ce besoin général a conduit à l'étude d'un prototype de système de saisie automatique que nous développons dans le chapitre suivant.

IV DESCRIPTION DU PROTOTYPE

IV.1 LE CAHIER DES CHARGES

IV.1.a Définition du système matériel

IV.1.b Définition des informations à fournir

IV.1.c L'environnement

IV.2 L'AVANT-PROJET

IV.2.a Le système

IV.2.b Etude de rentabilité

IV.3 LE SYSTEME REALISE

IV.3.a Eléments constitutifs

IV.3.b Les traitements

IV.4 CRITIQUE DU DISPOSITIF

IV.4.a Fonctionnement des matériels

IV.4.b Fonctionnement du logiciel

IV.4.c Conclusion sur le prototype

IV DESCRIPTION DU PROTOTYPE

L'étude de ce prototype fut commencée en 1980 pour aboutir à une première mise en service en 1982 . Elle fut suivie d'une série d'essais dont nous donnons les conclusions à la fin de ce chapitre.

IV.1 LE CAHIER DES CHARGES

Pour répondre au besoin de suivi de la production, il a été décidé d'implanter un système informatique dans l'atelier de galvanisation. Cet atelier a été choisi pour deux raisons :

- sa position d'opération terminale pour le flux de produit le plus important ;
- sa composition en machines en parallèle d'un nombre non négligeable.

Le cahier des charges se scinde en trois parties :

- la définition du système matériel, partie é laborée par le concepteur et le réalisateur ;
- la définition des états à fournir, partie é laborée par les utilisateurs ;
- l'environnement.

IV.1.a Définition du système matériel

Les mesures que le système doit réaliser sont :

- la mesure du fonctionnement ou arrêt des bobineuses dont le nombre est de 170.
- la saisie des causes d'arrêt que l'ouvrier signale à l'aide de 4 boutons poussoirs.

Pour repérer le fil sur lequel porte l'arrêt, l'ouvrier disposera d'un afficheur à deux chiffres. De même, pour lui rendre compte de son rendement, un second afficheur du même type sera installé.

Le poste de pilotage comportera une console et une imprimante. La figure IV.1 présente la structure du système.

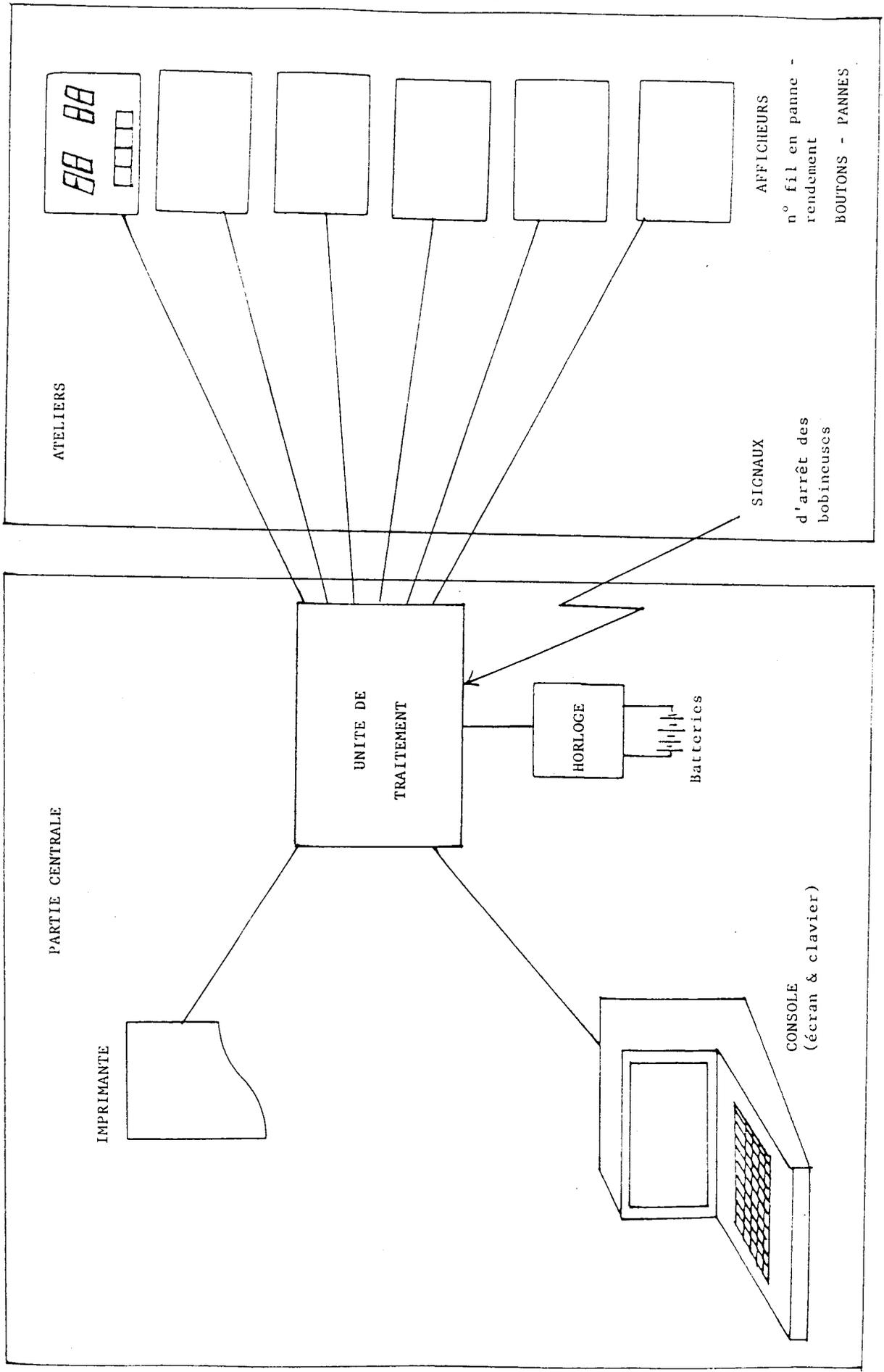


Figure IV.1



IV.1.b Définition des informations à fournir

Les informations que doit fournir le système se regroupent en trois parties :

- les rendements
- la production
- les pannes et aléas de fonctionnement.

IV.1.b.1 Les rendements

On distingue deux rendements : le rendement vrai de la ligne RVN, et le rendement adapté de l'ouvrier RON.

Le calcul est réalisé comme suit :

soit M le nombre de fils total de la ligne
 soit m le nombre de fils qui devraient défilier
 soit n le nombre de fils qui défilent réellement

$$RVN = \frac{n}{M} \qquad RON = \frac{n}{m}$$

A partir de ces rendements instantanés, les rendements cumulés peuvent se calculer sur la durée d'un poste. Un examen, toutes les minutes, de l'état des signaux provenant des bobineuses, est amplement suffisant pour la précision demandée.

Le rendement vrai RVN est calculé en sommant les unités de temps de production effective pour chaque fil, divisé par le temps total de production théorique de la ligne.

Le rendement adapté doit faire intervenir les minutes d'arrêt imputable à l'ouvrier. Elles seront retranchées des minutes de production théorique. De plus, ce rendement adapté de l'ouvrier est pondéré en fonction de la tranche horaire :

- 1) de lundi 4H00 à lundi 6H00, comptage neutralisé
 lundi 6H00 à lundi 7H30, coefficient 0,1.
 idem pour les lendemains de jours fériés.
- 2) de samedi 3H00 à samedi 4H00 : coefficient 0,1
 (douche)
 de samedi 11H00 à samedi 12H00: coefficient 0,1
 (douche)
 de samedi 18H00 à samedi 20H00: comptage neutralisé
 (douches et nettoyage des lignes)
 Idem pour les veilles de jours fériés.
- 3) Pour tous les autres postes :
 première demi-heure : coefficient 0,1
 dernière demi-heure : coefficient 2

Les informations suivantes sont demandées :

INFO 1 : Affichage du rendement cumulé adapté de l'ouvrier RON sur l'afficheur d'atelier toutes les 10 minutes.

INFO 2 : Edition du rendement cumulé adapté de l'ouvrier sur imprimante. Cette information, destinée à des statistiques, sera imprimée :

- à la demande. Sa périodicité d'impression sera alors de 10 mn, l'heure de début d'impression et le nombre d'enregistrements désirés seront saisis au clavier.

- systématiquement en fin de journée, en détaillant les rendements adaptés pour chacun des postes.

Les références jour, mois, année, seront indiquées sur chaque page.

INFO 2 bis : Editer le rendement vrai de la ligne en même temps que le rendement adapté de l'ouvrier. Ceci sera fait à la demande et systématiquement en fin de journée pour chaque poste.

La présentation des informations 2 et 2 bis sera faite de la façon suivante :

Date :

	L1		L2	
	RVN	RON	RVN	RON
Poste 1				
Poste 2				
Poste 3				

INFO 2 ter : Editer systématiquement en fin de semaine en un seul tableau les rendements vrais, les rendements ouvriers et les arrêts répertoriés pour chaque ligne et chaque poste, cumulés sur la semaine.

INFO 3 : Editer le rendement mensuel adapté de l'ouvrier. A la fin de chaque poste, on connaît le RON du poste. Cette valeur mémorisée est affectée à l'ouvrier pour faire le calcul du RON mensuel. En fonction de ce RON mensuel, on se réfère au catalogue qui détermine le pourcentage de la prime à octroyer et on écrit le montant de la prime.

Le catalogue est remis à jour environ une fois par an. Cette information est modifiée sur demande par appel à la console.

INFO 3 bis : éditer le rendement mensuel vrai de la ligne, c'est le rendement réel de la ligne pour le mois. Cette information doit être systématiquement imprimée le 1er de chaque mois, pour le mois précédent, sous forme d'un tableau :

Ligne 1	80
Ligne 2	93
etc...	

IV.1.b.2 La production

La production est cumulée par ordre de fabrication.

Le type du fil est repéré par :

- le diamètre du fil
- le revêtement
- la qualité métallurgique
- la présentation

On y ajoute une quantité à produire et un délai de livraison pour former l'ordre de fabrication. La mise en production correspond à une allocation d'un certain nombre de fils à un ordre de production.

30 articles différents au plus peuvent être en production simultanée sur les chaînes de galvanisation.

Les références à retenir pour caractériser un fil en bout de ligne sont donc le numéro d'ordre et le numéro d'article :

- le numéro d'ordre est défini par 4 caractères numériques (numérotation de 1 à 9999). Environ 1000 ordres sont émis par an.

- la référence article est constituée essentiellement par 3 notions :

- . la diamètre : 3 caractères numériques
- . la qualité : 4 caractères alphabétiques
 - galvanisé ou éamé (G, E)
 - aluminé ou pur (A, P)
 - recuit pot ou continu (RP, RC)
- . la bobine : 4 caractères alphanumériques.

A ces 11 caractères nécessaires sont ajoutés 4 caractères définissant le conditionnement des produits finis.

La référence article est donc définie au plus par 15 caractères.

On désire connaître :

INFO 4 : Etat de la production par ordre.

C'est le cumul à un moment quelconque de la production en kilogrammes réalisés sur tous les fils exécutant le même ordre, ceci depuis le commencement de la réalisation de l'ordre.

Par appel à la console, cette information sera donnée soit à l'écran, soit sur l'imprimante.

Une comparaison, tant à l'écran qu'à l'impression, pourra être faite avec la quantité théorique saisie auparavant au clavier. On obtiendra de ce fait l'état d'avancement de la production par rapport au prévisionnel.

INFO 5 : tableau général de la production.

C'est par mois, par ligne, par article, par ordre, la quantité produite en kilogrammes. Edité à l'imprimante par appel clavier, le tableau se présente de la façon suivante:

	Article	Ordre	Production
Ligne 1			
Ligne 2			
ect ...			

INFO 6 : Production valorisée

C'est par mois, par ligne, par article, par ordre, la quantité en kilogrammes valorisée par 4 grandeurs. Le tableau édité par appel clavier se présente de la façon suivante.

Article	Ordre	Kgs Produits	Valeur			
			MO	TM	ZN	CY
TOTAL						

MO main d'oeuvre TM temps machine

ZN teneur en zinc CY cycle

IV.1.b.3 Pannes et aléas de fabrication

Les arrêts de fabrication sont divisés en deux types :

les arrêts "non motivés" qui sont imputables à l'ouvrier; le rendement adapté en est donc affecté.

les arrêts "motivés" qui sont indépendants de l'ouvrier, qui ne doivent donc pas affecter le rendement adapté, mais dont on totalise le temps de panne en vue du calcul du rendement vrai de la ligne.

Ces arrêts motivés sont au nombre de 5, dont 3 sont indiqués à partir d'un "terminal atelier" :

* Panne électrique et panne mécanique (P).

* Manque de provision (MP). C'est l'absence de bobine à dévider en amont de la machine suite à une mauvaise coordination entre services.

* Absence de commande (AC). Cet arrêt est décidé par le planning qui réduit le nombre de machines en fonctionnement.

Deux autres arrêts motivés seront indiqués à la console par la maîtrise :

* Essais (ES) : lancés dans la journée, ils servent aux tests des nouvelles productions et n'entrent pas dans la gestion de la ligne.

* Absence de personnel (AP) : le personnel autorisé indique la ligne où l'ouvrier s'absente. Les boutons poussoirs sont désarmés et ne permettent d'indiquer que le retour de l'ouvrier par appui sur n'importe quel poussoir. Les afficheurs sont bloqués.

A ces arrêts motivés s'ajoutent

* le changement de production (CHP), indication nécessaire pour affecter les références de la production lancée. Cet arrêt n'est toutefois pas considéré comme motivé, aucun temps n'est à compter ou à annuler ; le temps d'arrêt correspondant au renfilage en vue de la nouvelle production sera imputé à l'ouvrier et affectera son rendement.

Le terminal atelier sera constitué de quatre boutons correspondant aux arrêts :

- Panne électrique et mécanique(P)
- Manque de provision(MP)
- Absence de commande(AC)
- Changement de production(CHP)

Sur tous ces temps d'arrêt, on désire connaître :

INFO 7 : le tableau journalier des pannes et aléas. On recherche pour cette information le temps perdu par type d'arrêt, par jour et par ouvrier.

INFO 8 : le tableau mensuel du temps perdu par type d'arrêt et par ligne.

C'est le cumul des tableaux journaliers par ligne. L'édition se fera de façon systématique tous les mois.

IV.1.c L'environnement

L'atelier de galvanisation comporte un grand nombre de moteurs ainsi que des bacs de décapage à l'acide.

Les valeurs de ces grandeurs caractéristiques sont les suivantes :

- vapeur acide.

0,2 PPM (parties pour millions) d'HCL en bout de ligne

0,5 PPM à 20 m des poteaux qui supporteront les afficheurs, les boutons et les boîtes de dérivation.

La valeur nominale tolérée est de 8 PPM.

- humidité.

Elle oscille entre 30 % et 63 % dans des conditions normales pour atteindre 68 % en cas de pluie.

- température.

Elle varie de 11 degrés à 25 degrés .

- parasites.

Il n'existe pas de mesure mais la quantité de moteurs présents dans l'atelier induit des parasites électromagnétiques.

IV.2 L'AVANT-PROJET

IV.2.a Le système

IV.2.a.1 Les équipements

Le système comporte quatre grandes parties

a) La partie centrale

- une unité de traitement à base de microprocesseur et mémoires (PICOLOG 80), destinée à superviser l'ensemble et à mémoriser les informations nécessaires aux divers calculs désirés.

- une imprimante LOGABAX LX 113, pour l'édition des informations que l'on veut conserver. L'édition peut être systématique pour certaines informations, à la demande (par la console) pour d'autres.

- une console PERKIN ELMER Model 550 permettant de dialoguer avec le système, d'introduire des données, d'envoyer des ordres d'édition à l'imprimante et de visualisation à l'écran.

b) Les périphériques d'atelier

Un par ligne, permettant à chaque ouvrier de dialoguer de façon très élémentaire avec le système. Il comprend :

- des afficheurs (2 X 2) pour le rendement adapté de l'ouvrier et pour le numéro du fil en panne et non réparé. Les afficheurs utilisés seront des afficheurs Ferranti-Packard Model 270 PE2-35 ou équivalent.

- des boutons coup de poing TELEMECANIQUE série XB2-MC montés en boîtiers XB2 SA 16006 du même constructeur ou équivalents.

c) Les capteurs

Les informations de fonctionnement des machines peuvent être saisies directement sur les machines car elles possèdent une régulation de vitesse et sont équipées de dynamos tachymétriques. Un interface d'isolation galvanique suffit alors, ce qui résoud tout problème d'implantation de nouveaux capteurs sur les lignes.

d) Les liaisons

Entre la partie centrale et les afficheurs : elles se feront par câble 15 paires téléphoniques. Soit 90 m de câbles 15 paires.

Entre la partie centrale et les génératrices tachymétriques et boutons coup de poing : elles se feront par câbles 30 paires jusqu'à une boîte de raccordement par ligne. Soit 270 m de câbles 30 paires.

De la boîte de raccordement à chaque génératrice tachymétrique et chaque bouton, les liaisons seront faites par câbles 1 paire torsadée. Soit 2100 m de câbles 1 paire.

IV 2.a.2 Le logiciel

Une première analyse du cahier des charges a permis de définir le matériel informatique nécessaire.

En fonction des limitations de celui ci, la programmation est envisagée en structure modulaire: La souplesse de l'architecture des organigrammes ainsi obtenue permettra l'évolution du système en parallèle avec la croissance de l'usine et de ses besoins.

Le choix du langage de programmation doit permettre une bonne structuration des traitements mais également une bonne structuration des variables.

Leur nombre et celui des liens qui existent entre elles est en effet très important et il y a lieu de veiller à réduire la place occupée en mémoire centrale sans rendre la représentation incompréhensible.

Compte tenu de ces critères, le langage PASCAL s'est avéré le mieux adapté à la situation. Alliant la structuration des programmes à la structuration des données, il permet une bonne efficacité pour l'écriture de ce programme.

On peut distinguer deux grandes parties dans le logiciel:

- le programme proprement dit, réalisant l'ensemble des traitements nécessaires.

- les drivers, réalisant l'interfaçage avec la console, l'imprimante et les équipements de saisie en atelier.

Cette partie, proche du matériel, fera l'objet d'une mise au point sur le site avant l'implantation définitive du programme de traitement.

IV.2.b Etude de rentabilité.

Cette étude se scinde en trois parties:

- L'analyse des coûts du nouveau système.
- L'analyse des gains prévus.
- L'évaluation de la rentabilité.

L'annexe 3 présente le détail des calculs réalisés dont nous ne donnons ici que les grandes lignes.

Coût du système

Ont été distingués:

- Les coûts d'investissements
 - . Système informatique
 - . Câblage et installation
 - . Etude du logiciel
 - . Mise au point sur le matériel
- Les coûts d'exploitation
 - . Temps d'utilisation
 - . Consommables
 - . Maintenance

Coûts de la méthode actuelle

Pour la partie production

- Temps de travail - pesée
- réunion de planning
- Immobilisation des stocks

Rendement et pannes

- temps de travail - pointages
- dépouillement

Gains prévus sur ces coûts

- Réduction des stocks
- Rendements plus justes
- Connaissance des types de pannes

Amélioration de la gestion

Les gains ne sont pas chiffrables directement, mais le système permettra une nette amélioration:

- Des délais d'obtention des prix de revient.
- Des relations avec le personnel par le calcul des primes.

Estimation de la rentabilité

L'installation du système se caractérisera par une augmentation de la productivité générale de l'atelier. Compte tenu des coûts du système et des gains possibles, la rentabilisation du système pourra s'obtenir en moins d'une année.

LE SYSTEME MIS EN PLACE

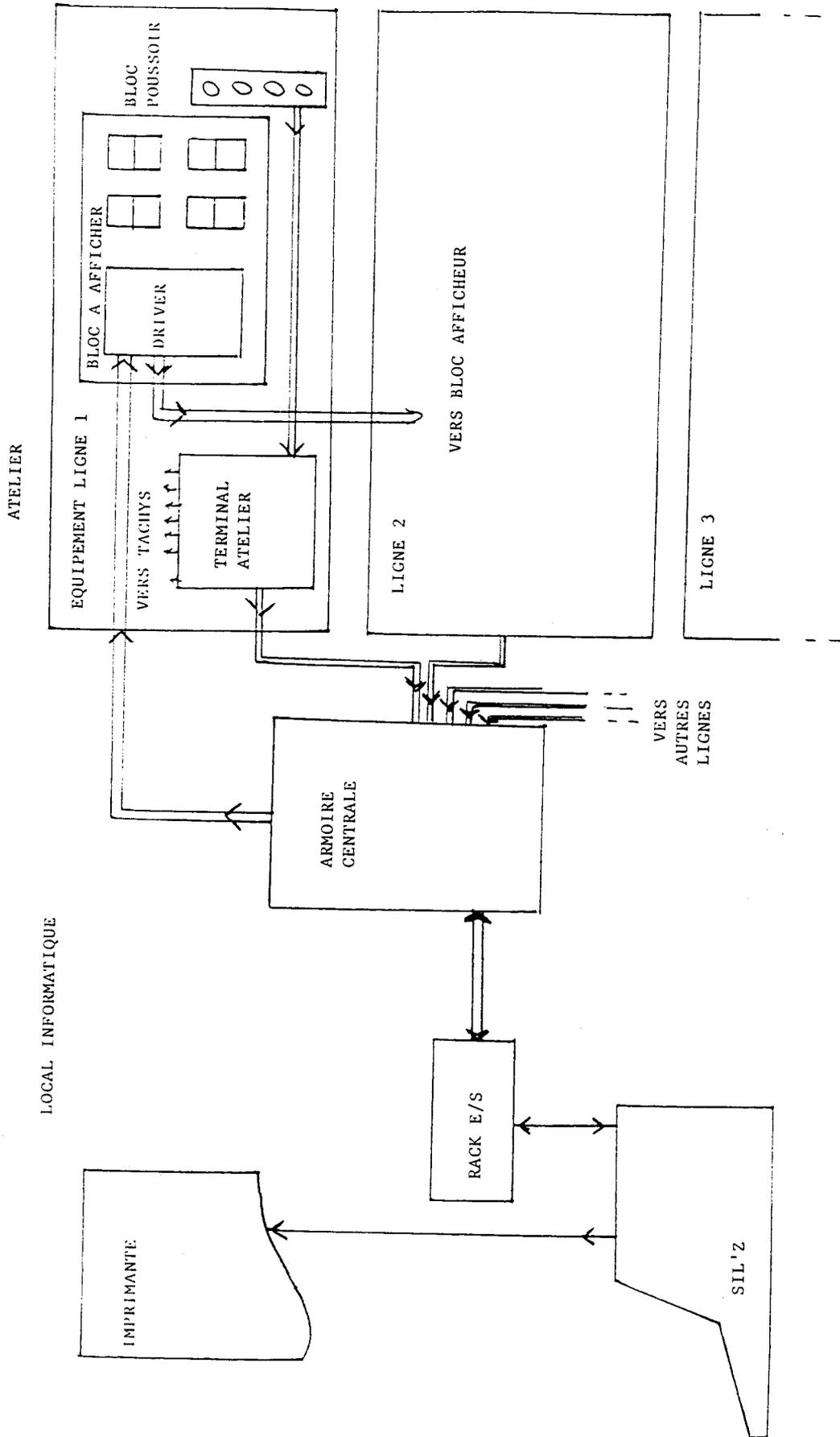


Figure IV.2



IV.3 LE SYSTEME REALISE

IV.3.a Eléments constitutifs

La figure IV.2 présente l'architecture du système réalisé dont nous détaillons les éléments ci dessous.

IV.3.a.1 L'unité centrale

L'unité centrale est un Sil'Z de la Société Léanord. Bâti autour d'un Z80 équipé de 64 k de RAM, il possède un clavier et un écran pour le dialogue avec l'opérateur, une double unité de disquettes 5 pouces 1/4 de 240 K Octets de capacité, une liaison RS 232 pour la connection imprimante, et un port parallèle pour la liaison avec l'application.

Le micro-ordinateur remplace le picolog prévu initialement. A cette unité centrale est associée une imprimante pour la sortie des états sur papier, et un rack d'entrées-sorties parallèles de 32 sorties, 32 entrées d'interruption et 224 entrées simples.

L'équipement fixe est chargé de la liaison entre l'unité centrale et les 8 chaînes.

Elle se compose de :

- une armoire centrale qui recueille toutes les informations pour les envoyer au rack E/S situé dans le local informatique près de l'unité centrale.

- un bloc afficheur par ligne, composé de 4 afficheurs et d'un driver associé. La liaison entre blocs est chaînée depuis l'armoire centrale jusqu'au dernier bloc.

- un bloc bouton-poussoir par ligne, permettant à l'ouvrier de signaler à l'unité centrale la cause de la panne intervenue.

- un boîtier terminal atelier par ligne recueillant les informations de fonctionnement des fils prélevées aux bornes des génératrices tachymétriques et les mettant en forme pour les envoyer, accompagnées des liaisons bouton-poussoir, à l'armoire centrale.

IV.3.a.2 Le bloc afficheur

Il est composé de 4 afficheurs préencodés décimaux Ferranti Packard et d'un driver 310 DD de la même marque. Les afficheurs sont disposés en groupe de deux pour former deux nombres à deux chiffres. L'ensemble est placé en bout de ligne de galvanisation de manière à ce que l'ouvrier puisse le voir de tout point de la chaîne.

Ces afficheurs sont composés de pastilles magnétiques que l'on positionne en envoyant une impulsion de courant dans un bobinage, ce qui crée un champ magnétique dans lequel la pastille se positionne côté sombre ou côté clair pour réaliser l'affichage.

Les afficheurs sont connectés au driver par un bus de 11 fils. Un fil supplémentaire par afficheur sert de validation afficheur. Le driver est commandé en logique positive 0/10 V. Chaque driver est alimenté en 220 V.

La commande se compose d'un bus de 8 fils et d'un fil de validation supplémentaire. Les 8 fils de bus sont séparés en deux : les poids faibles représentent le chiffre à afficher en BCD, les 4 poids forts sont les validations d'afficheurs et sélectionnent un des 4 afficheurs commandés.

Le validation driver permet de sélectionner le drive pour lequel les informations du bus sont validées. Les validations driver au nombre de huit forment un octet, ce qui porte à deux octets uniquement le nombre de fils de commandes nécessaires au contrôle de l'ensemble de l'affichage dans l'atelier.

La commande de bloc afficheur est chaînée de bloc en bloc en deux groupes l'un de 2 blocs ligne 1 et 2, l'autre de 6 blocs. Dans chaque bloc, il peut alors choisir parmi les 6 validations délivrées, la validation de la ligne correspondante. Une barette de connection permet d'opérer facilement ce choix en cas de remplacement du bloc par un autre.

IV.3.a.3 Le terminal atelier

Outre transmettre les informations provenant des poussoirs, le terminal collecte les 25 informations tachymétriques, les met en forme par une carte de limitation de courant et d'isolement par photocoupleurs. Chaque carte possède 5 circuits identiques. Il y a donc 5 cartes par terminal.

34 paires de fils torsadés relient le terminal à l'armoire centrale pour véhiculer l'ensemble des informations provenant de la ligne.

IV.3.a.4 L'armoire centrale

Elle est divisée en deux armoires dont l'une comprend le matériel interface complet pour deux lignes avec le boîtier entrées-sorties, tandis que l'autre, extensions pour 6 lignes, ne comporte que les cartes de liaisons avec les terminaux d'atelier.

Nous ne décrivons que l'armoire principale. Nous retrouvons dans cette armoire principale le disjoncteur général les alimentations 5 V et 10 V et le boîtier entrées-sorties parallèles.

L'interface afficheur, composé d'une carte de résistances de "pull up" au 10 V, utilise seul l'alimentation 10 V. Cette carte est branchée en parallèle sur les deux cordons de liaison avec les blocs afficheurs et sur la nappe de sortie du concentrateur (octet 0 et octet 1).

Nous trouvons ensuite deux types de cartes : des cartes interfaces poussoirs et des cartes génératrices tachymétriques 2.

1) L'interface poussoir

Il réalise l'anti-rebond et la mémorisation pour les 4 poussoirs d'une ligne. La mémorisation comporte un signal de remise à zéro à activer après la prise en compte des informations de la ligne.

Les remises à zéro, au nombre de huit, constituent l'octet de sortie de RAZ. Les entrées boutons poussoir occupent les 32 lignes de la carte interruption.

2) L'interface génératrices tachymétriques

Les informations génératrices tachymétriques issues des photocoupleurs arrivent à la carte génératrice tachymétrique 2 en boucle de courant . Un dispositif les met en forme et au niveau TTL pour attaquer le boîtier E/S.

Chaque carte comporte 6 circuits de remise en forme : quatre cartes sont nécessaires pour réaliser l'interface des fils d'une ligne à l'exception d'un. Le dernier est pris à part et interfacé pour 6 lignes seulement et constitue l'octet des 25ème rangées.

L'ensemble des interfaces génératrices tachymétriques 2 de cette armoire est donc au nombre de 9 cartes. L'organisation des liaisons est décrite dans la suite de ce rapport, celle des cartes dans l'armoire a été légèrement modifiée par rapport aux prévisions.

IV.3.a.5 Connection avec le boîtier entrées-sorties.

Le boîtier entrées-sorties est organisé en plaques de 32 entrées, sorties ou interruptions divisées en 4 octets .

Il possède

- 1 carte sortie
- 1 carte entrée interruption
- 7 cartes entrées simples.

1) Connection des boutons poussoirs

Ils utilisent la carte interruption intégralement et un octet de la carte sortie. Les bits d'interruption sont

connectés chacun sur l'un des poussoirs en respectant l'ordre et la couleur.

2) Connection des afficheurs

Ils utilisent la carte sortie du boîtier E/S avec les boutons poussoirs. L'octet 0 poids faible porte le chiffre BCD, l'octet 0 poids fort les validations de l'afficheur concerné tandis que l'octet 1 porte les validations des drivers. L'octet 3 est inutilisé.

Octet 0	bit 0	BCD poids 1
	1	BCD poids 2
	2	BCD poids 4
	3	BCD poids 8
	4	Validation Af 1
	5	Validation Af 2
	6	Validation Af 3
	7	Validation Af 4
Octet 1	bit 0	Validation ligne 1
	1	Validation ligne 2
	2	Validation ligne 3
	3	Validation ligne 4
	4	Validation ligne 5
	5	Validation ligne 6
	6	Validation ligne 7
	7	Validation ligne 8

3) Connection des génératrices tachymétriques

Les informations des fils sont organisées en ligne 1 à 8 et fils 1 à 25. Elles entrent dans le boîtier entrées-sorties par 7 cartes.

Les lignes possèdent 25 fils, ce qui se divise en 3 octets plus 1 bit. Nous avons décidé de regrouper les bits isolés de chaque ligne sur le premier octet d'entrée carte l'octet 0. Nous avons pris les 25èmes fils de chaque ligne comme fils isolés. Les fils 1 à 8 occupent le 1er octet de ligne, 9 à 16 le 2ème octet, et 17 à 24 le troisième.

IV.3.a.6 Réalisation

Le câblage a été réalisé par les tréfileries de Xertigny ainsi que la pose des blocs afficheurs, des armoires et des blocs poussoirs selon les directives de l'ISEN.

La réalisation des cartes interfaces étudiées par l'ISEN a été confiée à la Société France Log. Le boîtier entrées-sorties a été réalisé par l'ISEN.

IV.3.b Les traitements

IV.3.b.1 Réalisation

Le programme de gestion de casse était déjà écrit pour une implantation sur picolog avec un interpréteur pascal UCSD. Le problème de temps réel a conduit à l'abandon de cette version pour un pascal compilé MT + interruptible.

Ce programme a été modifié pour être compilable avec la version de MT + disponible sur Sil'Z : déclaration locale des indices de boucles pour remaniement des procédures trop longues et des modules trop longs.

La taille du programme résultant était beaucoup trop importante pour le Sil'Z, il a donc été nécessaire de procéder à une découpe du programme en tronçons suffisamment courts pour être exécutables.

Le lien entre ces tronçons, se faisant par chaînage, a remis en question toute la structure du programme.

La partie du programme temps réel ne pouvait absolument pas suivre la règle du chaînage. Elle est résidente en mémoire centrale. Elle a donc été chargée dans la partie haute de la mémoire centrale avec l'ensemble des données globales de l'application.

La taille des programmes généraux chaînés a donc été fortement limitée pour ne couvrir que les positions 100 H à 5000 H de la mémoire centrale.

Plusieurs problèmes ont été soulevés durant cette étude :

- La génération d'interruptions Z 80 en pascal MT +.
- L'appel de procédures assembleur.
- Le chaînage.
- L'écriture de données sur disquettes.
- L'impression en pascal.

Nous décrivons ci-après le programme réalisé et modifié.

IV.3.b.2 Description détaillée du système

Le temps réel

1) Prise des informations

Toutes les dix secondes, le système teste les entrées et mémorise leur état.

Toutes les minutes, le système décide si les fils tournent ou ne tournent pas à partir des 6 tests effectués dans la minute écoulée. Il incrémente l'heure et le temps de production ou de panne. Il affiche les fils en panne.

Toutes les dix minutes, il calcule les rendements ouvriers pondérés et les affiche, puis les rendements vrais de la ligne.

2) Les causes des pannes

L'ouvrier signale par le bouton poussoir la cause de panne :

- changement de production,
- absence de commande,
- manque de provision,
- panne électrique ou mécanique.

En cas de mise en essai d'un fil ou d'arrêt d'essai, l'ouvrier doit appuyer sur le bouton changement de production. En cas d'absence, c'est l'opérateur qui tape au clavier le numéro de ligne masquée.

Au retour, l'ouvrier signale sa présence en appuyant sur l'un des poussoirs. Dès la pression sur le poussoir, le système comptabilise le temps écoulé depuis l'arrêt du fil sur le type de panne indiqué et ce jusqu'à la remise en marche du fil. Il efface ensuite le fil indiqué pour passer au suivant et recalcule les rendements.

3) Les tranches horaires

Durant un poste sont définies quatre tranches horaires maximum affectant au rendement ouvrier une pondération choisie à l'avance en initialisation. En fin de tranche, les compteurs intermédiaires sont remis à zéro pour initialiser la tranche suivante.

Ces pondérations affectent le numérateur et le dénominateur du rendement ouvrier. Seules les valeurs relatives entre les diverses tranches sont alors significatives et non leur valeur absolue.

4) Les postes

A chaque fin de poste les temps de panne, les rendements ouvriers et les rendements vrais sont cumulés pour les éditions journalières hebdomadaires et mensuelles.

Les remises à zéro pour éditions hebdomadaires et mensuelles sont exécutées à la fin de l'édition. Si celle-ci n'est pas effectuée avant la fin du premier poste de la tranche suivante, les résultats de ce poste sont comptabilisés dans l'édition et en rendent les résultats inexacts.

Pour l'édition journalière, les informations du poste correspondant de la veille sont perdues.

Le programme principal

1) Les initialisations

L'opérateur doit entrer un certain nombre d'informations générales concernant l'utilisation du système, les personnes travaillant sur les lignes, les possibilités et les catégories de traitement sur les fils. Il peut aussi compacter les informations pour gagner de la place.

2) Les assignations

L'opérateur décide d'allouer un fil à une production dont il donne les références, d'attribuer un ouvrier à la ligne, de masquer une ligne en cas d'absence de l'ouvrier, de déclarer un fil en essai ou un essai terminé.

Il peut à tout moment visualiser l'état du système.

3) Les éditions

L'opérateur doit demander les éditions durant les périodes de validité : les impressions journalières, hebdomadaires et mensuelles ne sont valables que pendant le premier poste de la tranche suivante. Les informations toutes les 10 minutes sont à demander au maximum 16 heures avant le début du test.

Les éditions de la production ne sont pas verrouillées mais ne prennent en compte que les ordres de production déclarés terminés par une fin de convoi depuis le dernier compactage.

Informations délivrées

Toutes les 10 minutes, le rendement pondéré ouvrier s'affiche dans l'atelier. A la demande de l'utilisateur au clavier, ce rendement peut être imprimé avec le rendement vrai de chaque ligne. Tous les jours, les rendements ouvriers et les rendements vrais sont imprimés à la demande de l'opérateur durant le premier poste du lendemain.

Si un ouvrier s'est absenté durant le poste, on imprime son heure de départ, de retour, et les rendements ouvrier avant et après absence. Est imprimé en même temps le tableau récapitulatif des pannes et aléas par poste.

Toutes les semaines, à la demande de l'opérateur, est édité un tableau récapitulatif des pannes par type, une moyenne de rendements vrais, le pourcentage des temps de panne et les rendements ouvrier par poste.

Tous les mois, à la demande de l'opérateur, est édité le rendement vrai pour chaque ligne, le total des pannes par type

et par ligne, et le rendement ouvrier avec le nombre de postes travaillés.

A la demande de l'opérateur, un tableau récapitulatif des ordres de productions réalisés par ligne est imprimé ou l'état actuel de la production est visualisé à l'écran.

IV.3.b.3 Organisation des données

Il est possible de regrouper les données en plusieurs ensembles selon l'utilisation des variables. La validité des informations dans cette application temps réel nécessite des mémorisations redondantes avec les variables de travail, ce qui alourdit considérablement l'ensemble des variables utilisées.

Variables d'initialisation

Elles constituent la base de données pour les autres variables.

BOBINE, CONDIR, QUALITE : repèrent en 4 lettres les caractéristiques des ordres de production.

ROPRIM, NOM catalogue des ouvriers

NBFIC nombre de fils par ligne

HSAM, HLUND, HNORM types de pondérations et tranches horaires

FERIE prochains jours fériés

NBJ nombre de jours par mois pour calcul de la date

PANTEXT type de panne en deux lettres

Ordres de production

FAB . ORDFAB description de l'ordre par l'article

. ENCOURS définit si l'ordre est en production

. PREVUE production prévue pour l'ordre

FABJ repère du nombre d'ordres lancés

FABMENS . INDORD repère par ligne les productions référencées

FAB . CUMUL cumul de la production par ligne

MENSJ repère d'occupation

MENSAFFECT, PREV repère par fil l'indice de l'ordre affecté ou prévu

ATT cumul des temps de production non encore affectés

Organisation des ouvriers

EFFECT indique les ouvriers travaillant sur les lignes par poste.

Variable indiquant le temps

AUJOUR, HACT date et heure actuelle
 JSEM jour de la semaine 1 à 7
 POST TRH indicateur de poste et tranche horaire en cours
 JF, DIM, SAM, LUND indicateurs de jours particuliers
 EXAM, PVI, TPER, PBP variables des routines assembleurs
 H pondération en cours Calcul des rendements
 CG1, GG2, CPAG compteurs de minutes
 V, D, NMEMO, DMEMO numérateurs et dénominateur pour le calcul du rendement pondéré
 ROP, RV rendements pondérés et ouvriers
 TCPO TCPA cumuls de temps par fil
 TEST test des fils toutes les 10 secondes

Organisation des pannes

BAT BAZAC repère la panne indiquée par poussoirs
 ESSAI ESSAI 1 repères des fils en essais
 FILEP TOPF file des fils en panne à afficher
 PAN compteur de panne dans le poste
 MASK indicateur d'absence du personnel
 PARTI heure d'absence, de retour et rendement ouvrier en cas d'absence

Organisation des éditions

AEDIT MEDIT repère de date pour éditions mensuelles
 DATS repère de date pour éditions hebdomadaires
 NBIMP nombre d'impression demandé
 IMP1, IMP3, IMPJ, IMPS, IMPM indicateurs d'impression
 PARTIEL rendements partiels

REND1		rendements journaliers
PANOUV		pannes
RVS	}	
MBPS		
ROS		hebdomadaires
PANS		
RVM	}	
NBPM		
ROPRIM		mensuelles
PANM		



IV.3.b.4 Les programmes

La partie temps réel résidente en mémoire centrale est maître du travail automatique et réalise la plus grande part des calculs. Elle travaille sous interruption tandis que le programme principal s'occupe du dialogue avec l'opérateur.

Nous ne détaillerons pas tous les programmes utilisateurs. Ils sont au nombre de 12:

TEMPREEL le plus important travaille sous interruption
 XER l'initialisation du système
 MENUGEN l'aiguillage central
 DKSAVE la sauvegarde des informations
 INI, DGENE les initialisations de variables
 AS, VI les assignations
 EDIT, EDITD les éditions
 EDITH, EDITM

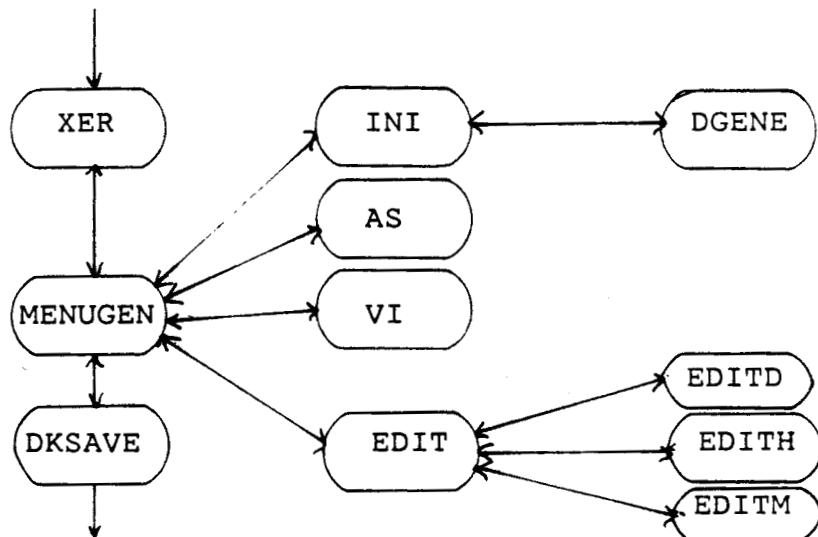


Figure IV.3 : Structure des chainages de programmes

IV.4 CRITIQUE DU DISPOSITIF

Afin de tirer le maximum de l'expérience réalisée par la mise en place et le fonctionnement de ce dispositif, nous nous attacherons à faire un relevé critique de l'ensemble des points étudiés au cahier des charges.

IV.4.a Fonctionnement du matériel.

IV.4.a.1 La saisie en atelier.

Deux points positifs sont à mentionner:

- Le dialogue entre l'ouvrier et le système
- La position des éléments dans l'atelier

Trois points sensibles ont été décelés dans le système de saisie des informations :

- la résistance à la corrosion
- le câblage
- les cartes interface

Les vapeurs acides attaquent particulièrement les chromes des boutons poussoirs qui deviennent inutilisables. Leur remplacement régulier règle cette question. Le reste de l'installation résiste bien à cette corrosion.

Le câblage entre les armoires utilise de la paire torsadée téléphonique rigide. Ce câble est économique et d'emploi courant mais il présente une grande fragilité aux abords des connecteurs. Les vibrations auxquelles sont soumis les borniers d'atelier entraînent de nombreuses ruptures de ces fils.

Les informations fournies au site central sont alors erronées. La réparation de ces déconnexions n'est pas commode pour deux raisons :

- le repérage du fil cassé n'est pas aisé
- les interventions peuvent entraîner d'autres ruptures.

Les pertes d'information liées à ces ruptures ont une influence sur les résultats que le système doit fournir.

Les tests ont mis en évidence des défaillances des cartes d'interface des génératrices tachymétriques. Celles-ci sont dues à des surtensions que fournissent les génératrices tachymétriques lors de certains incidents, ce qui n'était pas prévu au cahier des charges.

Il faut également signaler que la prise d'information à partir de la génératrice tachymétrique de régulation de vitesse de la bobineuse provoque un couplage entre les deux systèmes.

Ceci entraîne des variations de vitesse lors de la connexion ou la déconnexion des cartes d'interface. Ces défauts de carte entraînent également des pertes d'information.

IV.4.a.2 Le système central

Le micro-ordinateur employé est de conception robuste mais n'est pas adapté à un fonctionnement permanent.

Les points faibles sont :

- les pannes générales
- les disquettes

Les pannes, généralement considérées comme mineures par un utilisateur placé devant la console deviennent désastreuses en fonctionnement autonome.

Le système d'exploitation CP/M stoppe l'exécution du programme à la moindre erreur détectée. Le programme temps réel est alors stoppé et les informations sont perdues jusqu'à ce que le responsable relance l'exécution du programme.

Les unités de mémoire de masse sont des disquettes. Or le logiciel est d'une taille importante, ce qui a nécessité un découpage en modules et donc entraîne de nombreux accès à ces disquettes.

La fiabilité des disquettes n'est pas suffisante pour assurer le bon fonctionnement du programme sur une durée d'une semaine. Les pannes du système entraînent des interventions dont les délais restent longs quelle que soit l'organisation mise en place pour les réduire.

IV.4.b Fonctionnement du logiciel

Deux points sont à considérer dans cette partie :

- le fonctionnement général du programme
- le dialogue opérateur

IV.4.b.1 Fonctionnement général

Les temps de mise en place du système ont introduit des modifications du cahier des charges, par exemple le nombre de postes par semaine. Ces variations de la structure du programme, imprévues au départ, ont été très lourdes à mettre en place et sont source d'erreurs d'exécution entraînant des reprises du logiciel.

Un certain nombre de modifications de ce type ont été effectuées, amenant le système à un degré de performance acceptable mais de maniement lourd. D'autres modifications sont à prévoir pour obtenir un programme optimal.

Le découpage du programme, réalisé sur la base de la présentation des menus ne paraît pas judicieux pour isoler les fonctions de base. De même, la gestion des différentes variables par rapport au temps n'est pas suffisamment structurée pour une telle application.

IV.4.b.2 Dialogue opérateur

La structure adoptée est basée sur l'utilisation de menus successifs avec de nombreuses demandes de confirmation. Ce choix a été fait pour rendre le système accessible pour des utilisateurs n'ayant pas l'habitude de l'informatique.

Cette technique est bien adaptée dans le cas général. Pour certaines fonctions nécessitant des saisies plus importantes, ce mode est un peu lourd mais reste acceptable.

La mise en place en vraie grandeur du système a révélé des lacunes de présentation de tableau dont la dimension avait été sous estimée à la conception. L'utilisateur désirerait en effet disposer de tri pour ces tableaux, ce qui n'a pas été prévu au cahier des charges.

IV.4.c Conclusion sur le prototype

Compte tenu de l'ensemble des points faibles que nous avons constatés et de l'évolution des équipements informatiques depuis 1979, il semble préférable de reprendre l'étude à la conception. Pour obtenir une vue d'ensemble des problèmes nous pouvons les regrouper en trois thèmes :

- la fiabilité
- la maintenabilité
- l'évolutivité

La fiabilité remet en cause les choix de matériel utilisé et de structure générale du logiciel. L'évolution technologique permet actuellement d'envisager des équipements de saisie plus adaptés ainsi que des aides à la programmation.

La maintenabilité porte plus particulièrement sur le logiciel. Celui-ci doit tenir compte des arrêts possibles du système de saisie sans porter préjudice aux résultats à fournir. D'autre part, sa structure interne devra être pensée de manière à faciliter sa mise au point.

L'évolutivité porte sur l'ensemble du système. Celui-ci devra être capable de suivre l'évolution de la structure de l'atelier d'une part, et de l'organisation de l'usine d'autre part. Ceci nécessite soit de paramétrer de manière systématique tout ce qui dépend de l'environnement, soit de simplifier le système pour qu'il devienne modifiable rapidement ou même pour que les modifications soient sans objet.

Ce prototype a mis en évidence un certain nombre de points sensibles dans la mise en place de tels systèmes. Il en a démontré l'intérêt et la faisabilité ce qui est sa fonction.

TROISIEME PARTIE

PROPOSITION D'UN NOUVEAU SYSTEME

A partir de cette première expérience mettant en évidence une faible adéquation entre le système mis en place et les fonctionnalités attendues, nous avons choisi d'élaborer un nouveau cahier des charges en respectant les points suivants:

- Imposer une phase d'analyse au cours de laquelle on interdit toute recherche de solution. Il s'agit de comprendre le problème posé, la créativité n'intervient que dans un second temps.

- Elargir l'étude à l'organisation générale sans la restreindre à une informatisation de poste de travail. C'est à cette condition qu'est soumise l'intégration du système.

La démarche que nous suivrons consiste à analyser (chapitre 5), puis à concevoir (chapitre 6).

L'analyse se déroule en trois phases:

- Recueil des informations
- Analyse des besoins
- Relation avec le processus

La conception comporte quatre rubriques:

- Le choix des mesures
- La définition des stockages et traitements
- La définition du matériel
- L'installation

Cette partie constitue le cahier des charges de la nouvelle application. Elle comporte tous les renseignements nécessaires à la conception détaillée du système qui peut être reprise par une nouvelle équipe sans risque d'erreurs.

V ANALYSE DU SUIVI

V.1 ANALYSE D'ENSEMBLE

V.1.a La collecte d'informations

V.1.b Structuration de l'organisation

V.2 LES BESOINS D'INFORMATION

V.2.a Le planning

V.2.b La comptabilité

V.2.c Le contremaître

V.2.d Synthèse des besoins

V.3 LA SAISIE DANS L'ATELIER

V.3.a Modélisation de l'atelier

V.3.b Analyse de la productivité

V.3.c La mesure de la production

V.3.d Synthèse de la saisie

V.4 CONCLUSION

V ANALYSE DU SUIVI

Nous avons présenté dans le chapitre II les méthodes couramment employées en gestion de production. Nous avons terminé ce chapitre en présentant comme exemple la modélisation des tâches de gestion de l'atelier par le contremaître.

Elle met en évidence l'importance des activités de suivi de production mais est trop succincte pour permettre de définir de manière rigoureuse un suivi optimal.

Pour mener à bien cette tâche, nous allons d'abord réaliser une analyse globale de l'usine de manière à bien situer le contexte général. Nous analyserons dans une deuxième phase les besoins de chacun en informations pertinentes.

Dans un troisième temps nous étudierons la meilleure manière de fournir ces informations à partir de mesures prises dans l'atelier.

V.1 ANALYSE D'ENSEMBLE

Pour obtenir une vision globale de l'entreprise nous procéderons en deux temps :

- Collecte d'un maximum de renseignements concernant le suivi de production.
- Structuration des informations recueillies.

V.1.a La collecte d'informations

Nous avons utilisé la méthode MERISE dont nous donnons la représentation tâche-document de l'analyse de l'existant. Les responsables interviewés sont les suivants :

- l'agent de planning
- le contremaître
- le contrôleur
- le responsable de la maintenance
- le comptable

Certains intervenants n'ont pas été interrogés comme l'ouvrier dont la tâche n'est que très faiblement liée aux

documents. Il en est de même pour le laboratoire qui n'intervient pas directement sur le suivi.

Nous obtenons en un ensemble restreint de schémas une bonne vision des traitements de gestion de production. Ils sont présentés sur les figures V.1 à V.5.

- L'agent de planning (figure V.1)

Cinq tâches constituent l'essentiel de son travail.

L'agent classe les commandes pour prendre connaissance des délais demandés par les clients, puis il planifie selon trois horizons: le mois, la semaine, le jour. Il tient à jour les stocks de produits finis et en cours.

La planification est l'opération centrale de son travail. Elle fait intervenir:

- Des données commerciales
- Des données techniques (gammes, vitesses)
- Le planning à bande
- Des états de stock et fiches suiveuses

- Le contremaître (figure V.2)

Il travaille à partir d'un grand nombre de documents liés à la circulation et au suivi des ordres de fabrication. Pratiquement tous les services sont émetteurs ou destinataires d'informations en provenance de l'atelier.

Il répartit les tâches dans son atelier puis effectue les contrôles :

- Des en-cours
- De la productivité
- Des primes et rendements ouvrier
- Des pannes

- Le chef d'équipe (figure V.3)

En plus de l'encadrement des ouvriers, il est chargé de vérifier la qualité du produit et de régler les vitesses des machines. Il effectue également les pointages des fils en production et en arrêt.

- Le responsable maintenance (figure V.4)

Il est en contact avec l'atelier par le jeu des demandes d'intervention et des interventions. En dehors de ce lien, le service gère en autonome le bon état du processus. Il utilise des outils informatiques qui lui sont propres.

Son travail consiste en la répartition des interventions en fonction des types de pannes et de la disponibilité de son

personnel, puis en la gestion de ces interventions: contrôle des temps passés, enregistrement, analyse ABC, gestion des stocks de pièces de rechange.

- La comptabilité (figure V.5)

Elle recueille l'ensemble des informations provenant des ateliers pour établir les primes ouvrier et les prix de revient des produits. Cette tâche est essentielle à la bonne marche de l'entreprise.

A partir de cet ensemble de représentations, nous constituons une première ébauche du dictionnaire de données en regroupant les documents (tableau V.1) et une première phase de la synthèse des traitements en regroupant les traitements (tableau V.2) .

Cet ensemble de vues et de tableaux constitue une base de renseignements. La communication entre l'analyste et les interviewés permet d'obtenir des compléments d'informations de manière à ne rien omettre.

PLANNING

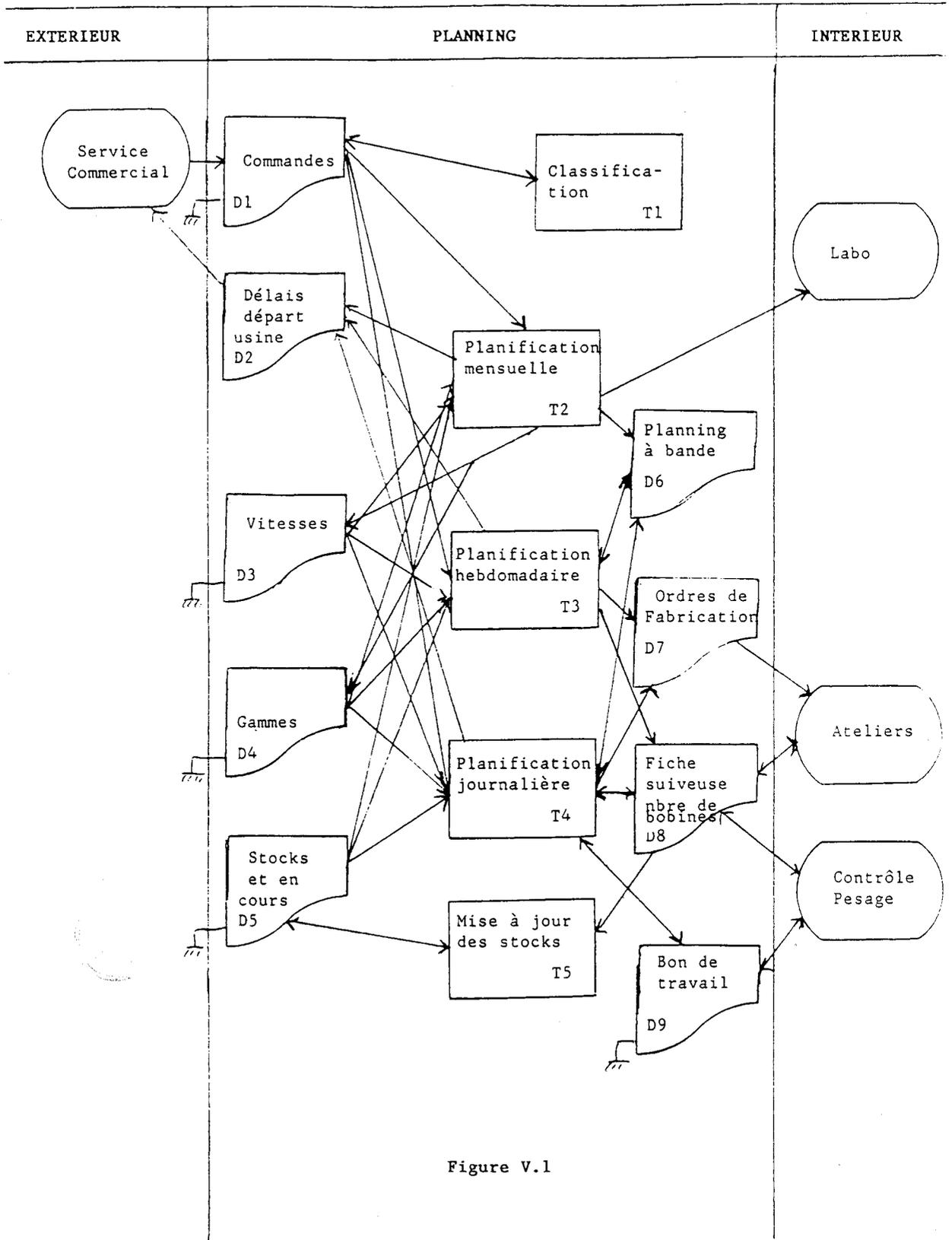


Figure V.1

CONTREMAITRE

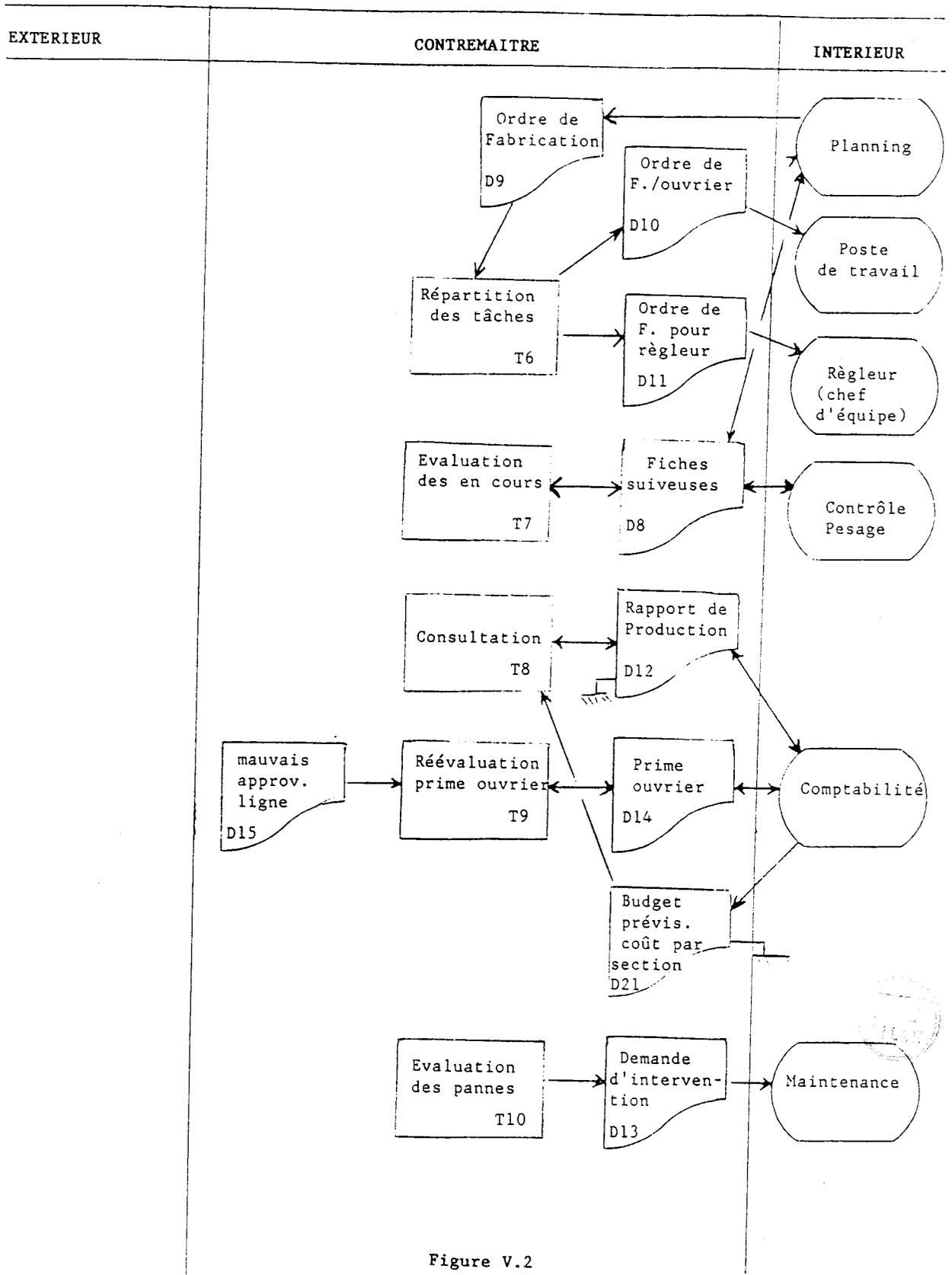


Figure V.2

C O N T R O L E U R (Chef d'équipe)

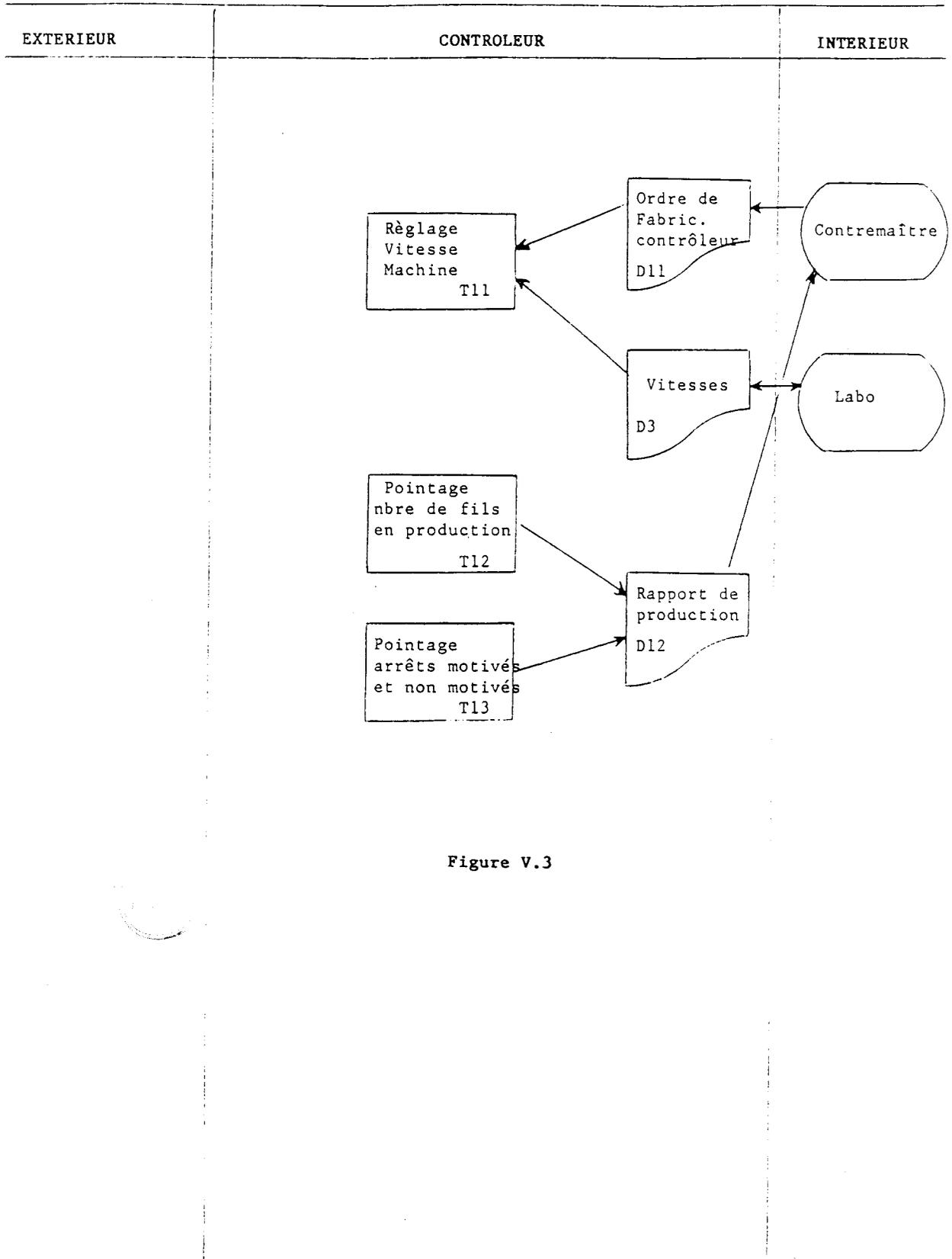


Figure V.3

RESPONSABLE MAINTENANCE

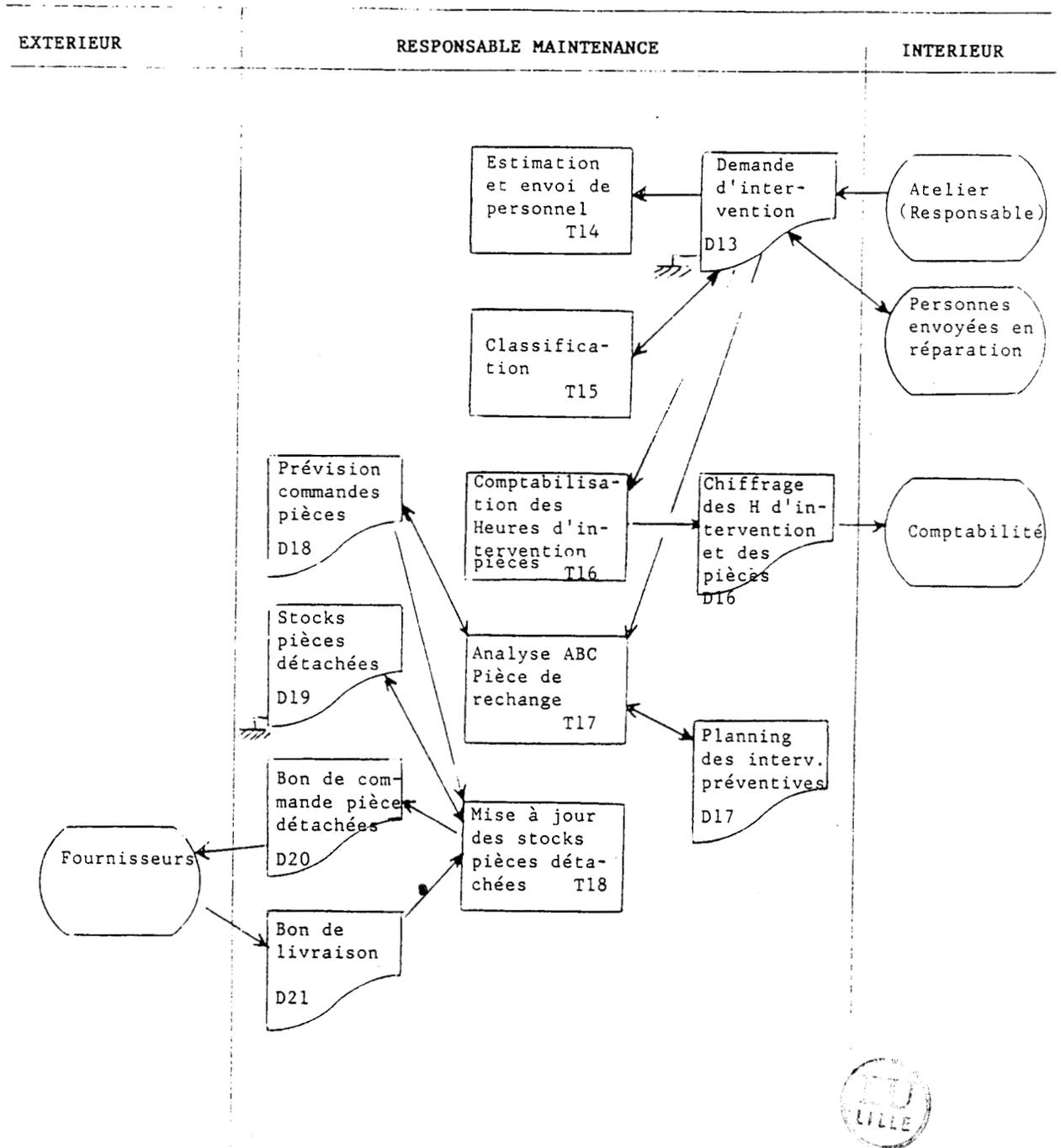


Figure V.4

COMPTABILITE

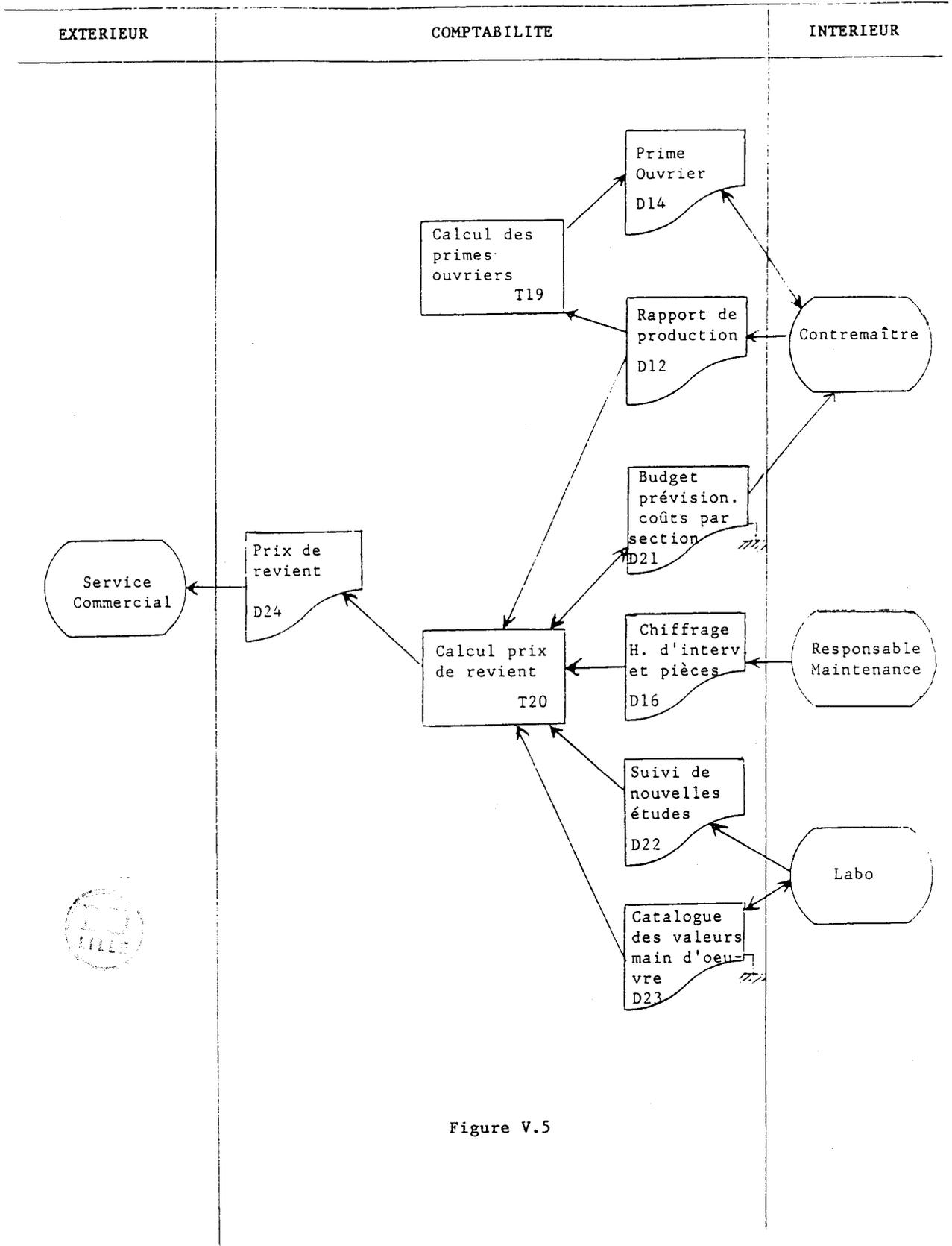


Figure V.5

DOCUMENTS

Notation	Description	Tâches en jeu
D1	COMMANDES Fournies par le service commercial Comporte une référence, gamme, délai, quantité	T1 T2 T3 T4
D2	DELAI DEPART USINE Envoyé au service commercial Fixé et mis à jour par la planification Comporte la référence commande et délais départ usine	T2 T3 T4
D3	VITESSE Tableau de réglage des vitesses de machines suivant le diamètre de fil et type de machine. Complété à chaque nouvelle gamme de fabrication	T2 T3 T4 T11
D4	GAMMES Référence de toutes les tâches à accomplir sur le produit	T2 T3 T4
D5	STOCKS Etat des stocks	T2 T3 T4 T5
D6	PLANNING A BANDES Porte les prévisions de production, debut et fin.	T2 T3 T4
D7	ORDRES DE FABRICATION Définition des tâches à accomplir sur une production avec quantités et délais	T3 T4
D8	FICHES SUIVEUSES Permettent de porter l'avancement des O F par jour.	T3 T4 T5 T7
D9	BON DE TRAVAIL Porte l'historique d'un convoi numéro, poids, article, ...	T4 T6
D10	ORDRE DE FABRICATION PAR OUVRIER Quantité à produire, type d'entrée et sortie de bobine.	T6
D11	ORDRE DE FABRICATION PAR REGLEUR Type de fil et répartition de fils	T6 T11

D12	RAPPORT DE PRODUCTION Relevé des fils en marche et arrêts de production Cumuls et moyennes par semaine	T8 T12 T13 T14 T19 T20
D13	DEMANDES D'INTERVENTIONS Destinées à demander et suivre les interventions de maintenance	T10 T14 T15 T16 T17
D14	PRIME OUVRIER Taux de prime mensuelle accordée	T9 T19
D15	MAUVAIS APPROVISIONNEMENT LIGNE Estimation du contremaître pour la charge de l'ouvrier	T9
D16	CHIFFRAGE DES HEURES D'INTERVENTIONS ET PIECES Comptabilité de la maintenance	T16 T20
D17	PLANNING DES INTERVENTIONS PREVENTIVES Gestion de la maintenance	T17
D18	PREVISION DES COMMANDES DE PIECES	T17 T18
D19	STOCK DE PIECES DETACHEES	T18
D20	BON DE COMMANDE DE PIECE	T18
D21	BUDGET PREVISIONNEL Répartition des coûts de produit par section	T8 T18 T20
D22	SUIVI DES NOUVELLES ETUDES En liaison avec les clients	T20
D23	CATALOGUE DES VALEURS MAIN D'OEUVRE	T20
D24	PRIX DE REVIENT Réparti par article	T20

TABLEAU V.1 Les données



TACHES				
Tâche	Descriptif	Frequence	Entrées	Sorties
T1	CLASSIFICATION des commandes par type d'article	mois	D1	D1
T2	PLANNIFICATION MENSUELLE Commandes long terme	mois	D1 D3 D4 D5	D2 D6
T3	PLANIFICATION HEBDOMADAIRE Composition des O.F.	sem.	D1 D3 D4 D5 D6	D2 D6 D7 D8
T4	PLANIFICATION JOURNALIERE Commandes court terme et suivi des retards	jour	D1 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9	D2 D6 D7 D8 D9
T5	MISE A JOUR DES STOCKS Matières rebutées récupérables	jour	D8 D9	D5
T6	REPARTITION DES TACHES Aux ouvriers et régleurs	jour	D9	D10 D11
T7	EVALUATION DES EN COURS Réunion avec le planning	jour	D8	D8
T8	CONSULTATION de l'état de la production	sem.	D12 D21	D12
T9	REEVALUATION DES PRIMES Correction manuelle pour mauvais approvisionnement	mois	D14 D15	D14
T10	EVALUATION DES PANNES Appel éventuel maintenance	inst.		D13
T11	REGLAGE VITESSE MACHINE Fonction du fil traité	tout ordre	D11 D13	
T12	POINTAGE DES FILS EN ARRET Imputables ou non à l'ouvrier	1H30		D12



T13	CONTROLE DES BOBINES Suivi des productions	1H30		D8
T14	ENVOI DE PERSONNEL En fonction del'arret	dem.	D13	
T15	CLASSIFICATION des pannes	dem	D13	D13
T16	COMPTABILISATION DES HEURES ET PIECES	mois	D13	D16
T17	ANALYSE ABC DES PIECES pour maintenance préventive	mois	D13 D17 D18	D17 D18
T18	TENUE DU STOCK DE PIECES	dem	D18 D19 D21	D19 D20
T19	CALCUL DES PRIMES OUVRIERS à partir des rendements	mois	D12	D14
T20	CALCUL DES PRIX DE REVIENT global usine	mois	D12 D16 D21 D22 D23	D21 D24

TABLEAU V.2 Les tâches



V.1.b Structuration de l'organisation

A partir des renseignements recueillis, nous pouvons donner une structure générale de l'entreprise qui nous aidera à préciser les rôles de chacun. La figure V.6 nous en donne une représentation SADT.

Dans ce schéma structuré de l'organisation, nous n'avons pas détaillé les ateliers pour mieux faire ressortir la structure des services annexes.

Le laboratoire apparaît comme le sommet de l'organisation. Il est chargé, d'une manière générale, du produit et de tout ce qui est lié à sa qualité.

Il intervient de deux façons distinctes :

- par la mise au point des gammes de fabrication. Celles-ci sont fournies au service planning pour entrer dans la chaîne de production.
- par le contrôle de la qualité du produit. Tout au long de la chaîne de traitement.

Cette double fonction permet au laboratoire de perfectionner sur le terrain le savoir-faire de l'entreprise.

Le planning élabore, à partir des commandes et de la gamme, les ordres de fabrication pour chaque opération. Il est chargé de la coordination dans le temps de ces opérations.

Les ateliers sont les lieux où transite la matière, mais ils sont également les lieux de passage de l'information provenant des services annexes ou à leur destination. C'est à ce stade que se crée la différence entre ce qui est prévu et ce qui est réalisé. Ceci nécessite, en retour vers l'agent de planning, une information la plus juste possible.

ORGANISATION DE L'USINE

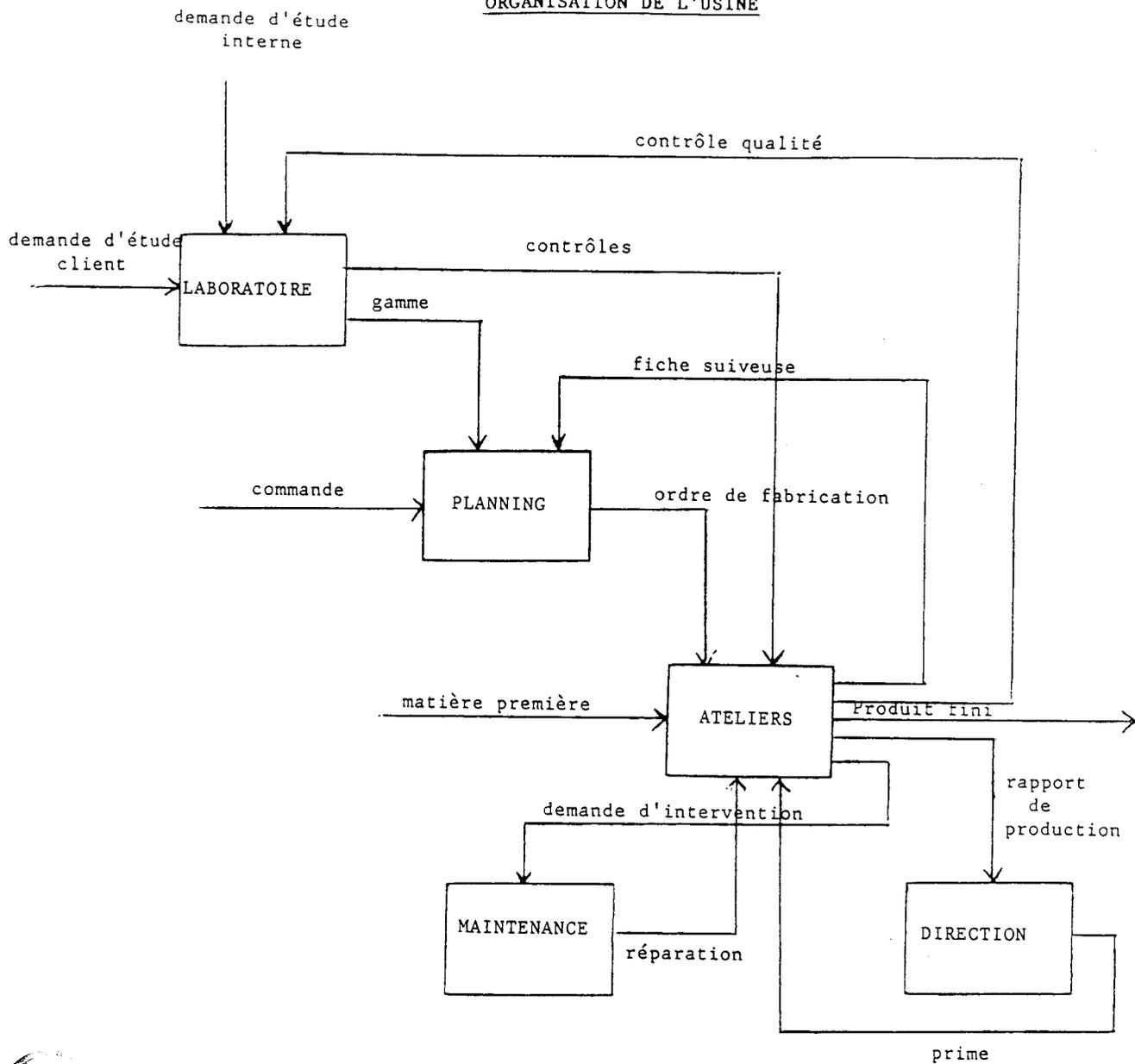


Figure V.6

La maintenance est chargée du bon état du processus et intervient comme soutien de la production. Elle est également chargée de sa rénovation.

La direction connaît les performances de son outil de production par les rapports de production. Elle intervient sur les hommes à l'aide de primes que la comptabilité calcule.

Ce schéma met bien en évidence la structure de la production. La planification est réalisée à partir des opérations de la gamme qui se déroulent dans des parties d'atelier différentes.

Il s'agit bien d'une gestion de production centralisée. Elle permet de gérer un grand nombre de chemins et apporte une grande souplesse pour l'élaboration de nouvelles gammes. Ce choix paraît donc judicieux. Les points clés sont le planning, les ateliers, la comptabilité c'est à dire la direction.

Les ateliers sont divisés en un certain nombre de sections dans lesquelles s'effectue une opération unique de la gamme. Ces sections regroupent des machines faiblement différentes les unes par rapport aux autres.

Le suivi de production doit conserver cette philosophie et donc se réaliser à partir des machines ce qui est le moyen le plus naturel de suivre les opérations.

Par ce suivi, il n'est par contre pas possible de gérer directement les transits entre postes de manière à éviter les erreurs d'aiguillage. Un étiquetage des bobines est réalisé dans ce seul but. Les étiquettes sont modifiées à chaque opération car il y a changement de bobine. Le recuit fait toutefois exception à cette règle.

Dans ces ateliers, il n'est donc pas possible de réaliser un suivi par identification directe d'un lot du début à la fin du processus.

En conclusion de ce paragraphe, nous pouvons faire ressortir une organisation générale du suivi par machine avec comme principal intéressé, le service planning qui est l'élément de contrôle de la coordination entre les services.

V.2 LES BESOINS D'INFORMATION

Les différentes personnes intervenant dans la production ont besoin d'informations pour accomplir leur tâche. Elles acquièrent celles-ci au travers des documents qui circulent ou par des communications orales entre personnes. L'objectif de ce paragraphe est de préciser ces besoins.

L'analyse de l'existant par la méthode MERISE que nous avons présentée au paragraphe précédent constitue une bonne base de réflexion mais reste trop superficielle. Elle nous permet de concentrer nos efforts sur les postes clés du suivi de production que sont l'agent de planning, le responsable d'atelier et le comptable.

Nous utiliserons la représentation SADT pour modéliser les tâches de ces trois acteurs de manière à répondre aux questions suivantes:

Quelle information faut-il mesurer?
A quelle fréquence les mesurer?
Avec quelle précision?

V.2.a Le planning

Le travail de l'agent de planning est de réaliser la coordination entre les ateliers. Le facteur temps est donc celui qui dirige son activité. Pour mettre à plat le fruit de son travail, il utilise un outil graphique élémentaire, le planning à bande.

Le descriptif tâche-document é laboré à partir de la méthode MERISE fait apparaître 5 tâches :

- la classification qui permet au responsable de mesurer le degré d'urgence des commandes.
- la mise à jour des stocks, qui lui permet de comptabiliser les produits réutilisables.
- la planification, qui est son travail fondamental et que l'on a découpé par horizon de traitement. Ce découpage n'apparaît pas comme fondamental dans la nature des traitements qu'il réalise, mais porte plus sur les objectifs visés.
- La planification mensuelle permet de réaliser un calcul de charge de l'usine qui est porté directement sur le tableau de bord de l'entreprise. Cette communication ne figure pas sur le diagramme car elle est transmise par voie orale.

Pour cette classification mensuelle, le mode de travail est également particulier car l'agent de planning réalise un placement des ordres de fabrication.

- La planification hebdomadaire conduit à fixer les postes pour la semaine, et donc contient un ajustement de capacité.

- La planification journalière correspond à l'ajustement des délais en fonction du suivi. Elle comporte l'ensemble des traitements de planification que doit effectuer l'agent de planning. C'est donc autour de cette tâche que s'organise son travail.

Un diagramme SADT de cette activité nous permet de mettre en évidence les liens qui existent entre les traitements. Ce diagramme est présenté sur les figures V.7 à V.10. La figure V.7 présente le diagramme global tandis que les figures V.8 à V.10 en détaillent les tâches de base

Elles présentent le suivi de production comme étant la première action que réalise l'agent de planning. Celui-ci met à jour le planning à bande en fonction des avances et retards de production. Les rebuts sont un cas particulier de ces avances et retards. La figure V.8 en donne le détail.

Après avoir réalisé cette opération, il intègre les nouvelles commandes en utilisant en priorité les stocks existants. Puis en éclatant et regroupant les commandes, il calcule les lots à produire (figure V.9).

La planification proprement dite (figure V.10) consiste à mettre à jour le planning à bande et à affecter les machines aux lots prévus.

A partir de ce diagramme, nous pouvons analyser le besoin d'information de l'agent de planning. Nous avons relevé trois informations de base.

En premier lieu, il utilise l'état d'avancement de la production. Le but étant de déterminer si les délais seront respectés. Il s'intéresse plus particulièrement à l'ensemble des lots en avance ou en retard.

Cette avance ou retard s'exprime en temps mais doit tenir compte des quantités produites par les différentes machines, ce qui ne peut se calculer sans la bonne connaissance du coefficient quantité/temps.

La fréquence de cette indication dépend du travail de l'agent de planning et donc de la fréquence de l'arrivée des commandes qui est journalière.

Nous pouvons également vérifier que celle-ci n'est pas incohérente avec la durée minimale des convois qui est de une semaine, et du temps de transit dans le processus de fabrication qui est également de l'ordre de la semaine. Une augmentation de cette fréquence est donc inutile.

Une erreur d'appréciation des avances et retards peut conduire :

- à une modification du planning trop fréquente, l'erreur est alors corrigée de jour en jour ;
- à un non-respect des délais, trop d'imprécision entraînant une appréciation retardée des dérives.

En second lieu, l'agent de planning doit connaître le plus rapidement possible l'état des rebuts.

Ceux-ci correspondent à des retards de production mais également à une consommation de matière. Le planificateur doit dans ce cas décider de la remise en production d'un lot complémentaire.

Cette opération peut entraîner un retard de fabrication de plus d'une semaine.

Une bonne précision sur la quantité est nécessaire pour :

- le calcul du complément à prévoir
- la tenue à jour des stocks.

En troisième lieu, l'agent de planning utilise la capacité réelle des machines pour calculer les temps de production et l'avancement des lots.

Cette grandeur varie en fonction des aléas de production de sorte que l'ensemble de son travail reste approximatif. L'augmentation de la précision de ce coefficient ne peut que rendre son travail plus efficace et plus précis.

Ce coefficient dépend de la capacité absolue de la machine et des aléas de production. Seule une étude statistique peut le renseigner sur ce point.

En conclusion, les trois informations nécessaires à l'agent de planning sont donc :

- les avances et retards de production ;
- l'état des rebuts ;
- le suivi des capacités réelles des machines.



Planning
Calvanisation

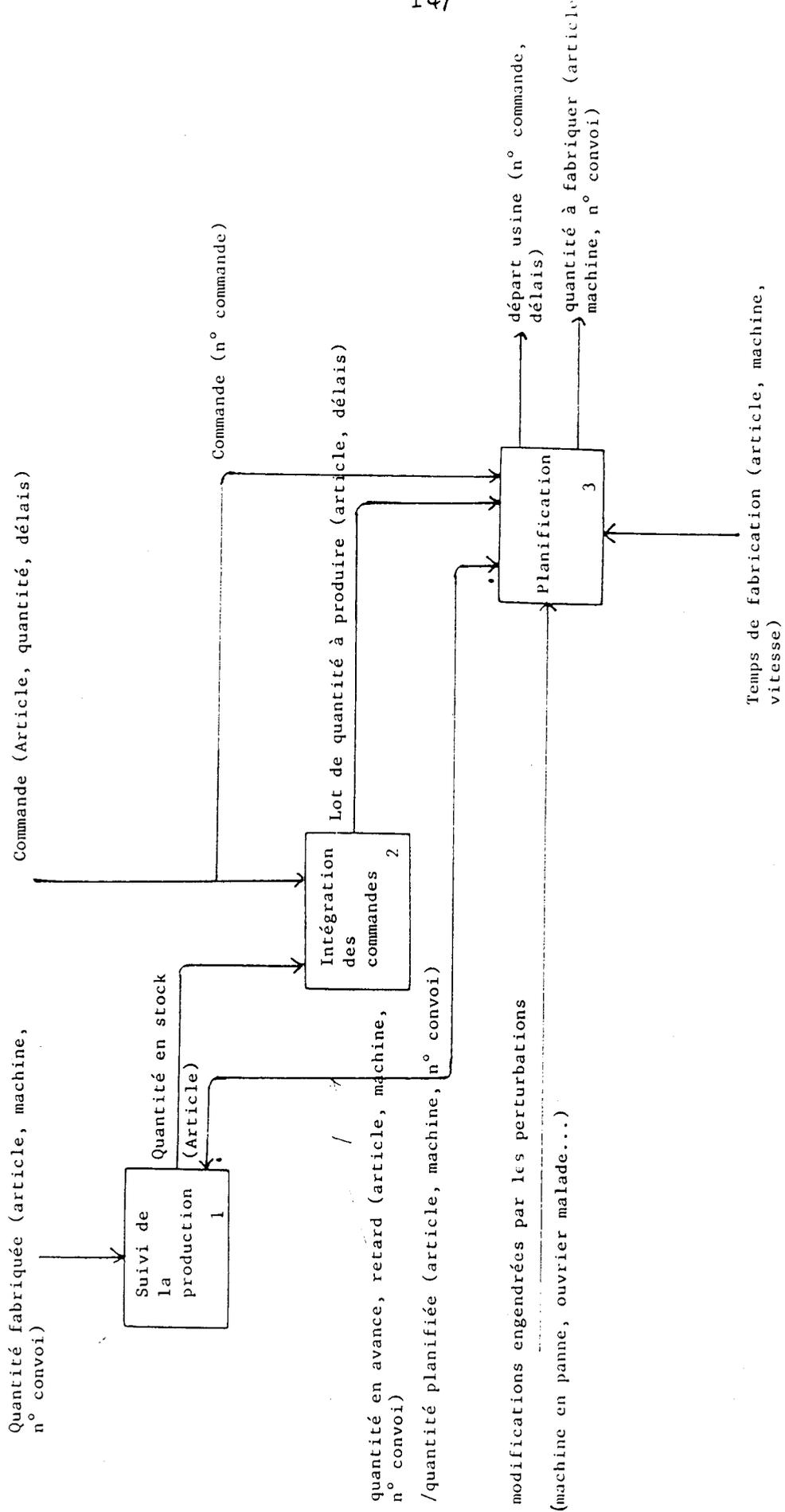


Figure V.7

SUIVI DE LA PRODUCTION

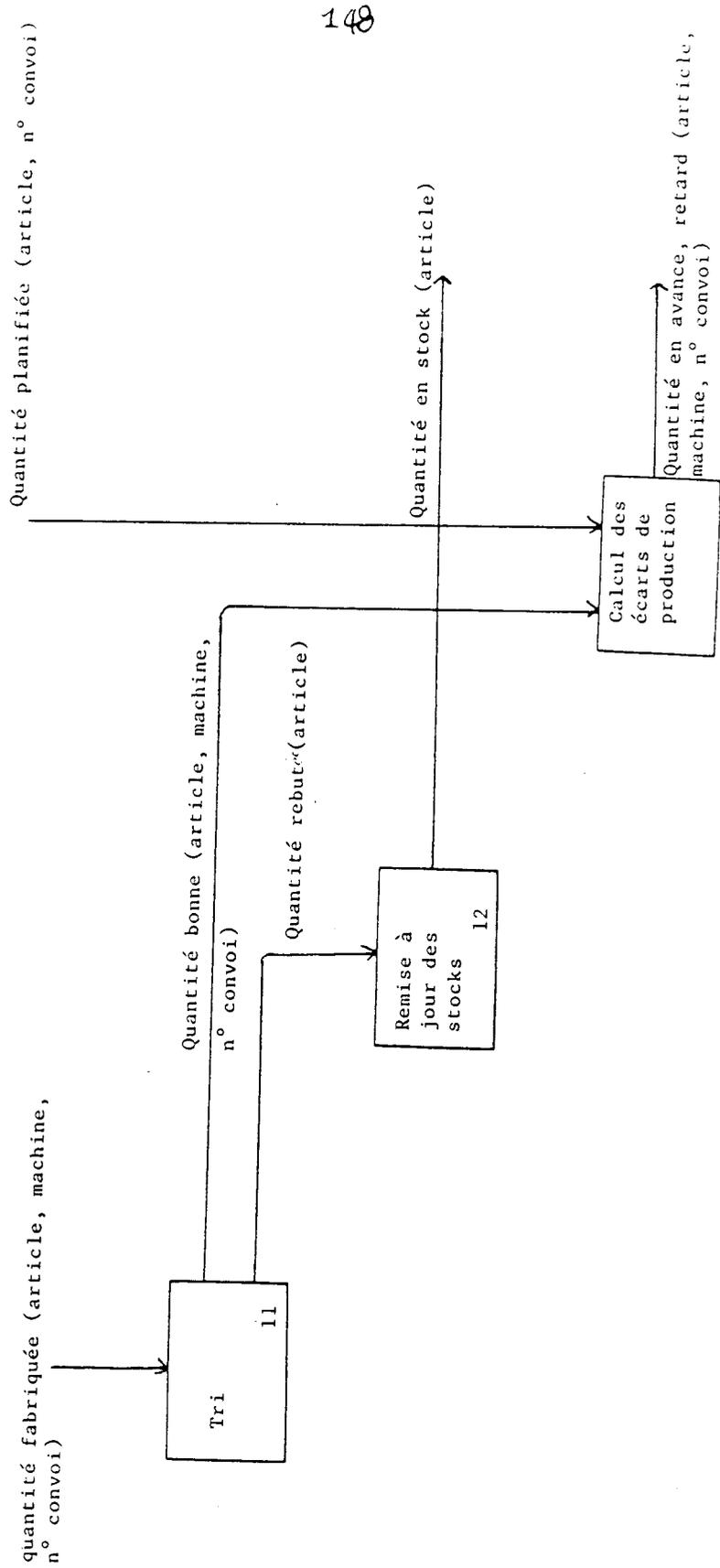


Figure V.8

INTEGRATION DES COMMANDES

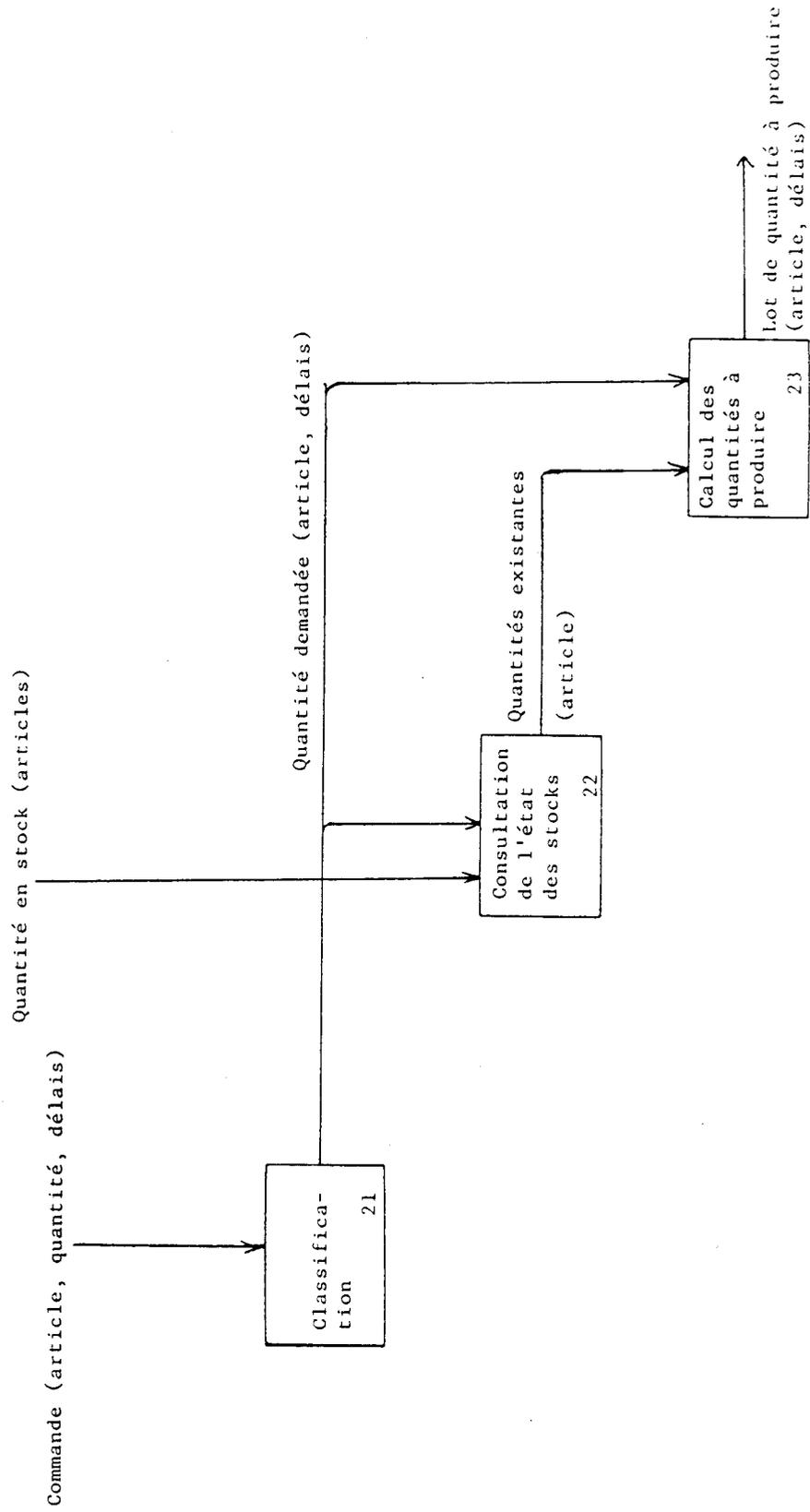


Figure V.9

PLANIFICATION

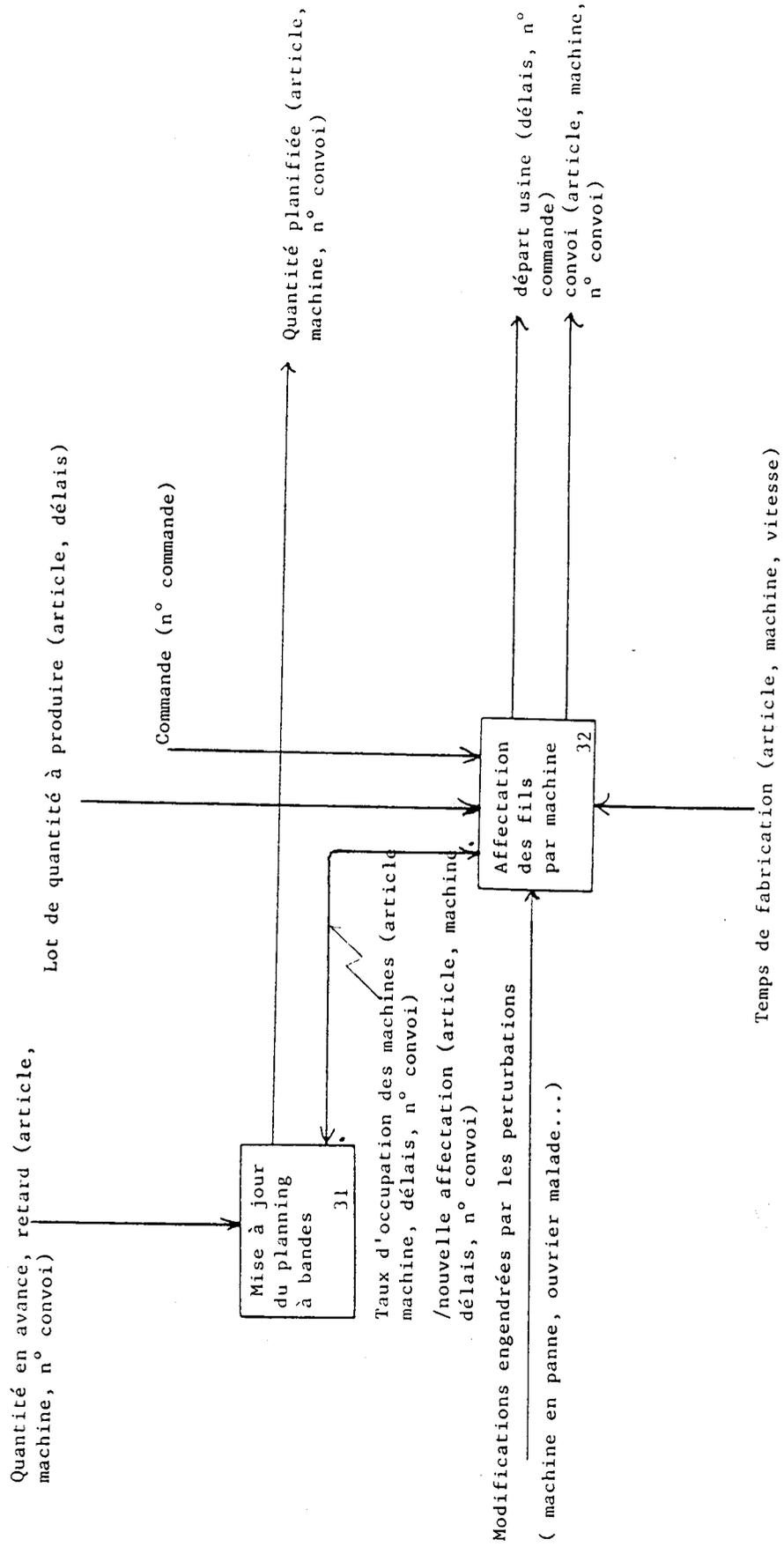


Figure V.10

V.2.b La comptabilité

Elle effectue tous les calculs relatifs à l'aspect financier :

- calcul des primes ;
- calcul du prix de revient par répartition des charges ;
- calcul des rendements.

Les figures V.11 à V.14 présentent le diagramme SADT de cette fonction décomposée en 4 tâches :

- le calcul des primes ouvriers ;
- la répartition des frais variables ;
- la répartition des frais fixes ;
- la sommation globale des frais.

Le calcul des primes, développé sur la figure V.12, est réalisé une fois par mois à partir du relevé des heures théoriques et réalisées ainsi que des arrêts. A partir des pointages, on effectue en plusieurs temps le calcul du rendement, puis un barème donne le montant de la prime.

Les frais variables (figure V.13) sont élaborés à partir des primes, de la consommation d'énergie, de consommables, de l'intervention de l'entretien. La répartition est réalisée à partir de la gamme de fabrication.

Les frais fixes (figure V.14) sont répartis en fonction des quantités produites. A ceux-ci viennent s'ajouter les salaires des ouvriers.

Ces opérations dépendent d'un certain nombre de coefficients de valorisation agissant sur :

- les quantités produites ;
- les temps machine ;
- les temps de main d'oeuvre.

Ce sont donc ces divers temps de production qui constituent les informations de base sur lesquelles la comptabilité travaille.

La fréquence de ces calculs est de un mois, elle est fonction du calcul des primes mais également de la demande de la direction générale.

Les conséquences des erreurs et imprécisions des relevés ne sont pas très importantes dans la mesure où le nombre des pointages est suffisant pour obtenir un bon moyennage.

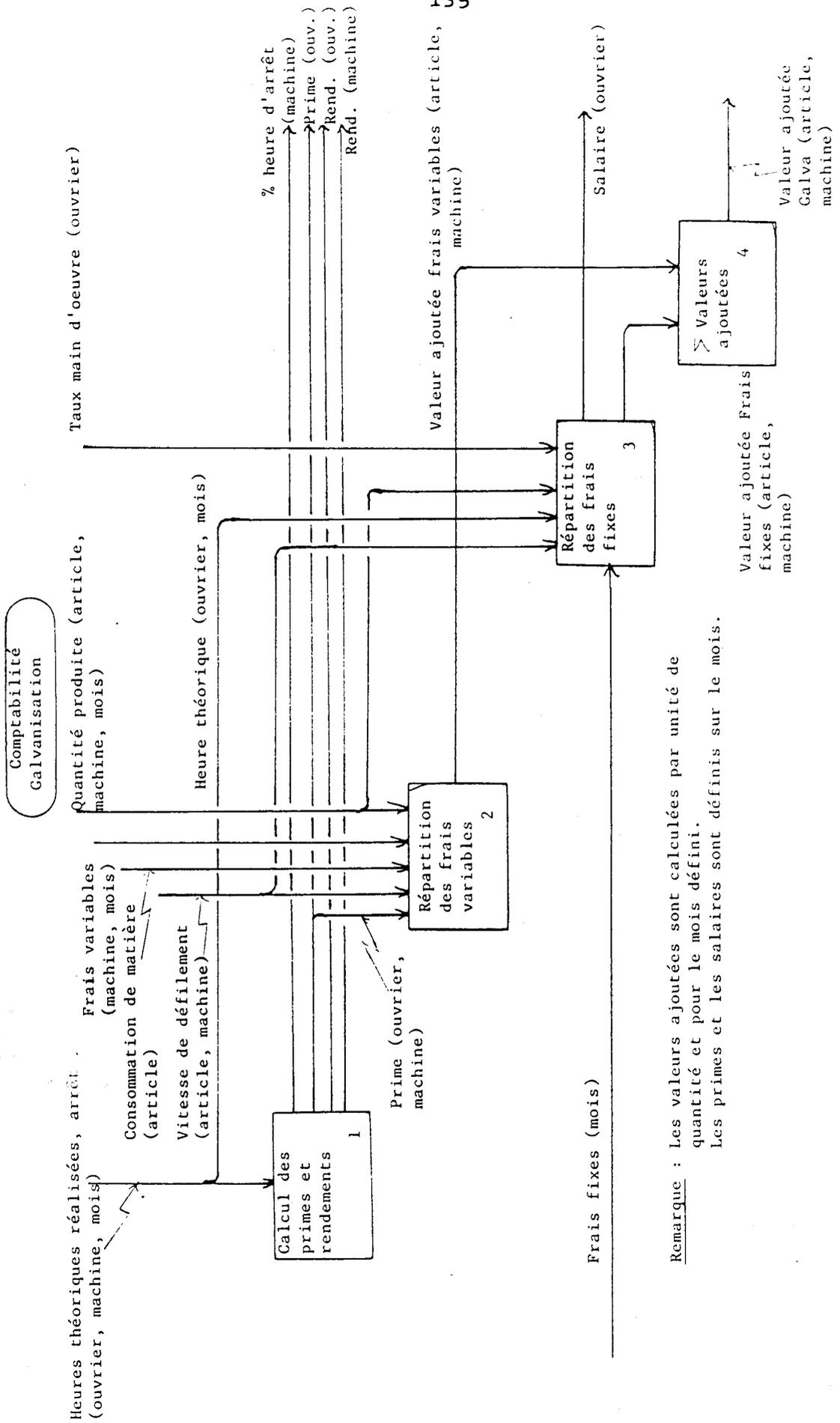
Par contre, l'évaluation de la prime en fonction des temps de production ne rend pas compte de la productivité réelle des

ouvriers. En effet, il est tout à fait possible d'obtenir une production plus grande des lignes avec un rendement ouvrier plus faible car la vitesse de défilement intervient dans la réalité sans être prise en compte par le calcul des primes.

Il serait donc judicieux de corriger la prime en fonction du rendement réel en quantités produites plutôt qu'en heures.

En résumé, le comptable a besoin :

- des heures théoriques ;
- des heures réalisées ;
- des quantités produites en poids.



Remarque : Les valeurs ajoutées sont calculées par unité de quantité et pour le mois défini. Les primes et les salaires sont définis sur le mois.

Figure V.11

PRIMES OUVRIERS

Heure théorique, réalisée, arrêt (ouvrier, machine, mois)

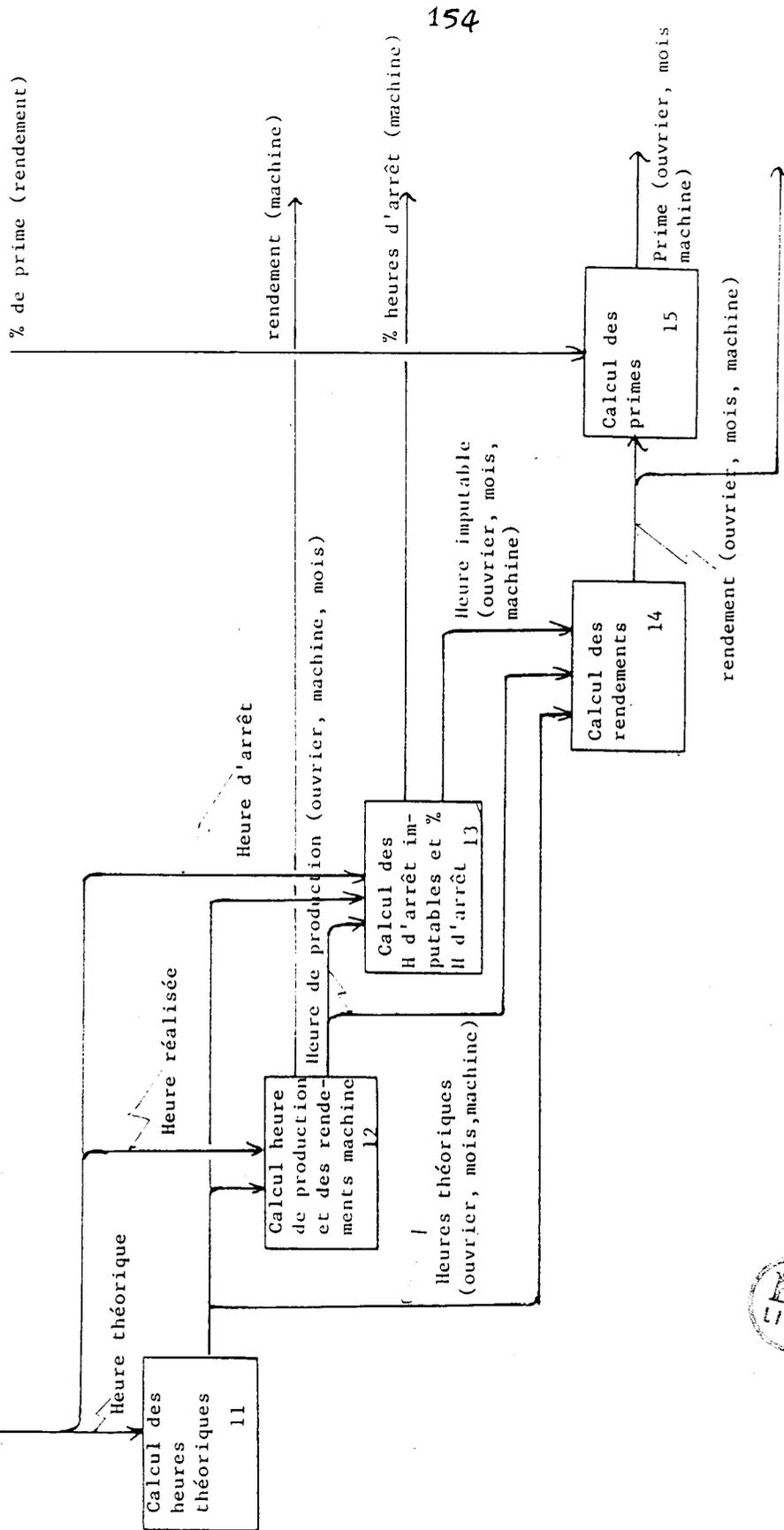
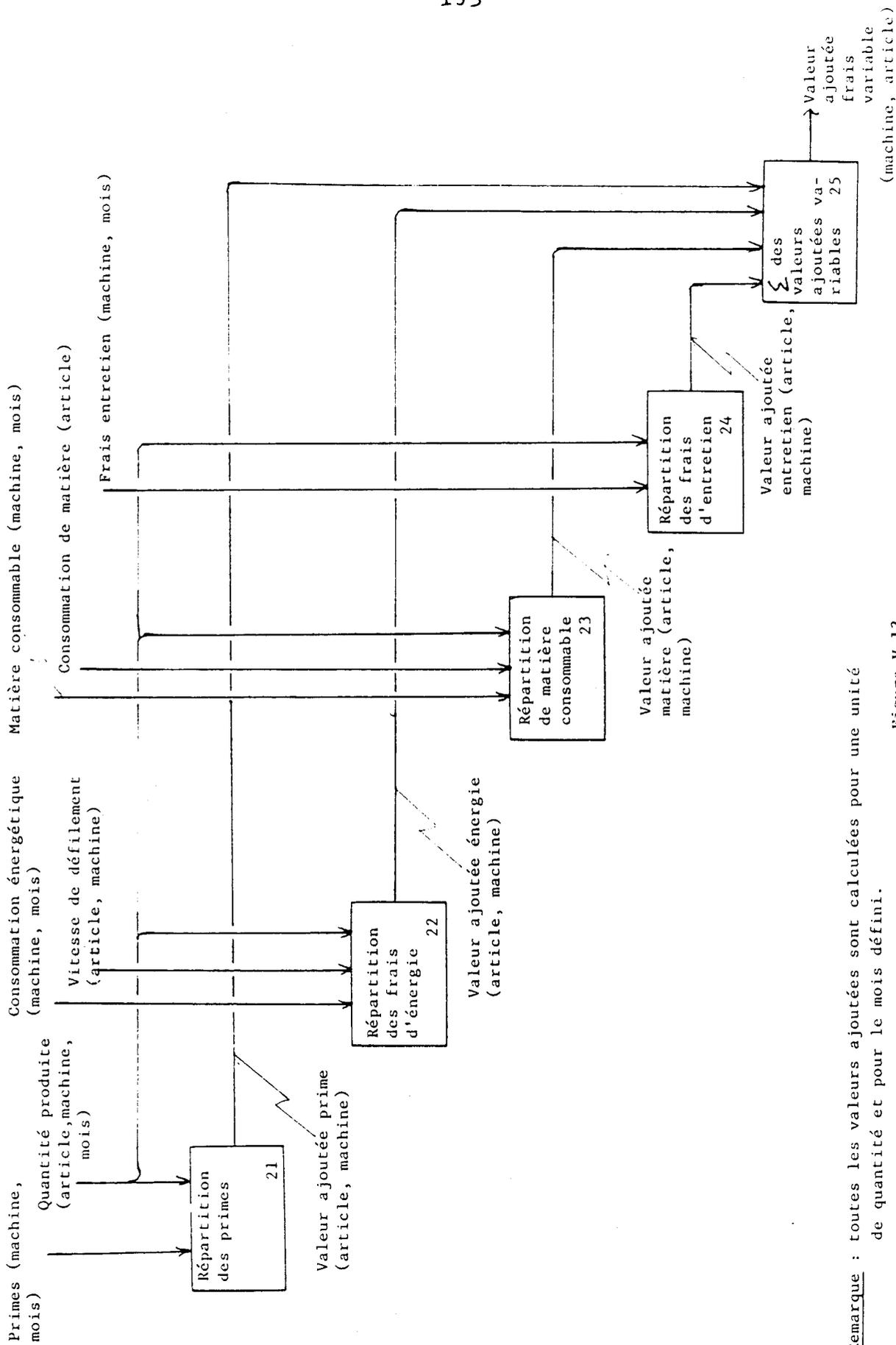


Figure V.12



FRAIS VARIABLES



Remarque : toutes les valeurs ajoutées sont calculées pour une unité de quantité et pour le mois défini.

Figure V.13

FRAIS FIXES

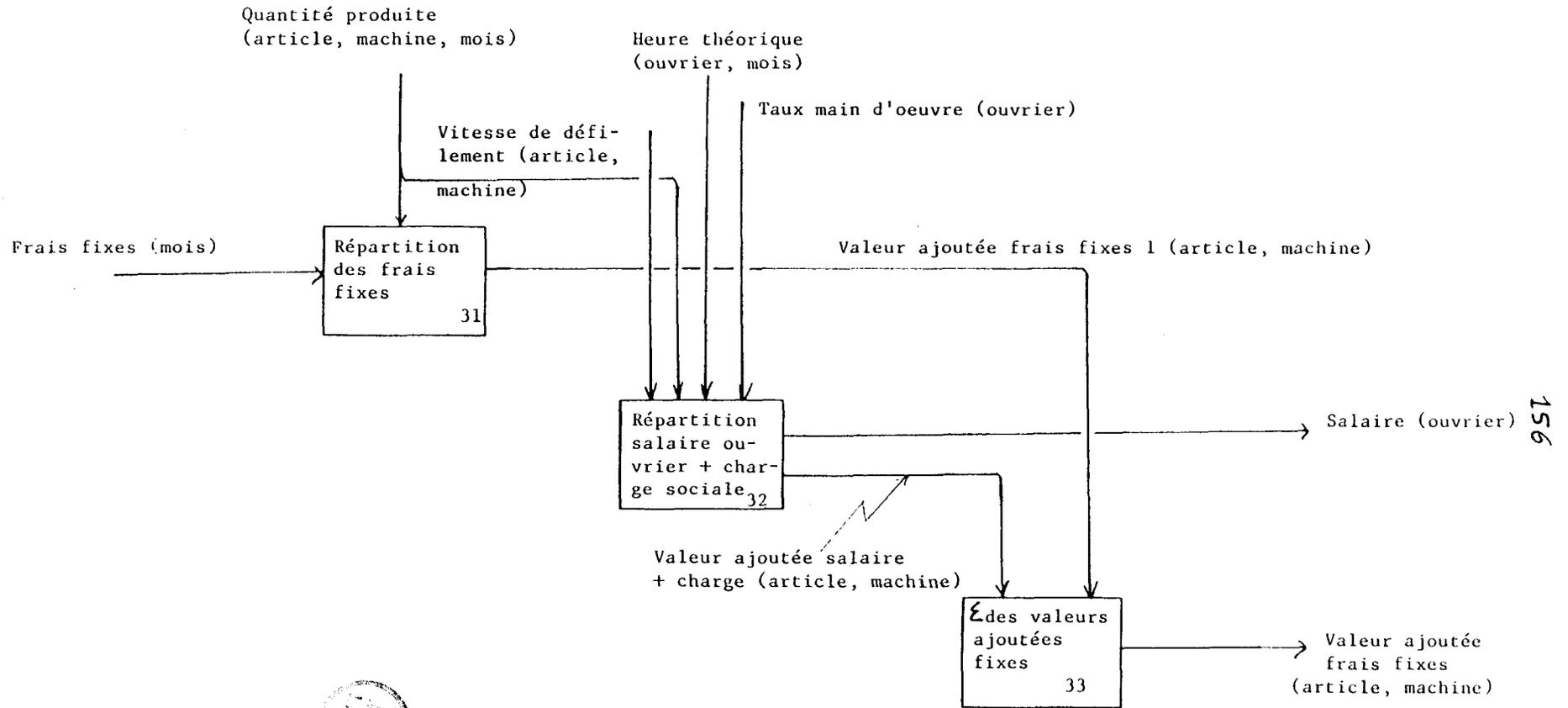


Figure V.14

V.2.c Le contremaître

Son rôle primordial est d'assurer le fonctionnement de l'atelier tant du point de vue technique que du point de vue humain. Cette tâche lui demande un esprit de coordination car elle l'amène à être en relation avec de multiples services :

- le laboratoire pour la qualité ;
- le planning pour le respect des délais ;
- l'entretien pour maintenir son outil en état de marche ;
- la comptabilité pour le suivi des coûts.

Un diagramme SADT de son activité a déjà été élaboré dans le comparatif des méthodes. Nous le rappelons en figure V.15. Celui-ci fait apparaître son travail comme un ensemble de 4 tâches dont la première est liée au lancement des activités de l'atelier, ce qui correspond à son action interne, tandis que les autres sont liées à des contrôles d'une part, et à des réactions à des événements d'autre part.

Il apparaît deux manques à ces activités de contrôle :

- le contrôle de la qualité ;
- le contrôle des coûts.

Ceux-ci sont en fait traités par les services compétents en la matière, la petite taille de la société n'impose pas une formalisation de ces liens qui se réalisent par oral.

Si l'on se contente de cette analyse, le rôle du contremaître n'apparaît que comme une suite de tâches élémentaires et non pas comme coordinateur.

En effet, le diagramme élaboré ne met pas en évidence tous les liens qui existent entre les différents niveaux.

Quand une panne arrête la production d'une machine, il est évident que cela a une répercussion sur l'avancement des ordres de fabrication.

Le diagramme élaboré ne traduit donc pas la réalité profonde de la tâche du contremaître qui intervient comme régulateur de la production.

Le second diagramme (figure V.16) réalise un découpage de ces tâches plus conforme à cette optique.

Il apparaît que le contremaître, pour pouvoir être efficace, doit avoir une connaissance rapide des événements qui peuvent contrarier la production. Il s'agit des pannes des machines, des absences d'ouvriers.

Il doit également réaliser un certain nombre de mesures en vue de suivre l'évolution de la production et de la productivité. Pour cela, il est nécessaire qu'il ait une bonne connaissance de son atelier, ce qui fait l'objet du chapitre suivant. Nous pouvons néanmoins faire ressortir des besoins spécifiques à son action d'organisation du travail.

Ils font intervenir les postes et donc une période de 8 heures et d'une semaine pour le suivi des ouvriers. Le calcul des rendements au mois est insuffisant pour lui permettre un quelconque contrôle. La semaine est la période maximale admissible, tandis que le poste paraît être la période minimale qui lui permette de ne pas être submergé d'informations inexploitable.

En ce qui concerne les événements de production, outre la réaction à court terme qu'ils nécessitent, il peut exister une action à long terme par analyse statistique qui permette de mieux contrôler l'atelier ou d'en modifier l'organisation.

Une analyse des arrêts par type peut fournir des renseignements utiles sur l'ampleur de tel ou tel phénomène. Une analyse plus détaillée de l'atelier permettra de faire ressortir les types d'arrêts qui interviennent sur la machine.

Nous savons néanmoins qu'ils ont trait :

- aux disponibilités des ressources ;
- à l'approvisionnement en matières et consommables ;
- à la capacité réelle employée.

La fréquence des résultats d'analyse doit permettre de tenir compte de l'ensemble des variables d'organisation. Le poste permet alors une analyse par ouvrier. Il ne paraît pas nécessaire de choisir une fréquence plus faible.

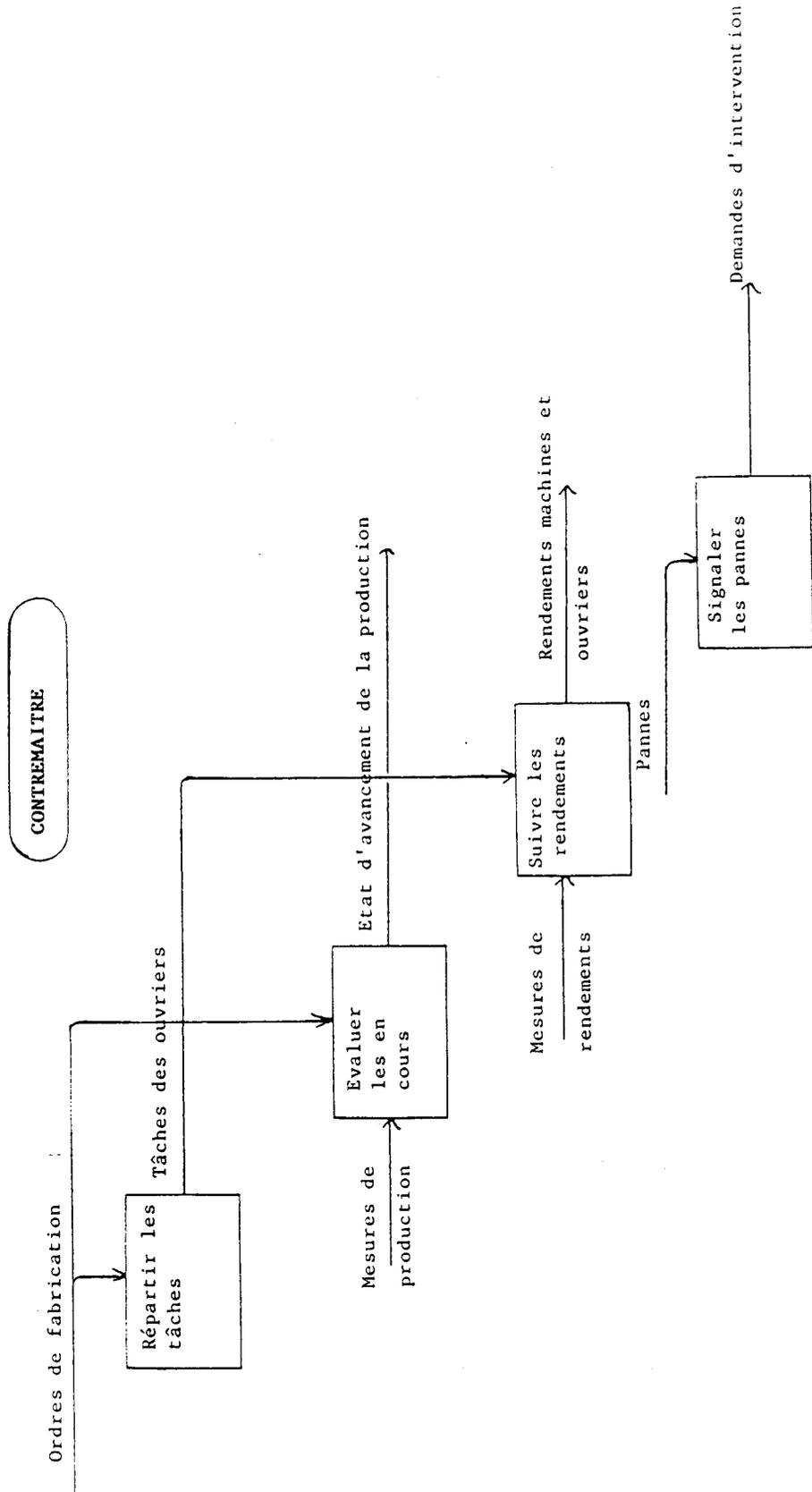


Figure V.15

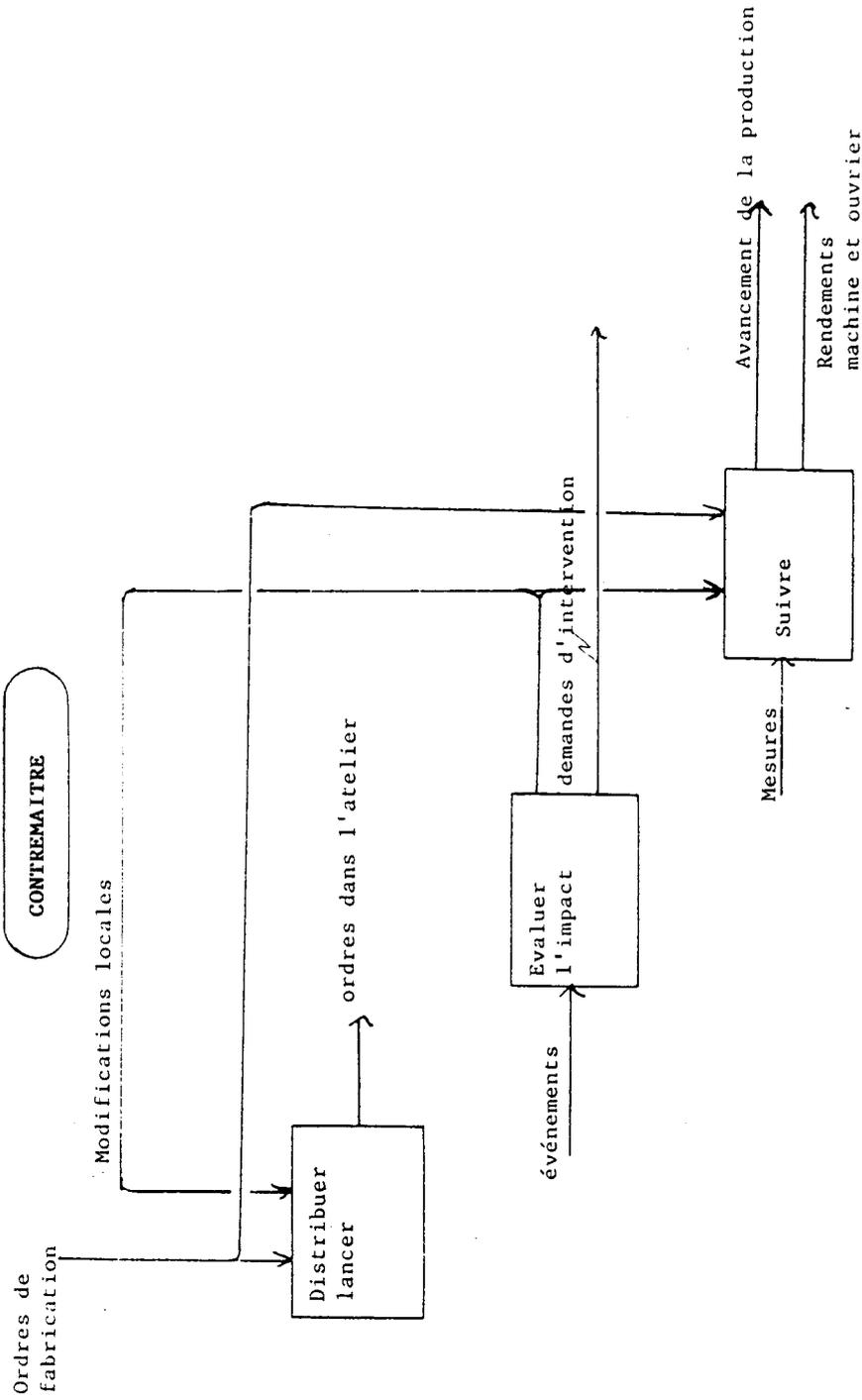


Figure V.16



V.2.d Synthèse des besoins

Ceux-ci peuvent se classer par horizon et par utilisateur.

Tous les mois, la comptabilité a besoin :

- des quantités produites par unité de production par type de produit ;
- des temps passés pour effectuer ces productions (machine et ouvrier).

Tous les jours, le planning a besoin :

- des avances et retards de production ;
- de l'état des rebuts de production.

Par tranches de 8 h, le contremaître a besoin :

- des rendements des machines et des ouvriers ;
- d'un état des arrêts de production.

A tout instant, le contremaître a besoin :

- des événements influençant la productivité de son atelier.

Sans fréquence précise, l'agent de planning désire connaître le coefficient quantité produite par unité de temps de manière à tenir compte de l'augmentation des performances de l'outil de production.

Ces informations sont de plus en plus fréquentes à mesurer et de plus en plus proches du processus de production ce qui nous pousse à étudier le processus de plus près, objet du paragraphe suivant.

V.3 LA SAISIE DANS L'ATELIER

Il n'est pas possible de prévoir un système de suivi efficace sans une analyse du processus de production. Elle fait l'objet de ce paragraphe que nous avons décomposé en trois parties :

- La modélisation qui décrit le processus d'une manière compréhensible de tous.
- L'analyse de la productivité qui exploite le modèle de manière à accroître ces performances et à vérifier ces acquis.
- La mesure de la production qui débat de la position et de la précision des capteurs.

V.3.a Modélisation de l'atelier de galvanisation

Pour être capable de réaliser des mesures dans l'atelier, il est nécessaire de bien connaître le fonctionnement de cette opération.

Nous allons donc en chercher une modélisation qui puisse nous aider à mettre en évidence les flux de matière, l'utilisation des ressources et les synchronisations. Les réseaux de Petri sont bien adaptés à ce type de modélisation.

Nous prenons comme convention de base qu'une place représente un état de l'entité considérée ou du groupe d'entités, tandis que les transitions représentent les synchronisations nécessaires au changement d'état.

Nous nous attacherons dans un premier temps à modéliser le système constitué d'une machine et d'un ouvrier. Pour ne pas oublier d'éléments, nous nous inspirons de plus des modes de marche et d'arrêt (CAP 85 page 28) ce qui donne les modes suivants dont nous donnons les graphes :

- fonctionnement normal (figure V.17)
- mise en production (figure V.18)
- arrêt de la machine (figure V.19)
- changement de bobine amont (figure V.20)
- casse de fil (figure V.21).

- Fonctionnement normal.

L'ouvrier est chargé du déchargement des bobines en aval. Cette opération s'exécute sans arrêt de production grâce à l'accumulateur. Il y a production de bobines pleines et consommation de bobines vides.

Cette opération peut être différée si l'ouvrier n'est pas disponible.

La transition T71 est déclenchée par le capteur de bobine pleine.

T72 correspond à l'arrivée de l'ouvrier pour traiter le changement de bobine qui n'est possible que si une bobine vide est présente.

T73 est la remise en marche de la bobineuse en fin de changement. Une bobine pleine est libérée.

- La mise en production ainsi que l'arrêt de production

nécessitent une action de l'ouvrier sur la machine et sur la bobineuse. Là aussi, la désynchronisation des opérations permet d'agir sur la bobineuse en différé.

T81 correspond à la décision de l'ouvrier de traiter l'enfilement. Une bobine doit être placée dans le bac de savon.

T82 : l'ouvrier a terminé d'enfiler et met en marche la machine qui passe en production .

T83 : l'ouvrier peut passer à la mise en bobinage qui n'arrête pas la production, mais n'est possible que s'il y a une bobine aval disponible.

T84 : quand la bobine est placée, la bobineuse peut être lancée..

T91 : arrêt de la machine, ne mobilise l'ouvrier que pour son déclenchement.

T92 : la bobineuse s'arrête quand le fil est entièrement bobiné.

T93 : l'ouvrier dégage alors la dernière bobine restante.

T94 : la bobine se dégage.

- Le changement de bobine amont

fait intervenir le chargeur qui utilise un chariot élévateur pour transporter les bobines de 140 kg. Cette opération entraîne un arrêt de production. Les lignes ne sont pas équipées de système de changement automatique car le coût de ceux-ci est encore trop élevé pour le gain de productivité que l'on peut en attendre.

T01 : détection de bobine amont vide.

T02 : le chargeur est libre et une bobine est présente.

T03 : la bobine est chargée, une bobine vide est dégagée.

T04 : l'ouvrier est libre et vient enfiler.

T05 : remise en marche de la machine.

- La casse de fil

entraîne également un arrêt de production au moins égal au délai de remise en service.

Pour ne pas alourdir le réseau, nous n'avons pas détaillé la répartition qui peut faire intervenir diverses personnes (ouvrier, règleur, contremaître, agent de maintenance).

T11 : détection de casse par la machine.

T12 : détection de casse par la surveillance.

T13 : la machine peut être remise en production et l'ouvrier est libre.

T14 : remise en marche de la machine.

Suite à cette modélisation, nous pouvons procéder à un regroupement des différents modes. Les parties machine et bobineuse peuvent être traitées séparément, ce qui nous donne une représentation plus simple de la partie machine qui nous intéresse particulièrement car elle est liée à la production effective, tandis que le bobinage est une opération annexe.

La synchronisation entre les deux parties se fait par l'ouvrier qui ne peut intervenir que sur une seule de celles-ci à la fois. Elle dépend également de quelques événements.

L'effet du bobinage sur la production est de réduire la disponibilité de l'ouvrier.

Pour obtenir une modélisation de l'ensemble d'une ligne, il faut considérer qu'il existe 20 ou 25 machines pour un ouvrier. Les machines se répartissent alors dans les différents états avec comme contrainte, l'unicité de la tâche liée à l'ouvrier.

De même, il n'existe qu'un seul chargeur pour l'ensemble des 7 lignes, ce qui nécessite une légère modification du modèle de base.

La gestion des bobines amont est par contre plus délicate dans ce cas, car chaque fil de la ligne est spécifique, ce qui n'est pas rendu par ce modèle. Il faut alors introduire les réseaux de Petri colorés pour que ceux-ci soient valides.

Il devient par contre très difficile de les utiliser par simulation. En effet, le nombre de cas de figures possibles devient trop important pour exploiter les résultats.

Les transitions qui réclament une correspondance entre le numéro de machine et la présence de la ressource de type conforme sont :

T72,T83 : la bobine vide doit correspondre à la machine traitée.

T81,T02 : même chose , mais pour la bobine amont.

Nous pouvons toutefois nous servir de ce modèle pour analyser le processus et déterminer les informations qu'il est intéressant de détecter pour réaliser le suivi de l'opération de galvanisation.

MARCHE NORMALE

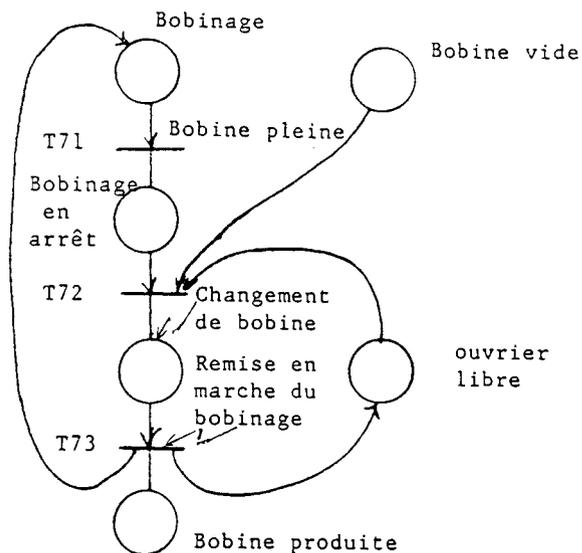


Figure V.17

MISE EN PRODUCTION

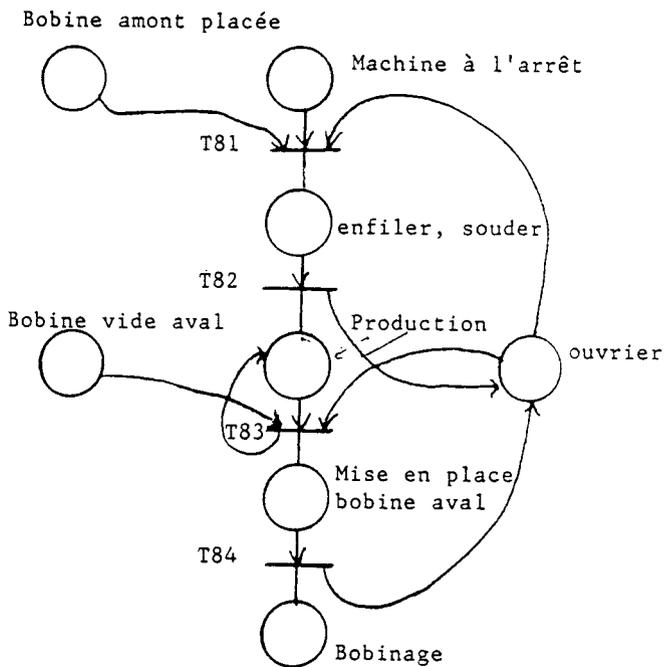


Figure V.10

ARRÊT DE LA MACHINE

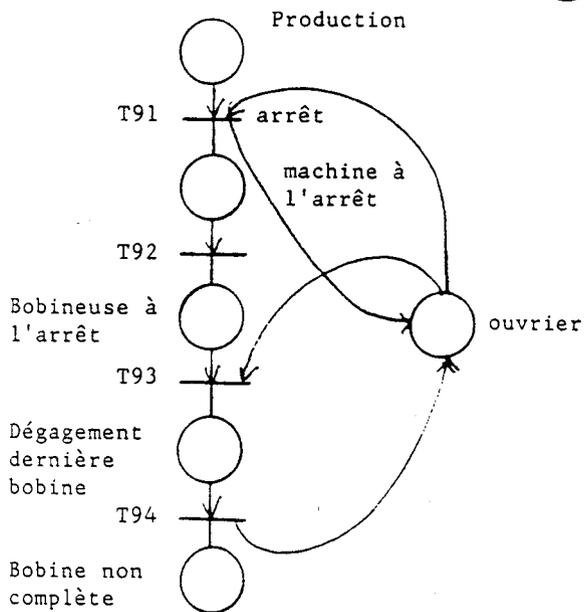


Figure V.19



CHANGEMENT DE BOBINE AMONT

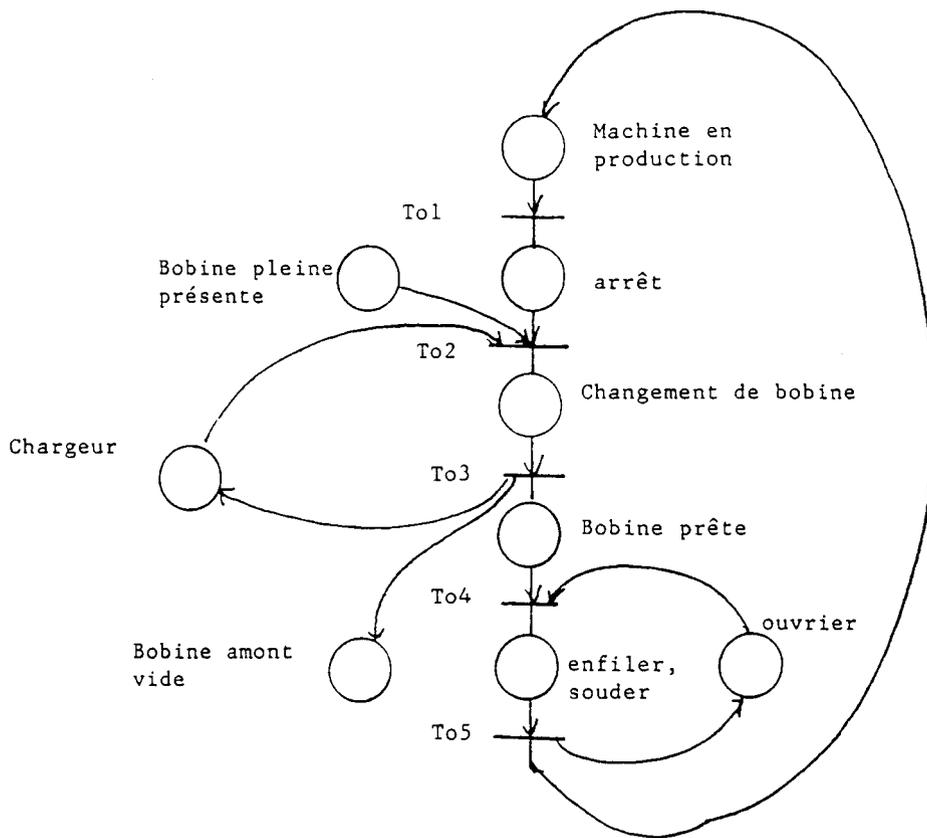


Figure V.20

CASSE DE FIL

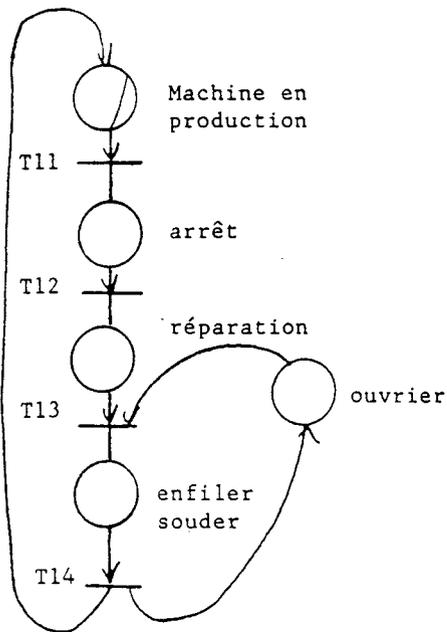


Figure V.21

V.3.b Analyse de la productivité

La productivité de l'atelier se mesure en quantité produite pendant un intervalle de temps donné. Pour augmenter la productivité, il est nécessaire d'augmenter les quantités produites, ce que l'on peut réaliser en augmentant la vitesse de défilement du fil ou en limitant les arrêts de production. Il faut également contrôler les performances par la mesure.

Nous commencerons par l'analyse des arrêts et de leur cause à partir du réseau de Petri défini dans le paragraphe précédent. Nous débatterons ensuite de l'augmentation de la vitesse puis enfin des unités de mesure des grandeurs en jeu.

Le catalogue des arrêts que l'ouvrier peut signaler est obtenu à partir des états non productifs recensés sur les réseaux de PETRI. Ils sont les suivants :

- machine en arrêt volontaire.

Il regroupe les moments où l'usine ne produit pas (week-end) et les arrêts dûs à une non planification de production.

- enfiler, souder.

Ces états se retrouvent à chaque mise en production et après chaque arrêt. La durée globale de ces états est de 10 minutes au minimum.

- l'arrêt pour changement de bobine. Il se retrouve à chaque fois que la bobine amont de 140 kg est vide. Cet arrêt peut se prolonger en cas d'absence de bobine amont due à un manque de synchronisation entre les ateliers.

- l'arrêt pour panne.

Il peut être de durée faible si l'ouvrier est capable de réparer, ce qui arrive lorsque la cause est due à un défaut du fil. Lorsqu'il y a intervention du service maintenance, cette durée peut s'allonger.

En plus de ces arrêts de machine, il y a lieu de considérer les pannes de la bobineuse qui entraînent des arrêts de production.

En second lieu, une autre manière d'augmenter la productivité de l'atelier est d'augmenter la vitesse de défilement du fil. Ceci ne peut se réaliser que sous contrôle du laboratoire car la vitesse intervient sur la qualité du produit final.

Une modification de cette vitesse ne peut donc passer que par l'élaboration d'une nouvelle gamme par ce service qui est le seul apte à juger du respect de la qualité du produit fini.

Une dernière question à aborder, concernant la productivité, est l'unité de mesure qu'il faut employer pour évaluer chaque variable présentée.

Nous distinguons trois grandeurs différentes :

- les arrêts
- les rendements
- la production.

Les arrêts sont caractérisables par leur cause, leur durée, leur fréquence.

La cause permet de classer les arrêts de manière à agir sur le processus, tandis que la durée donne son impact sur la production et permet son chiffrage, tandis que la fréquence renseigne sur la charge de travail qu'elle donne à l'ouvrier. Ces trois grandeurs sont donc indispensables pour en permettre l'analyse.

Pour en réaliser la saisie totale, il est nécessaire d'identifier l'arrêt et d'y associer les grandeurs citées. Le moyen le plus complet est de mémoriser les événements d'arrêt et de reprise de production, de les dater et d'y associer une cause.

Un moyen plus simple est de relever chaque arrêt avec sa cause et sa durée. Cette opération peut se réaliser manuellement avec un minimum d'investissement. Elle garde l'information sur la fréquence.

En cas de mesure du cumul des temps d'arrêt par type de panne, la fréquence est perdue et la saisie moins fiable. L'ouvrier doit en effet effectuer un traitement pour obtenir le résultat.

Les rendements peuvent s'exprimer à partir de l'analyse des arrêts et des temps de production effectifs et théoriques. On obtient alors une estimation de l'activité temporelle des personnes et des machines, ce qui correspond à la capacité effective.

La production doit englober tous les paramètres. Elle se calcule donc à partir des données absolues que sont le temps écoulé et la quantité produite. Son élaboration ne peut se faire que sur une durée suffisante pour que les mesures soient justes.

V.3.c La mesure de la production

Nous devons étudier la position, la nature, la précision des capteurs en gardant raisonnable le coût du système.

Le modèle de la ligne de galvanisation permet de définir deux points principaux de mesure de la production :

- la production en cours sur la machine
- la production terminée sur la bobineuse.

Le premier point de mesure peut être instrumenté par un capteur de longueur, de temps de marche, de détection d'arrêt.

Le second, outre ces mêmes dispositifs, peut supporter la mesure de fin de bobine ou du poids de la bobine finie.

Ces capteurs délivrent une information différente par la grandeur mesurée. Il existe des relations entre ces grandeurs que nous développons ci-dessous.

Nous ramènerons toutes ces grandeurs à l'unité de référence qui est le poids. En effet, c'est un poids de fil qui est vendu au client et c'est donc par rapport à cette référence qu'est estimé le lot de production.

Les grandeurs mesurables sont :

- le temps
- la longueur
- le poids
- le nombre de bobines.

* La longueur de fil se déduit du poids par la formule

$$P = KL \quad K, \text{ la densité linéique,}$$

dépend de la densité du métal a et du diamètre D

$$K = \frac{a D^2}{4}$$

* Le temps effectif de production T est lié à la longueur par la vitesse de défilement V : $L = VT$

* Le nombre de bobines N est lié au poids de fil total et au poids de fil par bobine B : $P = NB$

A partir de ces formules de base, nous pouvons donner les coefficients de correspondance entre chaque unité mesurable et le poids de référence.

$$L = \frac{4 P}{a D} \quad T = \frac{4 P}{a V D} \quad N = \frac{P}{B}$$

Pour obtenir une bonne évaluation de la production, il faut analyser la précision que l'on peut obtenir sur la grandeur mesurée par rapport à l'unité de référence.

La longueur dépend essentiellement du diamètre dont les tolérances sont indiquées sur la gamme. Nous donnons comme exemple l'incertitude relative de l'estimation du poids par la longueur pour un fil de 0,19 à +/- 0,01 qui est de 10 %.

L'évaluation du poids par le temps dépend également du diamètre mais de plus de la vitesse. Ce qui conduit à une imprécision totale de

$$\frac{2 dD}{D} + \frac{dV}{V}$$

L'évaluation par le nombre de bobines est liée à la précision sur le poids d'une bobine

$$\frac{dB}{B}$$

Le processus employé pour le changement de bobine ne permet pas une grande précision sur cette mesure.

Nous pouvons conclure pour cette partie que la seule mesure précise est le poids et qu'il n'y a donc pas de moyen de mesurer la production à partir de la machine. Seule une évaluation peut être réalisée.

D'un autre point de vue, il serait possible d'évaluer certains coefficients par une corrélation entre deux mesures, ce qui permettrait une mesure portant sur la qualité du produit ou le réglage des machines.

Nous pouvons donner comme exemple la mesure de la longueur de fil et du poids d'une bobine, ce qui permettrait de vérifier le diamètre du fil et donc, de ne compter que des bobines non rebutées.

De même, la mesure de la longueur du fil et de son diamètre renseigne sur le poids total traité.

V.3.d Synthèse de la saisie

La détermination des informations à mesurer dans l'atelier est liée à la fois aux capteurs à mettre en place, la mesurabilité, et à l'utilisation des informations, l'intérêt.

La modélisation par les réseaux de PETRI précise les entrées possibles de données issues du processus:

- Les arrêts

Ils sont caractérisés par leur cause, leur fréquence et leur durée.

Les causes décelables sont:

- la panne
- l'arrêt volontaire
- le changement de bobine

- les rendements

Ils portent sur l'activité temporelle des installations.

- la production

S'estime correctement à partir d'informations absolues ce que n'offre que la mesure du poids.

V.4 CONCLUSION

L'analyse que nous avons menée s'est d'abord préoccupée de l'intérêt des mesures, ce qui a conduit à définir les sorties du système de suivi. Nous venons de présenter l'analyse des entrées par les capteurs liés au processus. Le chapitre suivant nous indiquera comment assurer la cohérence entre ces entrées et sorties par leur choix.

Les différentes parties comportent chacune un résumé des résultats de l'analyse auquel le lecteur peut se reporter:

- MERISE présente des tables de documents et de tâches.
- L'analyse des besoins se termine par un résumé des besoins classés par horizon.
- La modélisation de l'atelier aboutit à une synthèse.

Les méthodes actuelles ne permettent d'étudier ce type de système que par l'utilisation d'une combinaison de ces méthodes. La diversité des types d'entités et des points de vue est en effet très grande en ce qui concerne le suivi de production: processus, système d'information, organisation de production.

Nous avons associé dans cette analyse les réseaux de PETRI, la méthode MERISE, et les diagrammes SADT de manière à adapter au mieux le modèle à l'objet à analyser et à assurer une homogénéité à l'étude.

Cette analyse n'apporte pas de solution au problème posé mais en donne toutes les contraintes. Le chapitre VI proposera, compte tenu de celles-ci, un nouveau système.

VI PROPOSITION D'UN NOUVEAU SYSTEME

VI.1 DEFINITION DES MESURES A EFFECTUER

VI.1.a Les mesures

VI.1.b La cohérence des mesures

VI.1.c Les services intéressés

VI.2 ORGANISATION DU LOGICIEL

VI.2.a Les traitements

VI.2.b Les données

VI.3 LES MOYENS A METTRE EN OEUVRE

VI.3.a Définition du matériel

VI.3.b Les systèmes existants

VI.3.c Choix du système

VI.4 L'INSTALLATION DU SYSTEME

VI.4.a La démarche

VI.4.b Evaluation de la rentabilité

VI PROPOSITION D'UN NOUVEAU SYSTEME

L'analyse effectuée dans le chapitre précédant cerne les besoins et les contraintes internes à l'entreprise. La synthèse en présente un résumé. L'étude ne serait pas complète si elle ne débouchait pas sur une proposition concrète tenant compte de ces contraintes.

Elle doit également tenir compte de contraintes externes à l'entreprise (technologiques, relationnelles,..) que nous analyserons.

Ce chapitre se décompose en quatre parties:

- La définition des mesures, qui reprend l'analyse mais avec une démarche ascendante. Elle aboutit à un choix de cahier des charges.
- L'organisation du logiciel, sépare les données des traitements et soulève les problèmes de structure informatique.
- Les moyens à mettre en oeuvre portent sur les choix de matériel.
- L'installation du système traite de la démarche de mise en oeuvre et de la rentabilité du dispositif.

VI.1 DEFINITION DES MESURES A EFFECTUER

Nous définissons d'abord les capteurs à utiliser dans l'atelier pour bâtir notre dispositif. A partir de là nous validons les mesures par un traitement de cohérence, puis nous précisons la meilleure manière de tirer partie de l'information recueillie.

VI.1.a Les mesures

L'analyse nous amène à deux conclusions :

- la seule mesure de production sur laquelle les erreurs sont tolérables est le poids ;
- les informations élémentaires qui intéressent le plus le responsable de l'atelier sont les événements d'arrêt et de reprise de production.

C'est à partir de ces données issues d'une analyse approfondie que l'on peut assurer la pertinence des informations de suivi. Il reste à déterminer comment obtenir ces renseignements dans l'atelier.

Un premier élément de réponse réside dans la fréquence des apparitions des événements, et le nombre de points à surveiller qui réclament une automatisation du système de saisie.

Si nous étudions alors l'équipement de l'ensemble des 150 fils de l'atelier de manière à évaluer automatique et en temps réel le poids, il faut prévoir deux capteurs par fil : un capteur de longueur et un capteur de diamètre.

Dans cette optique il faut donc procéder à la mesure du diamètre ce qui fait appel à des techniques coûteuses (capteur de micro-déplacements, caméra ligne). Celles ci ne se justifient pas dans le cadre de cette application. Il faut donc abandonner l'idée de mesure absolue.

Une autre solution consiste à évaluer le diamètre en intensifiant les contrôles effectués par les réglés. Nous n'obtenons qu'une estimation du poids ce qui ne paraît pas suffisant dans notre cas.

Une dernière solution enfin est de procéder à un pesage systématique des bobines. Celui-ci permet une estimation absolue de la production, facilement vérifiable car le pesage est une opération simple que l'on peut mettre en oeuvre à tout moment. L'investissement à prévoir pour ce mode de saisie est réduit car une balance par paire de lignes est suffisante.

Dans ce cas la saisie des événements de production, au lieu de se réaliser en mesurant une longueur, peut s'obtenir à partir du temps.

Ceux-ci seront datés, ce qui constitue un repérage absolu. Par intégration de ces dates, nous obtenons des durées d'arrêt ou de production. Nous retrouvons alors une quantification de la production en une autre grandeur, la durée. Son association avec le poids nous offre la possibilité de maîtriser la productivité des machines.

Cette productivité, mesurée en quantité par heure, est un paramètre qui intéresse plusieurs acteurs de l'entreprise. Pour en faciliter l'exploitation, il faut le connaître pour la même unité de production que celle employée pour le pesage. Ceci se réalise en ajoutant au système un détecteur de changement de bobine.

Cet ensemble de mesures permet un suivi du processus suffisant pour supprimer le pesage en fin de chaîne et donc simplifier les contrôles.

La saisie des renseignements non mesurables, qu'il faut demander à l'ouvrier, peut se réaliser à l'aide d'un petit terminal d'atelier. Le nombre d'arrêts est en moyenne de 2 par

heure, leur signalement n'entraîne pas de perte de productivité.

Le pesage des bobines, par contre, est une opération de manipulation de l'ensemble de la production non effectuée actuellement, elle réclame un temps non négligeable qu'il faut chercher à minimiser.

Un bon moyen pour le réduire est de réaliser le pesage en même temps que la mise en caisse, qui demande également la manipulation unitaire des bobines.

Le poids peut être directement saisi sur la balance pour éviter une frappe au clavier prohibitive en termes de productivité.

En résumé, les capteurs d'information choisis pour le contrôle des chaînes de galvanisation sont :

- Une balance par paire de lignes, pour le contrôle du poids des bobines.

- Un capteur de fonctionnement par machine, pour le datage des arrêts de production.

- Un capteur de changement de bobine par bobineuse, pour corrélérer les poids de bobines avec les temps de production.

- Un élément de dialogue avec l'ouvrier, pour le signalement des causes d'arrêts et toute conversation utile entre le système et le personnel sur le terrain.

VI.1.b La cohérence des mesures

Les mesures effectuées dans l'atelier n'ont aucune valeur si des erreurs viennent se glisser dans la saisie. Pour les éviter, il est impératif de prévoir des vérifications de cohérence pour lesquelles nous distinguons quatre niveaux :

- la cohérence intrinsèque : Elle dépend des principes de mesure utilisés et ne donne lieu qu'à des contraintes de conception.

- la cohérence directe de la saisie : Basée sur des critères de vraisemblance.

- la cohérence indirecte : Basée sur des critères de plausibilité et découlant de statistiques.

- Le contrôle hiérarchique : Demandé au responsable d'atelier qui se porte garant des indications fournies par le personnel sous ses ordres.

- La cohérence intrinsèque est liée à la conception générale du système.

Elle vise à faire porter aux informations véhiculées toutes les indications nécessaires à leur repérage absolu. De cette manière, elles sont reconnaissables dans n'importe quelle circonstance.

En cas de duplication, au cours des échanges, ce repérage permet d'éliminer la redondance. De même, en cas de tests, il permet l'identification des messages échangés.

D'un point de vue pratique, cette cohérence intrinsèque est assurée par le datage (date et heure) des événements saisis ainsi que par le repérage du lieu d'origine (ligne et fil).

Le choix de la mesure du poids, d'autre part, apporte un caractère absolu à l'évaluation de l'avancement de la production.

Pour assurer une valeur intrinsèque complète, cette mesure doit néanmoins respecter les règles de repérage précédentes. En effet la pesée doit être considéré comme un événement de manière à rendre possible les corrélations entre éléments de même nature (des événements) pour la détermination de la productivité.

- La cohérence directe porte sur les erreurs de frappe.

Elles se décèlent en fixant des valeurs limites aux différentes grandeurs à introduire, en fixant des plages de temps possibles pour la signalisation d'une cause d'arrêt.

Elle est facilité par la cohérence intrinsèque des informations saisies. Bien que simples, ces tests éliminent une bonne part des erreurs de saisie.

- La cohérence indirecte exploite l'enchaînement des événements et utilise la mémoire du système pour générer des alarmes destinées à la correction des erreurs de saisie.

L'aspect aléatoire de ces phénomènes ne permet pas de garantir une autocorrection des saisies. Elle n'est pas non plus souhaitable, d'autre part, car l'objectif de ce traitement est d'aider l'utilisateur à fournir de bonnes informations et non de l'y contraindre.

Ces traitements de cohérence sont définis à partir d'un ensemble de règles de fonctionnement, d'une part, et d'un ensemble de faits mémorisés ou immédiats, d'autre part. Cette structure est parfaitement adaptée à l'utilisation d'un système expert. Nous définissons ci-dessous les règles régissant ces traitements.

Cette vérification s'applique plus particulièrement à la saisie des causes d'arrêts et à la pesée des bobines: deux points faisant intervenir l'opérateur humain.

Le signalement de la cause d'un arrêt demande la correspondance entre l'arrêt effectif d'une machine, borné par deux événements élémentaires, l'arrêt et la reprise, et le signalement de sa cause par l'ouvrier. Ceci entraîne deux types d'erreurs:

- Une mauvaise synchronisation entre ces deux parties.

- Une mauvaise indication de la part de l'ouvrier.

La synchronisation suit un ensemble de règles élémentaires qu'il est facile de décrire et de tester:

- Un signalement de cause doit intervenir après un arrêt de production.

- Un arrêt ne peut avoir qu'une seule cause.

Quant à l'erreur due à l'ouvrier, elle est parfois décelable par une analyse de la fréquence des arrêts signalés déterminant la plausibilité d'apparition de ce type d'arrêt.

La pesée des bobines est également une source d'information très riche. Sa corrélation avec les temps de production fait apparaître les erreurs sur le diamètre du fil et sur la vitesse de défilement.

Elle fait intervenir l'indication du type de fil traité ce qui assure la correspondance entre les ordres de fabrication entrés dans le système informatique et la production réelle mise en service dans l'atelier.

- Un dernier traitement est possible pour parachever ce filtrage. En effet, le responsable de l'atelier peut être sollicité pour vérifier les saisies avant de les admettre définitivement comme bonnes.

Par le fait même, celui-ci prend connaissance des événements et ajuste son action, ce qui fait partie de son travail. Cette tâche ne lui demande donc pas de temps de travail supplémentaire.

VI.1.c Les services intéressés

Pour obtenir un système le plus efficace possible, nous ajustons l'utilisation des mesures auprès des divers acteurs de la production en tenant compte de leurs besoins et du choix des capteurs. Nous distinguons immédiatement deux niveaux de besoin que l'on retrouve pour chaque information :

- Le niveau chef d'atelier qui utilise des informations de type événementiel (en temps réel).

- Le niveau utilisateur final qui a besoin d'une information plus condensée, é laborée par statistiques, moyennes, sommations.

Ces deux niveaux coïncident avec la structure générale de l'entreprise, de cette manière, le chef d'atelier reste pleinement responsable de la bonne marche de son atelier et de la communication des résultats aux autres services.

Il possède un horizon de décision par la différence de temps entre le moment où il prend connaissance du phénomène et celui où il doit rendre compte de son influence.

Cette distinction é tant faite, les informations se regroupent en trois rubriques:

- Les avances et retards de production.
- La productivité des machines.
- Les arrêts de production.

En associant les mesures prises aux ordres de fabrication, le système fournit les avances et retards de production. Cette information est la base du système, elle permet à l'agent de planning de réajuster les délais au jour le jour.

Ceci nécessite l'introduction des ordres de fabrication avec une référence de production prévue. La comparaison entre le prévu et le réalisé peut alors se faire à la demande.

La productivité des machines, placée sous contrôle du laboratoire, s'obtient à chaque bobine au niveau de l'atelier. Etant donné la grande quantité de bobines traitées, il est immédiatement nécessaire de procéder à des regroupements.

Ce calcul doit fournir une alarme au chef d'atelier ou au régleur en cas d'écart trop important. Le laboratoire et le planning quant à eux utilisent une moyenne.

Les événements d'arrêt de production intéressent plus particulièrement la maintenance et à double titre: L'évènement, contrôlé par le responsable d'atelier, doit amener une intervention tandis que des traitements statistiques décèlent des anomalies répétitives, source de meilleure connaissance de l'état du processus de fabrication.

Les arrêts prolongés interviennent au niveau du planning sous forme de prévision de retard de production.

Ce système é tant mis en place, il est naturel de lui demander de fournir les états comptables des productions, de leur temps machine et de leur temps de travail ouvrier. Le calcul des rendements est possible à condition de limiter les cas particuliers dans les rendements ouvriers.

VI.2 ORGANISATION DU LOGICIEL

L'application se caractérise par une forte importance des données par rapport aux traitements et par son aspect temps réel.

Comme le préconisent toutes les méthodes, nous avons séparé les traitements et les données de manière à obtenir une indépendance de la structure de ces deux parties.

VI.2.a Les traitements

Il existe deux manières de séparer les traitements:

- La séparation horizontale qui découle d'un découpage du sujet en domaines selon la méthode MERISE. Elle aboutit à une séparation indépendante de la structure du matériel.

Les trois parties sont obtenues à partir de l'analyse. Elles peuvent faire l'objet d'études séparées:

- Le domaine de la production
 - Le domaine de la productivité
 - Le domaine des arrêts
- La séparation verticale est issue du découpage du système en trois niveaux très proches de la structure du matériel:
 - le niveau collecte
 - le niveau vérification
 - le niveau utilisation.

Nous détaillerons, dans un premier temps les niveaux avant de parler des domaines.

- **Le niveau collecte** contrôle les échanges avec les ouvriers et les mesures sur les machines. Il réalise le datage des événements, la correspondance entre temps de production et poids des bobines, la saisie au clavier des événements et la signalisation des anomalies.

Les informations que cette partie échange avec le niveau vérification possèdent une valeur intrinsèque qu'il est possible d'exploiter directement pour contrôler ce premier niveau du système ou suivre le déroulement du travail dans l'atelier en temps réel.

- **Le niveau vérification** contient tous les tests de cohérence directe et indirecte, vérification par le responsable d'atelier. A la sortie de ce niveau, les informations sont considérées comme exactes.

En cas de manque d'information, c'est également à ce niveau que l'on indiquera la marche à suivre pour ne pas perturber les résultats finaux.

De même, seront contrôlées les indications de fil rebuté de manière à éviter toute mise à jour incorrecte des stocks et des états d'avancement de la production.

- Le niveau utilisation est chargé de la mise en mémoire des informations et de l'élaboration des états. Les données et leur organisation en constituent le coeur. Nous développerons ce point dans le paragraphe suivant.

Ce niveau utilisateur se divise en trois parties :

- la mise en mémoire qui regroupe toutes les mises à jour nécessaires en fonction des événements d'entrée ;

- les traitements habituels qui effectuent les sommations et composent les tableaux dont la génération est indispensable au fonctionnement du système ;

- les traitements ponctuels que l'utilisateur ne désire pas obtenir de façon permanente, et dont il définit lui-même les règles de sélection et de calcul.

En ce qui concerne les domaines, deux démarches peuvent être suivies:

- Considérer les domaines comme découpage unique, ceci permet de traiter complètement un domaine donné.

- Considérer les domaines comme sous parties des niveaux. Dans ce cas seul le niveau utilisation, traitant des informations sûres, est spécialisé en domaines.

La figure VI.1 donne une représentation des domaines avec les entrées et sorties qui s'y rapportent. Elle correspond à la synthèse sans organisation de l'analyse de l'existant de la méthode MERISE.

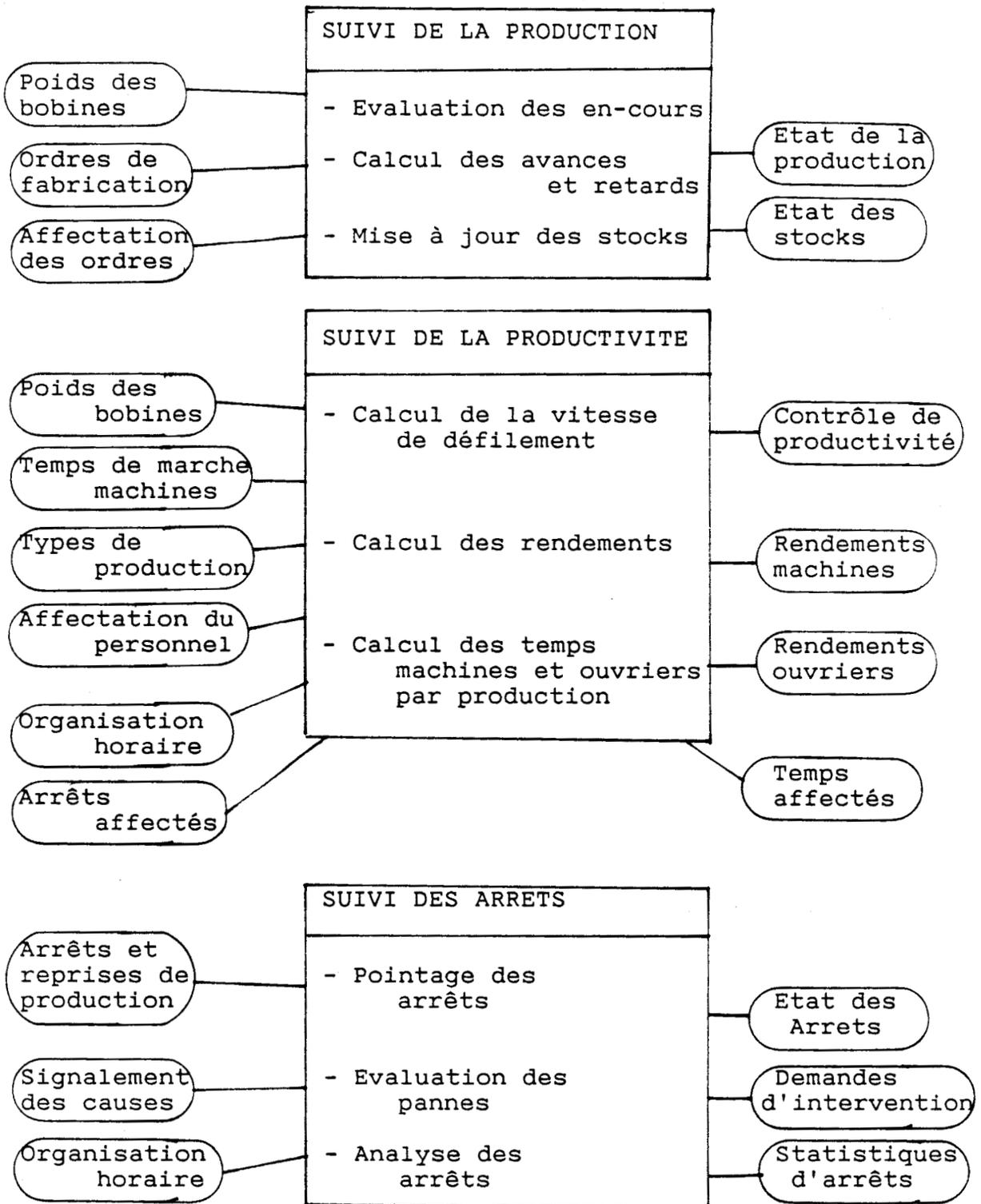


Figure VI.1 : Les domaines du suivi de production

VI.2.b Les données

Il existe deux structurations possibles des données. L'une est physique, elle dépend de l'architecture du dispositif. L'autre est logique, elle permet l'organisation de la base de donnée.

- organisation physique

Nous distinguons quatre natures de données dans le système :

- Les entrées, issues des mesures après vérification de cohérence.
- Les paramètres, introduits à la console par le responsable pour classer et traiter les mesures.
- Les données internes, portant l'essentiel de l'information disponible sous forme de base de données.
- Les états finaux, sorties du système.

- Structure logique

La structure logique des données est élaborée en deux temps:

- La constitution du dictionnaire.
- La structuration.

Pour constituer le dictionnaire, nous utilisons l'analyse des besoins fournie dans le chapitre précédent ainsi que la définition des entrées et sorties d'informations fournie par l'établissement des traitements.

Suite à ce travail, le concepteur cherche à dresser une organisation suivant le modèle entité/ relation, utilisé dans la méthode MERISE pour l'élaboration d'un modèle conceptuel des données. Son avantage est de fournir une image complète et structurée des données internes de l'application. La figure VI.2 présente le résultat de ce travail. Le concepteur ne cherche pas un modèle du processus mais celui des données que l'on mémorise concernant le suivi de ce processus.

Cette représentation fait apparaître 9 objets:

- Les personnes travaillant sur les lignes
- Les dates, reflétant l'organisation du temps
- Les lignes auxquelles sont affectés les ouvriers
- Les machines appartenant aux lignes
- Les ordres de fabrication, entrée de commande
- Les rebuts constituant le stock à éliminer
- Les types de produits
- Les arrêts
- Les types d'arrêts

Cette structure, esquisse du modèle conceptuel des données, met en évidence l'importance du choix de l'horizon de mémorisation des événements, qui est ici de la journée. Son

existence comme objet et les multiples relations qui s'y rapportent en sont la marque.

Certains objets, les ordres de fabrication, les rebuts et les arrêts, tirent leur existence propre du caractère aléatoire de leur occurrence, d'un point de vue informatique. Elle n'est pas guidée par une relation entre les autres objets de la base.

Les objets sont reliés entre eux par des relations dont les plus caractéristiques sont au nombre de quatre:

- L'affectation du personnel, liant un ouvrier à une ligne pendant un poste.
- Les rendements de ligne, répartis par postes.
- Les affectations liant les machines aux ordres de fabrication.
- La productivité, caractéristique d'une machine et d'un type de produit donné.

La mise en place d'une telle structure sur un diagramme unique en facilite la compréhension et l'apprentissage. Elle permet de ce fait de valider le modèle auprès des utilisateurs finaux et d'aborder la conception détaillée avec de meilleures informations.

Elle permet de vérifier, en y faisant correspondre les traitements, la pertinence et la disponibilité des données dans ce système d'information qui est l'objectif recherché.

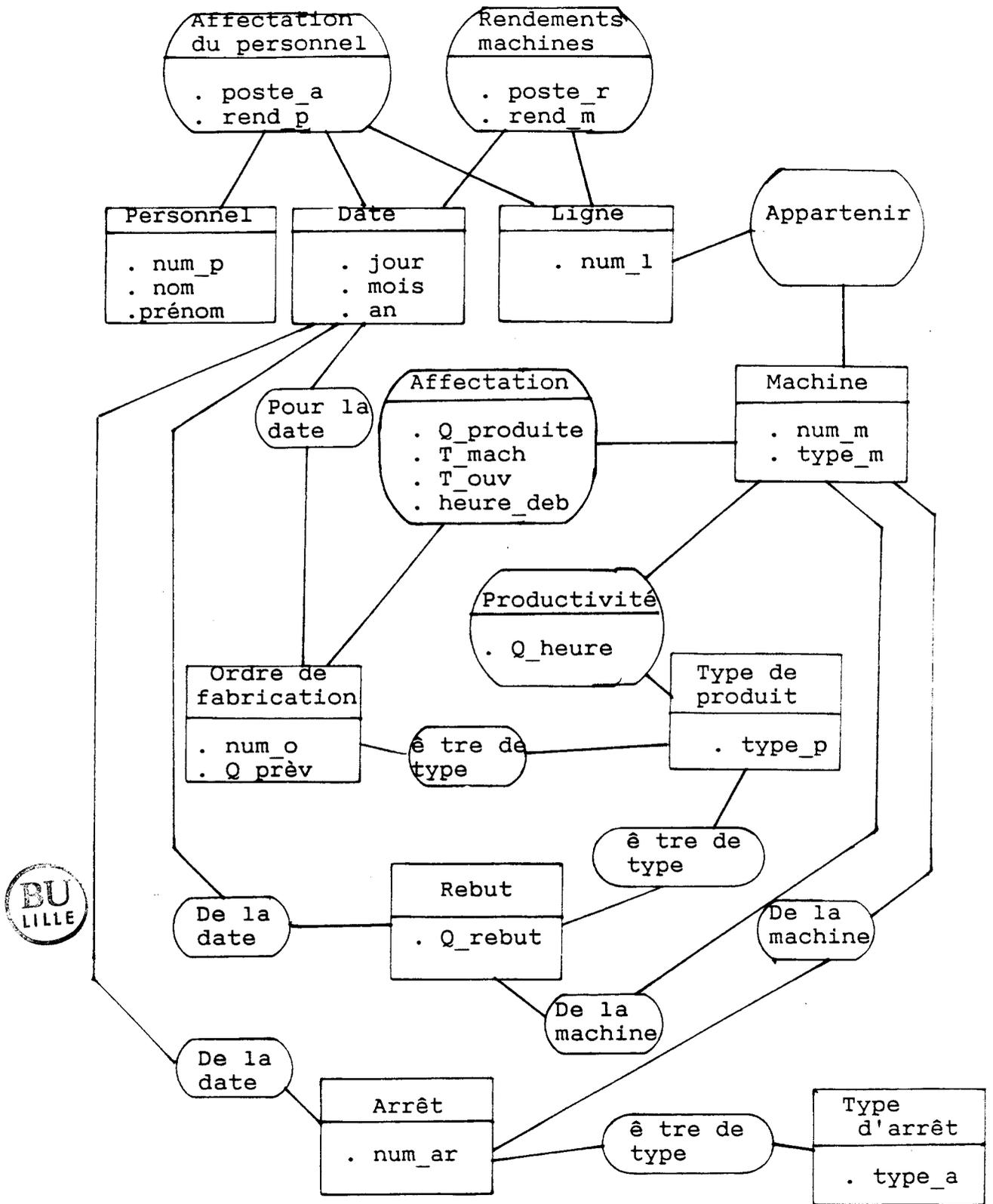


Figure VI.2 : Organisation générale des données

VI.3 LES MOYENS A METTRE EN OEUVRE

VI.1.a Définition

Les moyens à mettre en oeuvre doivent tenir compte de ceux déjà présents dans la Société tout en veillant à respecter l'adaptation de l'architecture aux besoins particuliers de l'application.

La société dispose d'un ordinateur central HP 3000 pour réaliser les travaux de comptabilité et de gestion. Cet équipement est peu adapté aux besoins temps réels du suivi de production qui sera donc supporté par un système spécifique.

Par contre, une liaison entre ces équipements paraît indispensable pour assurer une évolution future du pilotage de l'usine. Il existe en effet un bon nombre de logiciels de GPAO fonctionnant sur HP 3000 dont il ne faut pas se bloquer l'accès.

Il ne semble pas, par ailleurs, y avoir de besoins spécifiques en matière de contrôle de processus, ce qui laisse toute latitude au concepteur dans le choix du type de matériel. Les seules contraintes à respecter portent sur la fiabilité et l'évolutivité du système qui équivra à terme tous les ateliers. Un système modulaire s'impose naturellement.

Les réponses techniques sont nombreuses et permettent d'envisager une intelligence locale pour effectuer un premier niveau de traitement et de vérification de cohérence. Le système local ne centralise alors qu'une faible quantité d'informations à forte probabilité de vraisemblance.

Pour tenir compte de ces considérations, la structure envisagée possèdera deux niveaux :

- un niveau ligne constitué d'un dispositif intelligent pour chaque ligne et réalisant le pré-traitement des informations provenant des capteurs et du terminal de saisie.

- un niveau atelier constitué par un système autonome réalisant le dialogue avec le responsable d'atelier, le dialogue avec les postes locaux, le dialogue avec les autres services. Ce système est chargé du traitement proprement dit et de la sauvegarde des informations.

Cette organisation réclame un nombre de liaisons non négligeable qu'il serait souhaitable de réaliser à l'aide d'un réseau local industriel. Élément de communication, il permet d'établir des liaisons par logiciel ce qui amène une souplesse remarquable pour les connections.

Ce réseau local peut intervenir à deux niveaux différents:

- Entre les systèmes locaux et le système central d'atelier.
- Entre le système central d'atelier et les services annexes.

Il est même envisageable de relier les deux niveaux de liaison par le même réseau.

Par une bonne gestion des messages, de nouvelles applications utilisant une partie du système existant sont mises en place sans perturber les applications installées. De même, l'utilisation de deux systèmes centraux au lieu d'un seul augmente la fiabilité de l'ensemble.

Pour obtenir une bonne efficacité, les systèmes locaux posséderont un haut degré d'autonomie et pourront emmagasiner des informations recueillies sur une période de temps suffisante pour permettre une reconfiguration ou réparation du système central. Ceci allège considérablement la tâche du système central qui n'a plus besoin de fonctionner en temps réel.

la figure VI.3 présente les quatre niveaux de l'architecture matérielle du dispositif.

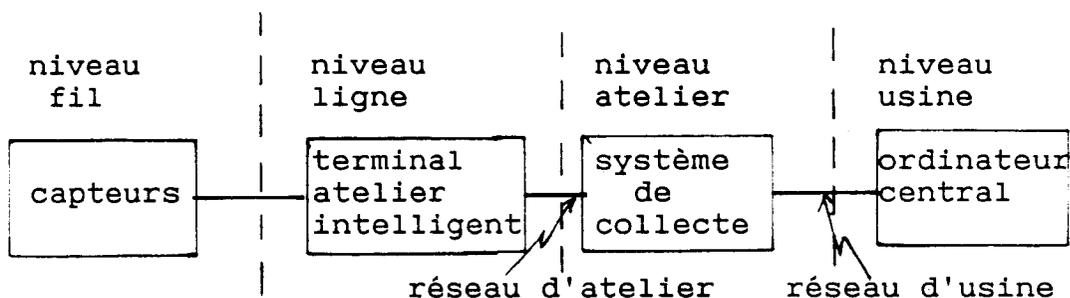


Figure VI.3 : Architecture matérielle du dispositif.

D'un point de vue matériel, le poste local est chargé de l'interface avec les capteurs. Une modification des capteurs n'influe que sur cette partie, avantage de la modularité.

En résumé, nous pouvons définir les différentes fonctions que doit remplir le système :

- L'interfaçage avec les capteurs.
- Le dialogue avec l'ouvrier.
- Les traitements locaux.
- Le transport des informations.
- Le traitement central.

VI.3.b Les systèmes existants

Etant donné la grande variété des fonctions demandées au dispositif, il existe de multiples architectures y répondant. Chacune met l'accent sur une fonction particulière ce qui rend leur présentation particulièrement hétérogène.

Nous nous sommes attachés à ne présenter que des solutions limitant les coûts d'acquisition en gardant une homogénéité d'architecture suffisante. Nous avons recensé 7 types de systèmes proposés sur le marché :

- les systèmes à base d'automates
 - les systèmes à base de cartes
 - les terminaux d'atelier
 - le système opto 22
 - les systèmes à base de réseau local
 - le système BITBUS
 - les systèmes à base de mini-ordinateurs
- Les automates programmables.

Systèmes intelligents interfacés directement avec les capteurs, ils ne semblent pas adaptés aux traitements à effectuer dans notre cas.

Les traitements binaires, pour lesquels ils sont conçus, sont en effet peu nombreux tandis que les traitements de type informatique sont plus conséquents.

Ceci impose l'utilisation d'automates haut de gamme possédant les fonctions de calcul nécessaires. Des liaisons entre équipements par des réseaux existent. Le système central serait alors un micro-ordinateur.

Leur utilisation ne se justifie que dans des systèmes exerçant une action sur le processus.

- Les systèmes à cartes.

Ils se caractérisent par l'existence d'un choix important de cartes. L'interfaçage avec les capteurs en est facilité. Le réseau local, élément de simplification des liaisons, n'est pas obligatoire. Un ensemble de liaisons séries est suffisant pour les échanges.

Nous avons remarqué le système Gespac dont le coût est peu élevé. Il permet la définition d'un système local évolutif en nombre d'entrées-sorties et de bonne capacité de calcul.

Le système VME, à base de composants MOTOROLA offre une alternative intéressante au système GESPAC. Ce système, d'un coût sensiblement plus élevé, offre des configurations plus évoluées. Son implantation industrielle est importante.

- Les terminaux industriels.

Ils sont réalisés à partir de cartes industrielles (SCAP 50 de PHILIPS, PAY 83) ou de cartes spécifiques. Ils intègrent la gestion du clavier et de l'affichage et permettent la liaison avec un système central.

Certains terminaux ont la possibilité de recevoir des informations en provenance des machines et sont adaptés à notre application. Ce sont les éléments les plus proches des besoins formulés.

- Le système opto 22.

Il est réalisé par des spécialistes de l'interfaçage industriel. Il est composé de borniers intelligents permettant de multiples fonctions que l'on peut relier par une liaison RS 422 multipoints à un système maître.

Une carte de pilotage peut s'intégrer à un micro-ordinateur que l'on équipe d'un logiciel d'interfaçage.

Des stations intermédiaires à base de microprocesseurs Z80 réalisent une structure hiérarchique. Ces stations possèdent une liaison maître pour le pilotage de l'aval et une liaison esclave pour leur contrôle.

Elles se programment en basic avec la possibilité de télécharger le programme à partir du bus esclave. Le coût d'un tel système est peu élevé et il est facile à mettre en oeuvre. Il est envisageable de prévoir une mise en oeuvre du système par un personnel non spécialiste.

- Les systèmes à base de réseau local.

Il existe des réseaux locaux à moyen débit (LAC de la société COMPEX) permettant la liaison entre équipements hétérogènes.

Des systèmes à cartes constituent alors les éléments terminaux intelligents. Le réseau s'intègre alors dans un des emplacements du boîtier ce qui rends le dispositif très fonctionnel. Ces ensembles permettent des configurations très variées.

- Le système BITBUS de INTEL.

Ce constructeur propose un réseau de saisie de données dont les postes locaux sont constitués de micro-contrôleurs 8044 : le BITBUS.

Le système central est constitué autour du bus MULTIBUS et permet des configurations diverses.

L'avantage majeur de ce système est d'offrir un système d'exploitation temps réel réparti homogène pour tous les sites: IRMX. Ceci permet une organisation hiérarchique des traitements facilitant l'étude et l'exploitation.

L'inconvénient majeur réside dans le manque d'interfaçage industriel de ce système au niveau des postes locaux, ce qui nécessite l'adjonction d'un circuit supplémentaire non fourni par ce constructeur.

- Les systèmes à base de mini-ordinateurs.

Ils présentent une grande capacité de calcul et une grande facilité de mise en oeuvre du logiciel central. La société possédant un HP 3000 comme système central peut avantageusement trouver chez ce constructeur des équipements de saisie et des mini-ordinateurs temps réel.

L'homogénéité de marque procure des facilités de réalisation des liaisons non négligeables et une facilité de prévision de la maintenance.

VI.3.c Choix du système

Trois critères interviennent dans le choix du système :

- son architecture
- son coût
- sa maintenance

L'architecture est dominante sur les performances du système. Son adaptabilité à des modifications des grandeurs saisies permet une grande souplesse dans l'organisation de la production.

De même, cette architecture détermine la facilité de mise en place et le suivi de son fonctionnement.

Les réseaux locaux permettent de réaliser des systèmes très souples dont la hiérarchisation n'est supportée que par la définition des programmes des équipements. Ils possèdent des possibilités de reconfiguration rapide en cas de défaillance des équipements centraux.

L'utilisation d'un tel système peut fournir la possibilité de relier les équipements de tous les ateliers à un même système, ce qui offre une grande souplesse d'utilisation et d'évolution.

Les différences de coût entre les systèmes proposés sont très grandes, mais ceux-ci cachent des questions essentielles de coût de maintenance, de fiabilité, de mise en place ainsi que d'étendue des possibilités offertes aux utilisateurs.

La mise en place d'un tel système ne peut en effet s'envisager sans l'ouverture à de futures extensions vers la GPAO sur le site central. Le responsable d'atelier doit alors pouvoir réaliser un certain nombre de traitements à partir de son poste de travail sans être gêné par des protocoles complexes.

De même, l'interconnection de ce système avec la partie maintenance ou contrôle qualité est envisageable.

L'investissement doit prendre en compte ces points pour permettre l'évolution future la plus harmonieuse possible.

La maintenance du système est un facteur clé pour de tels systèmes. En effet, c'est sur la fiabilité du système que repose une bonne part de la qualité des informations fournies.

Outre le coût qu'elle engendre, la qualité du service rendu par le fournisseur est de toute première importance. Elle repose sur des critères techniques d'homogénéité d'équipement qui limitent les intervenants de maintenance et évite tout problème de définition de responsabilité.

Elle repose également sur des critères divers d'éloignement géographique, d'évolutivité du partenaire. Ces critères ne permettent pas de faire un choix absolu entre les diverses solutions mais permettent au décideur d'en peser les conséquences.

VI.4 L'INSTALLATION DU SYSTEME

VI.4.a La démarche

La mise en place d'un tel dispositif réclame beaucoup de prudence. Elle demande en effet une modification des habitudes de travail des personnels impliqués, ce qui a des conséquences sur la productivité en phase d'apprentissage.

D'autre part, la mise au point de la nouvelle organisation peut entraîner une révision de certains points de logiciel, ce qui ne doit pas perturber le contrôle de la production.

Pour faciliter cette implantation, il est donc nécessaire de procéder à des tests préalables. Deux tests sont à prévoir :

- Dans un premier temps, tester la nouvelle organisation en effectuant des essais manuels. Celui-ci offre une grande souplesse de mise en oeuvre et permet de vérifier la faisabilité de l'organisation avant les études approfondies du logiciel.

- Dans un deuxième temps, tester la partie informatique sur une échelle réduite pour permettre la mise au point du logiciel et une première analyse des résultats. Ce n'est que quand le dispositif est au point qu'il est possible de le généraliser à tout l'atelier.

Il est également possible de prévoir la mise en place du logiciel en plusieurs étapes pour obtenir des résultats plus rapidement. La partie avance et retard paraît en effet la première à implanter.

Cette mise en oeuvre partielle peut également créer chez les utilisateurs les bons réflexes en cas d'anomalies ultérieure et donc être une phase d'apprentissage judicieuse.

VI.4.b Evaluation de la rentabilité

Il est très difficile de calculer la rentabilité d'un tel système avant son implantation effective. Il faut donc procéder en deux étapes : établir une estimation a priori puis vérifier a posteriori les gains obtenus.

Dans l'estimation des gains, nous pouvons compter les temps opératoires gagnés, mais il faut les diminuer des temps à prévoir pour l'exploitation du nouveau système. Il faut également évaluer si la diminution de charge de travail engendre un bénéfice réel pour l'entreprise.

Le contrôle pesage de 3/4 d'heure par jour est supprimé mais remplacé par une pesée par bobine. Sachant que 3000 bobines sont produites par jour, il paraît impensable d'espérer un gain de temps .

Le relevé des pannes et de l'état de la production qui occupe le réglleur 18 fois dans la journée à raison de 18 minutes est remplacé par la signalisation des pannes qui occupe l'ouvrier pendant 30 secondes pour signaler 350 arrêts en moyenne ce qui représente un gain de temps de 2H30 par jour au total.

Le temps de dépouillement des rapports de production est également gagné ce qui représente 5H par semaine.

Ces gains de temps ne sont donc pas représentatifs devant les déplacements de tâche. Par contre, la meilleure gestion de l'atelier peut permettre de limiter les rebuts en les contrôlant en fin de chaîne, de manière visible pour l'ouvrier, de mieux synchroniser les approvisionnements des machines, de mieux entretenir le matériel, de réduire la durée globale de production.

Ces critères ne sont pas formalisables directement mais on peut déjà estimer que la meilleure connaissance des arrêts ainsi que leur corrélation avec la vitesse de défilement accroîtra sensiblement la productivité.

Ceci sera à mettre à l'actif de l'ensemble des acteurs de la production. C'est dans la manière dont ils vont utiliser concrètement les données du système mis en place pour améliorer leurs techniques de travail qu'ils obtiendront une meilleure qualité.

Dans ce domaine, la quantification ne peut s'établir que par la mesure à posteriori des gains réalisés en rendement réel qui est la quantité de produit traité par heure travaillée, mais également en flexibilité qui se chiffre par le temps de transit dans l'atelier, et en respect des délais.

En ce qui concerne l'amélioration du processus, il apparaît, dès cette analyse, que le temps de réparation d'un fil, qui est au minimum de 10 minutes, correspond en fait à plus de 5H d'arrêt total de la production de l'atelier de galvanisation par semaine, ce qui représente 4 % du temps.

Toute solution pour diminuer ce temps est donc la bienvenue et d'autant plus qu'elle représenterait une diminution conséquente de la charge des ouvriers de l'atelier, ce qui leur permettrait de mieux réaliser leur tâche de surveillance, ou de rendre possible une augmentation de la vitesse de défilement.

En conclusion, si le chiffrage direct des gains n'est pas suffisant pour décider de l'investissement dans ce système, celui-ci offre au personnel une voie très prometteuse d'augmentation de la productivité.

Ce travail d'équipe, à la limite de l'automatisation et des cercles de qualité est une voie de progrès de la production que nul ne peut négliger.

CONCLUSION GENERALE

La différence entre la réalisation présentée au chapitre IV et le système proposé au chapitre VI montre toute l'importance de la phase d'analyse dans une étude d'automatisation.

La méthode

Cette analyse de caractère abstrait ne peut se réaliser sans le soutien d'une méthode de travail. Il n'existe pas actuellement de méthode globale pour résoudre efficacement les problèmes de productique qui allient automatisation et informatisation.

Ceci impose à l'analyste la constitution de sa propre méthode à partir de celles qui existent et en tenant compte de son cas particulier.

Dans notre étude, nous avons choisi trois points de vue :

- une vision système, globale, constituée du recueil de l'existant par la méthode MERISE et d'une représentation de la structure par SADT.
- un approfondissement de l'activité de chaque poste important par SADT.
- une analyse du processus utilisant les réseaux de Petri.

Après une analyse descendante selon ces trois points de vue, une vérification ascendante vient en assurer la cohérence.

Le modèle

Le résultat de ce travail est porté par trois modélisations différentes dont on tient compte dans l'élaboration du nouveau système pour les rendre cohérentes.

L'utilité de la modélisation ne s'arrête toutefois pas à ce stade, elle constitue en fait le premier résultat du suivi de production dont le but est d'obtenir une connaissance des phénomènes liés à la production.

Dès l'analyse, cette connaissance est affinée et les responsables disposent d'informations qu'ils peuvent exploiter pour améliorer le processus existant.

Un test manuel peut servir de validation de ce modèle avant son utilisation pour la conception des programmes.

Les outils

Cette modélisation ne s'obtient pas sans difficulté. En effet, l'apprentissage des différentes méthodes nécessite un temps assez long, ce que l'on ne peut rentabiliser sur une étude unique.

Cet apprentissage se déroule en deux phases :

- une analyse de la méthode pour en comprendre les finalités.

- une application sur un exemple pour en comprendre le fonctionnement.

Les effets de cet apprentissage ne se limitent toutefois pas à l'application directe des méthodes. Ils procurent à l'utilisateur un ensemble de principes qui l'aident à structurer l'analyse globale.

Le produit qui en résulte, porte le travail de l'analyste que tous les acteurs d'un projet peuvent étudier aisément. Les méthodes sont un outil à son service et non un moule dans lequel il fonde ses études.

L'étude

Il serait tout à fait prématuré de clore l'étude à ce stade du projet. En effet, tant la réalisation du système que l'évolution du processus entraînent une amélioration de l'analyse ou une adaptation des principes.

L'analyse va donc s'affiner au fil du temps mais les moteurs de cette évolution ne seront plus des intervenants extérieurs mais les acteurs de production.

Ceci sera sans aucun doute une grande source de changement dans l'atelier dont on ne peut mesurer les effets à long terme.

BIBLIOGRAPHIE

- AFC 85 AFCET
 Gestion de production
 Journée d'étude du 14 Mars 1985 Paris
- ANC 87 B. ANCELIN, A. SEMERY
 Calcul de la productivité d'une ligne intégrée
 de fabrication :CALIF, un logiciel industriel
 basé sur une nouvelle heuristique
 RAIRO AP II 1987 VOL 21 No. 3
- BAR 81 P.BARANGER et S. HUGUEL
 Production
 Vuibert
- BOTT 80 M. BOTTECHIA, M. ROUVE
 Organisation et gestion de la production
 Journées d'études
 Valenciennes 21-24 Octobre 1980
 Technique et Documentation
- BOUR 87 J.P.BOUREY, D.CORBEEL, E.CRAYE, J.C.GENTINA
 Utilisation des réseaux de PETRI structurés
 adaptatifs colorés dans l'analyse et
 la synthèse du contrôle hiérarchisé de
 processus discontinus
- BOY 82 Luc BOYER, Michel POIREE, Elie SALIN
 Précis d'organisation et de gestion
 de la production
 Les éditions d'organisation
- BRAMS 83 G.W. BRAMS
 Réseaux de Petri : théorie et pratique
 Masson

- CAP 85 Convention automatique-productique
 Méthodologie générale d'automatisation
 pour les industries manufacturières
 Paris 23 Décembre 1985
- CESTA 84 C. EICHER, A. HUTCHEREL, J.P KIEFFER, H. MOLET,
 J.C SARDAS
 Mise en oeuvre et réalités de la GPAO
 CESTA
- CHAU 85 J.F. CHAUSSIER
 Gestion de production
 Concepts, typologie, perspectives
 CETIM
- COL 86 A Collongues, J Hugues, B Laroche
 Merise méthode de conception
 Dunod Informatique.
- COR 85 D.CORBEEL, C.VERCAUTER, J.C.GENTINA
 Modélisation homogène du graphe de contrôle
 d'un système de conduite de
 processus industriels
 Congrès automatique 85 AFCET Toulouse
- DOU 83 Guy DOUMEINGTS, Dominique BREUIL, Lucas PUN
 La gestion de production assistée par
 ordinateur
 Hermes série XAO
- DOU 84 Guy DOUMEINGTS
 Méthode Grai : méthode de conception des
 systèmes en productique
 Thèse de docteur d'état ès sciences
 Bordeaux I
- GAL 85 GALACSI
 Les systèmes d'information
 Analyse et conception
 Dunod Informatique
- HOLL 85 D. HOLLINGER
 Utilisation pratique des réseaux de Petri
 dans la conception des systèmes de production
 TSI VOL 4 No. 6 1985



- IGL 82 M. LISSANDRE IGL
Support de cours SADT
- INF 82 INFOGEM
L'analyse structurée SSAD
- LEM 77 J.L.LEMOIGNE
La théorie du système général
Les presses universitaire de France
- MAR 77 Daniel MARTIN
Bases de données : méthodes pratiques
Dunod Informatique
- MEL 61 J.MELESE
La gestion par les systèmes
Edition hommes et techniques
- PAY 83 G.PAYEN
La saisie industrielle et son application
dans le domaine de la productique
Congrès automatique 83 Besançon
- ROSS 77 Douglas T. ROSS
Structured Analysis :
a language for communicating ideas
IEEE Transactions on software engineering
Vol SF3 No.1 January 1977
- SHI 86 Shigeo Shingo
Maîtrise de la production et méthode Kanban.
Les éditions d'organisation
- TERR 87 C. TERRACOL, R. DAVID
Performance d'une ligne composée de machines et
de stocks intermédiaires
RAIRO AP11 1987 VOL 21 No. 3

- TSI 85 Afcet Informatique
 Technique et science informatique
 Spécial réseaux de Petri
 VOL 4 No.1 1985
- URGI 86 URGI Nord
 Données techniques sur le Génie Logiciel et ses
 applications
 ICAM 28 Novembre 1986
- VERC 82 C. VERCAUTER
 Un ensemble d'outils d'aide à la spécification
 et à la conception des systèmes industriels
 Thèse 3ème cycle Lille

ANNEXES

ANNEXE 1 : Les documents utilisés

ANNEXE 2 : La structure de la méthode MERISE

ANNEXE 3 : Rentabilité du prototype

ANNEXE 1 :

LES DOCUMENTS UTILISES

La circulation des informations s'effectue à l'aide de documents portant tous les renseignements utiles à la communication entre services. Nous présentons dans cette annexe ceux que nous avons recueillis aux tréfilereries de Xertigny. Ils appartiennent à quatre familles :

- Les gammes de fabrication : ce sont les fiches complètes de cinq produits faisant partie du classeur des produits sous la responsabilité du laboratoire.

Sur chacune de ces fiches nous avons mis en évidence une partie spécifique de la gamme en l'entourant.

La première souligne la définition du produit fini.

La seconde indique la suite d'opérations de la gamme.

La troisième relève les entrées sorties d'opération.

La quatrième présente le détail d'une opération.

La dernière repère l'étiquetage des bobines.

C'est à partir de ces fiches que sont élaborés les ordres de fabrication.

- La codification des produits : donne l'ensemble des possibilités des numéros de codage à 8 nombres que le système informatique central a adopté.

- Les rapports de production : y est consigné l'ensemble des pointages pour une semaine pour une ligne de production. A partir de ceux-ci sont élaborés des rapports mensuels des arrêts ainsi que les primes ouvrier.

Tous les calculs effectués figurent sur la fiche de manière à retrouver d'éventuelles erreurs. Les périodes dont on ne tient pas compte pour le calcul des rendements ouvriers sont entourées (nombre de fils en service trop faible).

Les rendements hebdomadaires des lignes sont ensuite regroupées sur une fiche de rendement couvrant un horizon de un mois (comportant un nombre entier de semaines).

Les primes ouvriers sont reportées sur une fiche de prime sur laquelle figure le barème employé.

- Les bons de travail : utilisés pour les travaux d'entretien, ils recueillent toutes les informations pour une panne donnée depuis la demande d'intervention jusqu'à la fin de la dernière tâche de maintenance.

204

ECHANTILLON					Affectation		Commande n°		Nombre		Poids		Convoyage	
QUALITE Clair FR A FD					PRESENTATION Botte		Diamètre 2,80							
Diamètre	Tol.	Faux rond	Plé	Voile	Gram / m ²	Immersion	R kg/mm ²	A % 200 mm	e. kg/mm ²	Tors	Plage			
2,80	+ 0,01 - 0,01	0,01	650	0	/	/		15	/	/	/			
Référence							EW 5838							
Rempl.	Poids	Métr.	Pas	Sens	Liens	Emballage	Etiqu. individuelle		Etiqu. Caisse					
/	50 Kg	/	/	/	/	Housse	/		Blanche :		2,80 - FR 18 - 8343			
Référence														

PLAN-QUAL Remplacement Convoi Type N° 12/09/1986 Convoi type N° 8343

OP1	Ø 6,5 A TREFILER										CV
Ebau	FR 18 SMN C 55/87	Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
Acier		2,88	Pilon	CLAIR	LUB 16	/	Pex908 25700M	mini maxi	/	/	
Qualité	/	+ 0,02	Contrôle Ø - Fil non rayé				Etiquette 2,88 - FR 18				
Format	/	- 0,02	B4 : 550-470-400-340-288				Entrée : 1 ère bob. BARCRO				
Etiquette	/	Métrage	B 5 : 550-470-400-340-288				Entrée : 1 ère Bob.				

OP2	2,88 TRAITEMENT THERMIQUE EBNER										CV
Four	FR 18	Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
Acier	FR 18	2,88	Pilon	Recuit glob EB 02 ou EL 12	Bleu	/	/	mini maxi	/	/	
Qualité	Clair	/	Contrôle				Etiquette 2,88 - FR 18				
Format	Pilon		Résistance								
Etiquette	FR 18	Métrage					+ Réf. ouvrier				

OP3	2,88 A PHOSPHATER + TREFILER										CV
L 1	FR 18	Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
Acier	FR 18	2,80	Botte	LUB 19	SU 26	/	/	mini maxi	50	/	
Qualité	R.Glob.EBN	+ 0,01	Contrôle Ø - Fil non rayé - Résistance				Etiquette Blanche :				
nat	Pilon	- 0,01	Extrémités piquées dans la botte				2,80 - FR 18 - 8343				
Etiquette	FR 18	Métrage					+ Réf. ouvrier				

OP4											CV
Acier		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
Qualité								mini maxi			
Format			Contrôle				Etiquette				
Etiquette		Métrage									

OP5											CV
Acier		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
Qualité								mini maxi			
Format			Contrôle				Etiquette				
Etiquette		Métrage									

.640 .. 75 20 751 68 67 020-01

Affectation							Nom		Poids		Conv.	
QUALITE RETREFILE							PRESENTATION		Diametre		0,20	
							MP100 NOIRE + VERTE					
Diametre	Tol.	Faux rond	PM	Voile	Gram / m ²	Immersion	R kg/mm ²	A % 200 mm	e. kg/mm ²	Tors	Plage	
0,20	+ 0,01 - 0	0,005	320 350	0	/	/	/	/	/	/	/	
Référence												
Rempl.	Poids	Métr.	Pas	Sens	Liens	Emballage	Etiqu. individuelle		Etiqu. Caisse			
A 9 MM DU BORD	100 Kg	/	/	DEV H	/	P 107	ROUGE/BLANCHE 0,20 - 5169		Rouge/blanche 0,20 - 5169			
Référence												
						596						

Remplacement Caoyol Type N° 18/06/1986 Convoy type N° 5169

OP1		Ø 5,5		A TREFILER								CV
EBAU		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°			
Acier	FM 5	2,10	PILON	CLAIR	LUB J5	/	/	mini maxi	/	/		
Qualité	/	+ 0,02	Contrôle		Etiquette BLANCHE MÉTALL.							
Format	/	- 0,02	/		2,10 RH							
Etiquette	/	Métrage	/		+ RÉF. OUVRIER							

OP2		2,10		A TREFILER								CV
REPR		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°			
Acier	FM 5	0,85	R 700	CLAIR	LUB 22	/	/	mini maxi	/	/		
Qualité	CLAIR	+ 0,01	Contrôle		Etiquette BLEUE 3 VOILETS: 0,85							
Format	PILON	- 0,01	TRANCANNAGE : PAS 4 A 5 MM		+ RÉF. OUVRIER							
Etiquette	BLANCHE MÉT.	Métrage	PRESSION 700 G		+ N° MACHINE							

OP3		0,85		TRAITEMENT THERMIQUE CM11								CV
FOUR		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°			
Acier	FM 5	0,85	R 700	CM 05	BLEU	/	/	mini maxi	/	/		
Qualité	CLAIR	/	Contrôle		Etiquette BLEUE 3 VOILETS: 0,85							
Format	R 700	Métrage	/		+ RÉF. OUVRIER							
Etiquette	BLEUE 3 V.			+ N° MACHINE								

OP4		0,85		A GALVANISER L. 8/1								CV
GALV		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°			
Acier	FM 5	0,85	C 780 R 630	/	SU J5 LUB 07	/	/	mini maxi	/	/		
Qualité	R.P. BLEU	/	Contrôle		Etiquette JAUNE : 0,85 GRP							
Format	R 700	Métrage	/		+ RÉF. OUVRIER							
Etiquette	BLEUE 3 V.											

OP5		0,85 GRP - A TREFILER								CV
CARC		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	PM	Voile
Acier	FM 5	0,20	MP 100	/	LUB 28 LUB 48	/	/	mini maxi	100	320 350
Qualité	GALVA	+ 0,01	NOIRE + VERTE	Contrôle		Etiquette KODAK SUR BOBINE				
Format	C 780/R 630	- 0	ASPECT- Ø - RÉSISTANCE		ET PLÉ PRELEVÉ					
Etiquette	JAUNE	Faux rond	ENROULEMENT		+ ÉTIQUETTE ROUGE/BLANCHE : 0,20-5169					
		0,005			+ RÉF. OUVRIER					



Affectation										Nombre	Poids	Convoi N°	
QUALITE recuit Bl. Gras					PRESENTATION E 160					Diamètre 0,22			
mètre	Tol.	Faux rond	Pis	Voile	Gram / m ²	Immersion	R °/mm ²	A % 200 mm	e. °/mm ²	Tors	Pliage		
0,22	+ 0,005 - 0,005	0,005	/	/	/	/	45 Maxi	15 Mini	/	/	/		
Référence													
Rempl.		Poids	Métr.	Pas	Sens	Liens	Emballage	Etiqu. individuelle		Etiqu. Caisse			
/		8 Kg	/	/	/	/	102 C	/		Jaune/blanche 0,22			
Référence 122													
PLAN-QUAL BOBI					Remplace Convoi Type N° 16/01/87					Convoi type N° 5674			
OP1		1,50 - 5414			A TREFLER			R455 A RÉALISER :			CV		
Carc		Diam. Tol.		Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°			
Acier		0,22		R 455	clair	LUB 31	/	/	mini maxi /	/			
Qualité		+ 0,005		Contrôle		Etiq. Métall. : 0,22		+ réf. ouvrier					
Format		- 0,005		Métrage		+ n° machine							
Etiquette		Américain											
OP2		0,22			TRAITEMENT THERMIQUE CMTM							CV	
Acier		Diam. Tol.		Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°			
FMS PEB		0,22		R 455	recuit pot	blanc	/	/	mini maxi /	/			
Qualité		/		Contrôle		Etiq. métall. : 0,22		+ réf. ouvrier					
Format		/		Métrage		+ n° machine							
Etiquette		Métall.											
OP3		0,22			A BOBINER							CV	
Acier		Diam. Tol.		Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°			
FMS PEB		0,22		E 160	/	LUB 39	/	/	mini maxi	/			
Qualité		+ 0,005		Contrôle		Etiq. ronde : 0,22		+ réf. ouvrier					
Format		- 0,005		Métrage		+ n° machine							
Etiquette		Métall.											
OP4		CV											
Acier		Diam. Tol.		Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°			
Qualité		/		Contrôle		Etiq. /		/					
Format		/		Métrage		/		/					
Etiquette		/		/									
OP5		CV											
Acier		Diam. Tol.		Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°			
Qu.		/		Contrôle		Etiq. /		/					
Format		/		Métrage		/		/					
Etiquette		/		/									



Affectation										Nombre	Poids	Convoi n°
QUALITE					PRESENTATION					Diamètre 0,30		
RECUI BL Gras					MP 100							
Diamètre	Tol.	Faux rond	Plé	Voile	Gram / m ²	Immersion	R kg/mm ²	A % 200 mm	e. kgs/mm ²	Tors	Pliage	
0,30	+ 0,01 - 0,01	0,01	/	/	/	/	45 MAXI	15 MINI	/	/	/	
Référence												
Rempl.	Poids	Métr.	Pas	Sens	Liens	Emballage	Etiq. individuelle	Etiq. Caisse				
/	100 Kg	/	/	/	/	107 G ECO	/	JAUNE/BLANCHE 0,30 - 5462				
Référence											ETIQUETTE GRAISSE	

PLAN-QUAL BOBI Remplace Convoi Type N° 18/11/1986 Convoi type N° 5462

OP1	Ø 5,5	A TREFILER							CV	
EBAU		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°	
Acier	FM 5	1,80	PILON	CLAIR	LUB 15	/	/	mini / maxi	/	
Qualité	/	+ 0,02	Contrôle							Etiquette
Format	/	- 0,02	/							Blanche 3 Volets + Réf. ouvrier
Etiq. e	/	Métrage								

OP2	1,80	TRAITEMENT THERMIQUE							CV	
FOUR		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°	
Acier	FM 5	1,80	PILON	Recuit pot EL 09	Blanc	/	/	mini / maxi	/	
Qualité	CLAIR	/	Contrôle							Etiquette
Format	PILON	/	/							Blanche 3 Volets + Réf. ouvrier
Etiquette	Blanche 3V.	Métrage								

OP3	1,80	A TREFILER (MOTEUR C/C)							CV		
CARC		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
Acier	FM 5	0,30	MP 100	CLAIR	LUB 31	/	/	mini 100 maxi	/		
Qualité	R.P. BLANC	+ 0,01	MÉTALL.	Contrôle Ø							Etiquette
Format	PILON	- 0,01	FAM							MÉTALL. : 0,30 + RÉF. OUVRIER	
Etiquette	Blanche 3 V.	Métrage	ETIQUETTE MÉTALL. RIVÉE SUR JOUE QUEUES DE SOUDURES APPARENTES							+ N° MACHINE	

OP4	0,30	TRAITEMENT THERMIQUE CMTM							CV		
FOUR		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
Acier	FM 5	0,30	MP 100	Recuit pot CM 09	Blanc gras LUB 52	/	/	mini / maxi	/		
Qualité	CLAIR	/	MÉTALL.	Contrôle							Etiquette
Format	MP 100 MÉT.	/	Ne pas recuire aux fours électriques							MÉTALL. : 0,30 + RÉF. OUVRIER	
Etiquette	MÉTALL.	Métrage								+ N° MACHINE	

OP5	0,30	Rec. CMTM - A RECONDITIONNER							CV	
BOBI		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°	
Acier	FM 5	0,30	MP 100	/	/	/	/	mini 100 maxi	/	
Qualité	R.P. BL. Gras	+ 0,01	Contrôle							Etiquette
Format	MP 100 MÉT.	- 0,01	CHANGEMENT DE FLASQUES							JAUNE/BLANCHE 0,30 - 5462
Etiquette	MÉTALL.	Métrage								



520 .. 51 20 740 68 68 018

Affectation							Nombre	Poids	Conv.		
QUALITE GRP				PRESENTATION MP 100			Diamètre 0,18				
Diamètre	Tol.	Faux rond	Plé	Voile	Gram / m ²	Immersion	R H ⁹ /mm ²	A % 200 mm	s. kg ² /mm ²	Tors	Plage
0,18	+ 0,01 - 0,01	0,01	320 350	0 30	/	/	45 Maxi	15 Mini	/	/	/
Référence											
Rempl.	Poids	Métr.	Pas	Sens	Liens	Emballage	Etq. individuelle	Etq. Caisse			
/	100 Kg	/	/	/	/	107 C -ECO	/	verte/blanche 0,18			
Référence											
PLAN-QUAL + GALV		Remplace Convoy Type N° 28/11/1983					n° de Convoy		Convoy type N° 5307		
OP1	1,50 - 5415		A TREFILER								CV
Carac Acier Qualité Format Etiquette	FMS PEB Rec. Phos. LI Pilon Métall. 3 V	Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
		0,18	R 455	Clair	Lub 31	/	/	mini / maxi	/		
		+ 0,005 - 0,01	Contrôle Ø			Etiquette Métall. : 0,18 + réf. ouvrier + n° machine					
		Métrage									
OP2	0,18		TRAITEMENT THERMIQUE CMTM								CV
Four Acier Qualité Format Etiquette	FMS PEB clair R 455 Métall.	Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
		0,18	R 455	recuit pot CM 03	bleu	/	/	mini / maxi	/		
		/	Contrôle			Etiquette métall. : 0,18 + réf. ouvrier + n° machine					
		Métrage									
OP3	0,18		A GALVANISER								CV
Galv Acier Qualité Format Etiquette	FMS PEB R.P. Bleu R 455 Métall.	Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
		0,18	MP100	Galva	SU 01 LUB 08	/	/	mini 100 maxi	/		
		+ 0,01 - 0,01	Contrôle SURFACE - ASPECT - Ø			Etiquette meto blanche : 0,18 + réf. ouvrier					
		Métrage									
OP4											CV
Acier Qualité Format Etiquette		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
								mini maxi			
			Contrôle			Etiquette					
		Métrage									
OP5											CV
Acier Qualité Format Etiquette		Diam. Tol.	Unité	Traitement	Surface	Liens	Rempl.	Poids	Norme N°		
								mini maxi			
			Contrôle			Etiquette					
		Métrage									

①
FLUX

400 TDV - PROV XY - PILONS
 405 CLOUS - "SIMAX" - PC
 420 3/4 DUR - RP1000/500
 430 1/2 DUR - RP1000/500
 440 FRAPPE A FROID
 450 CLAIRS FINS MP100/R355
 451 " " BB20/BM20
 452 " " E200/160/125

CLAIRS

460 GROS-PILONS/PC
 463 MP 100 REPRISE
 470 MP 100 TREF. C/C
 471 FIN-BM20
 480 FIN-REPRISE EN BB20/E200
 481 " " E160/E125/E100

RECUTS

500 GROS LB ENROULEURS PC
 510 DIRECT LB RP500
 520 FIN DIRECT MP100
 521 FIN DIRECT BB20
 523 FIN DIRECT E160
 524 FIN DIRECT E125
 530 FIN REPRISE SUR E100/MP15

REC. POT. GALVA

540 ETAIN PUR - DIRECT BOBINES
 541 ETAIN PUR - REPRISE

ETAME

550 PC 400/C780
 561 Ø < 0,50 DIRECT MP 100
 562 " BB20/E200
 563 " E160
 564 " REPRISE E125
 565 " REPRISE BP15/E100
 581 Ø > 0,50 DIRECT MP100
 582 " BB20
 583 " E160
 584 " REPRISE E125

REC. CONT. GALVA

600 PLAT DIRECT
 601 PLAT REPRISE UP4

RETREFILES

640 SUR GROS GRP DIRECT MP100
 641 " BB20
 642 " E200
 643 " E160/125
 660 SUR FIN GRP DIRECT

799 ECHANTILLON
 877 PROV. CDEY OU EXT.
 888 B3 GOCE
 999 DIVERS

CODIFICATIONS DES PRODUITS - XY

N° :

DATE :

DEST : MB ↔ FR

UTILISATIONS REVETEMENT (MAT. PREMIERES)

00 AG.RD
 04 ARMAT 12 CSAV
 05 AUTO 13 CECL
 07 BR.RD 14 PSKP
 10 BROSSE 17 SKP
 16 ECRAN 20 GAL
 17 EMBAL
 21 FICEL 23 GSEC
 23 FILLIAC
 24 FLEUR 27 G15
 25 PERLE 29 G20
 26 CAINE 31 G45
 27 GRILL 32 G75
 28 LATTIS 33 G60
 30 LIENS 39 GSP
 34 MUSEL
 37 NEG. EXT 55 ETAM
 40 PROVI.
 46 SPIRALE 90 BLC5
 51 TOILE 91 BLCG
 52 TREILL 92 NRS
 55 TUYAU 93 NRG
 56 RIVET 94 GLOB
 57 F. FROID
 65 AMIAN 99 DIV

DEFINITION DU FIL (QUAL.)

700 HD.GRO
 701 HD.FIN
 703 1/2D
 704 3/4D
 733 FF. XC18
 734 FF. XC12
 737 FF. 17 MB5
 738 FF. 20 MB5
 739 FF. XC22
 740 RECPOT
 741 FECCONT
 750 FH05SRP
 751 FH08SRP
 798 CLAIR
 799 DIVERS

CONDITIONNEMENTS

01 BPA
 07 BB20
 16 B20M
 31 DIV
 34 C780
 37 RP5
 40 RP10
 43 B120
 48 P404
 57 PILO
 59 BM20
 64 P55C
 65 B20J
 66 BP15
 68 M100
 71 E100
 72 E125
 73 E160
 74 E200
 86 D355
 87 RG30

EMBALLAGES

01 CP
 06 37 B
 09 39 C
 27 PDD
 28 VRAC
 32 JUTE
 39 HOUS
 52 102 C
 54 102 P
 62 105 K
 67 P 107
 68 107 C
 69 72 B
 70 DIV

⑦
DIMENSIONS

0,15	1,10	4,36
0,16	1,12	4,45
0,18	1,14	4,46
0,195	1,14x0,23	4,62
0,20	1,15	5,20
0,21	1,20	
0,22	1,25	
0,23	1,30	
0,274	1,30x0,40	
0,24	1,50	
0,25	1,55	
0,26	1,60	
0,27	1,78	
0,275	1,80	
0,28	1,80x0,65	
0,29	1,90x0,90	
0,296	1,96	
0,30	2,07	
0,31	2,10	
0,315	2,18	
0,32	2,20	
0,33	2,30	
0,34	2,31	
0,35	2,32	
0,355	2,38	
0,36	2,40	
0,375	2,42	
0,40	2,42	
0,41	2,50	
0,42	2,60	
0,425	2,68	
0,43	2,70	
0,44	2,72	
0,45	2,80	
0,46	2,81	
0,475	2,82	
0,48	2,83	
0,49	2,85	
0,50	2,87	
0,52	2,90	
0,53	2,95	
0,55	3,03	
0,56	3,10	
0,58	3,12	
0,60	3,16	
0,61	3,17	
0,63	3,20	
0,65	3,27	
0,68	3,32	
0,70	3,35	
0,71	3,39	
0,72	3,43	
0,73	3,45	
0,75	3,52	
0,78	3,65	
0,80	3,65	
0,82	3,65	
0,85	3,68	
0,88	3,83	
0,90	3,86	
0,94	3,95	
0,95	4,30	
1,00	4,22	

⑧

INDICI
 01
 02
 03
 04
 05
 06
 07
 08
 09
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20

209



BD / 40

Dur au: 13.9.86 Semaine N° 37 RAPPORT DE PRODUCTION, EL

Jour	Heure	5 ^h	6 ^h	7 ^h 30	9 ^h	10 ^h 30	11 ^h 55	TRAF. Réalisé	Réalisation P	ARRÊTS MOTIVES									
		D	E	D	E	D	E		D	E	T.L.P.	TOTAL							
Lundi	Pras	3	1 D	6	1 D	12	1 D	17	5 D	18	6 D	19	6 D	75	711	88	4	72	98
Mardi		23	1 D	23	1 D	22	1 D	23	1 D	23	2 D	22	2 D	135	158	9	4	13	15
Mardi		22	1 D	23	1 D	24	1 D	25	1 D	24	1 D	19	1 D	134	156	4	4	8	10
Jeu		23	0 D	23	0 D	22	0 D	24	0 D	25	0 D	25	0 D	142	167	0	4	4	7
Vend		24	0 D	21	4 D	22	3 D	25	0 D	24	1 D	21	3 D	134	158	11	0	11	14
Samedi																			

A	Nbr phys	35	Temps	85	Réali	758	Arriv	124	30	Nbr phys	750	TOTAL THEORIQUE	624	TOTAL REALISE	19	TOTAL ARRÊTS EXTRACTION
---	----------	----	-------	----	-------	-----	-------	-----	----	----------	-----	-----------------	-----	---------------	----	-------------------------

B	Nbr phys		Temps		Réali		Arriv		Notes							
---	----------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	--	--	--	--	--	--

Jour	Heure	13 ^h	14 ^h	15 ^h 30	17 ^h	18 ^h 30	19 ^h 55	TRAF. Réalisé	Réalisation P	ARRÊTS MOTIVES									
		D	E	D	E	D	E		D	E	T.L.P.	TOTAL							
Lundi	Pras	18	7 D	20	2 D	19	6 D	5	6 D	8	4 D	9	4 D	89	39	32	36	63	11
Mardi		23	8 D	23	1 D	23	1 D	23	1 D	23	1 D	21	1 D	133	154	7	0	7	8
Mardi		21	1 D	20	1 D	20	1 D	24	1 D	24	1 D	24	1 D	134	161	1	6	7	8
Jeu		25	1 D	24	1 D	25	1 D	24	1 D	24	1 D	24	1 D	145	170	1	0	1	1
Vend		17	5 D	13	4 D	20	4 D	22	3 D	23	3 D	22	3 D	123	145	16	0	16	16
Samedi																			

A	Nbr phys	30	Temps	750	Réali	669	Arriv	44	30	Nbr phys	750	TOTAL THEORIQUE	621	TOTAL REALISE	42	TOTAL ARRÊTS EXTRACTION
---	----------	----	-------	-----	-------	-----	-------	----	----	----------	-----	-----------------	-----	---------------	----	-------------------------

B	Nbr phys		Temps		Réali		Arriv		Notes							
---	----------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	--	--	--	--	--	--

Jour	Heure	21 ^h	22 ^h	23 ^h 30	1 ^h	2 ^h 30	3 ^h 55	TRAF. Réalisé	Réalisation P	ARRÊTS MOTIVES									
		D	E	D	E	D	E		D	E	T.L.P.	TOTAL							
Lundi	Pras	14	10 D	18	10 D	20	4 D	19	4 D	21	2 D	21	2 D	115	121	25	0	25	16
Mardi		22	1 D	22	1 D	23	1 D	22	1 D	23	1 D	21	1 D	133	154	6	1	7	9
Mardi	Pras	24	0 D	23	0 D	22	0 D	22	0 D	21	0 D	23	0 D	135	158	0	11	11	13
Jeu		24	1 D	25	0 D	25	0 D	25	0 D	24	0 D	24	0 D	147	171	2	0	2	3
Vend		24	0 D	24	0 D	22	0 D	18	0 D	16	0 D	1	0 D	104	104	0	5	5	5
Samedi																			

A	Nbr phys	32	Temps	800	Réali	708	Arriv	40	29	Nbr phys	725	TOTAL THEORIQUE	624	TOTAL REALISE	14	TOTAL ARRÊTS EXTRACTION
---	----------	----	-------	-----	-------	-----	-------	----	----	----------	-----	-----------------	-----	---------------	----	-------------------------

B	Nbr phys		Temps		Réali		Arriv		Notes							
---	----------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	--	--	--	--	--	--

Total = Nbr de site théorique **92** x Nbr sites pontés **89** = **8225** Total Réalisé **1832** Total Arrêt extraction **78**
 Arrêt de ligne - Manque de provision - Essai site y a perturbation - Arrêt extraction Rendement ligne
 (Avis de don) - Abandonné impératif avant changement publication (P.E.C.) **30%**
 (Avis de don) - Incident très court avec mini 2400 ou 2500 site qui **25%**

PRIME DE PRODUCTION - GALVANISATION C/C			SECTION = 41
MOIS =	DU.....	AU.....	NOM =

SEMAINES	N°	N°	N°	N°	N°	TOTAL X
	DU:	DU:	DU:	DU:	DU :	
	AU:	AU:	AU:	AU:	AU :	
THEORIQUE						A <input type="text"/>
REALISE						B <input type="text"/>
ARRETS						C <input type="text"/>

RENDEMENT = $\frac{\text{TOTAL B.}}{\text{TOTAL A.} - \text{TOTAL C.}}$ =

RENDEMENT	PRIME %	PRIME Taux Hor.	RENDEMENT	PRIME %	PRIME Taux Hor.
0 à 0,76	0		0,87	30	
0,77	5		0,88	40	
0,78	5		0,89	40	
0,79	5		0,90	55	
0,80	5		0,91	55	
0,81	10		0,92	70	
0,82	10		0,93	70	
0,83	10		0,94	90	
0,84	20		0,95	90	
0,85	20		0,96	100	
0,86	30		Limite supérieure		Prime Maxi.

PRIME DE PRODUCTION

Taux Horaire

F.



BON DE TRAVAIL - E 30.84

Section N°

DEMANDEUR	RÉSERVÉ ENTRETIEN		Demande												
Machine N°: _____	EC: Dépannage _____	<table border="1" style="width:100%; height:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width:10px;"> </td></tr> </table>											Démarrage		
Mécanique: _____	EC: Préventif _____	Démarrage													
Électrique: _____	Outillage: _____	1	Début	h	Nom _____										
Non défini: _____	Changement fab. _____	Fin													
Arrêt production _____	Déplac. machine _____	2	Début	h	Nom _____										
Pas d'arrêt production _____	Sécurité _____	Fin													
Pas d'incidence s/product. _____	Essai modif. _____	3	Début	h	Nom _____										
	Gros ent. N° _____	Fin													
	Investiss. N° _____	4	Début	h	Nom _____										
		Fin													
Délai souhaité: _____	Délai accordé: _____	5	Début	h	Nom _____										
Nature de la demande: _____	Voir: _____	Fin													
		6	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		7	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		8	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		9	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		10	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		11	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		12	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		13	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		14	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		15	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		16	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		17	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		18	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		19	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		20	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		21	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		22	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		23	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		24	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		25	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		26	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		27	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		28	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		29	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		30	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		31	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		32	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		33	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		34	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		35	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		36	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		37	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		38	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		39	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		40	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		41	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		42	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		43	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		44	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		45	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		46	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		47	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		48	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		49	Début	h	Nom _____										
		Fin													
		50	Début	h	Nom _____										
		Fin													



* Mettre une croix dans les cases utiles.

Egal à zéro

Partie réservée au Secréariat Entretien	
TEMPS TOTAUX	
ARRET PRODUCTION	INTERVENTION
h	h

Partie à remplir par ouvrier d'entretien.

TEMPS D'ARRÊT PRODUCTION *

Pendant phases N°:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Depuis heure de demande à fin phase N°

Peut-on améliorer quelque chose? NON OUI

OBSERVATIONS :

Travaux réalisés : Voir plus haut

Nature de la demande : Voir :

Mécanique: _____

Électrique: _____

Non défini: _____

Arrêt production _____

Pas d'arrêt production _____

Pas d'incidence s/product. _____

EC: Dépannage _____

EC: Préventif _____

Outillage: _____

Changement fab. _____

Déplac. machine _____

Sécurité _____

Essai modif. _____

Gros ent. N° _____

Investiss. N° _____

ANNEXE 2 :

STRUCTURE DE LA METHODE MERISEI. Introduction

L'objectif principal de la méthode MERISE est de décomposer un projet global en phases techniques bien distinctes, de manière à permettre à un responsable de maîtriser l'avancement de celui-ci.

Ce responsable garde l'initiative de la conduite du projet; il distribue le travail aux membres de son équipe comme il le désire.

MERISE lui permet de préciser la tâche de chacun et de la situer dans le projet global. La forme des résultats de la tâche est normalisée de manière à pouvoir être utilisée directement par les autres acteurs.

Le niveau de détail précisé dans la méthode fait qu'il est difficile de bien saisir la structure globale de la méthode. Pour faciliter la compréhension de celle-ci, nous en avons réalisé un diagramme SADT .

Les tâches sont représentées par des actions, des rectangles, tandis que les modèles de représentations successifs relient ces actions.

Nous avons décomposé le diagramme en 3 niveaux de détail. Le repérage des actions de base est alors facile à comprendre et accélère la mise en pratique de la méthode.

La documentation du projet est la collection de l'ensemble des documents de base sur lesquels il n'y a pas de redondance, ce qui assure l'efficacité de chaque acte dans un environnement très vaste

II. Présentation

La représentation SADT de la méthode MERISE est donnée par les figures A.2-1 à A.2-8 que nous décrivons par niveau.

Niveau 1

Le diagramme général (figure A2-1) montre la décomposition de l'étude en trois niveaux d'abstraction avec la séparation entre les données et les traitements.

L'analyse de l'existant permet de préciser la demande et de collecter les informations nécessaires. Cette collecte est unique, elle fournit les renseignements nécessaires à la phase suivante ainsi que des contraintes à respecter à chaque phase.

Les différents modèles reliant les phases sont constitués d'un ensemble de documents élémentaires détaillés dans le niveau 2.

Niveau 2-1 (figure A2-2)

L'analyse de l'existant se déroule en trois phases :

- l'analyse qui collecte le maximum de renseignements
- la synthèse qui vérifie la cohérence des informations collectées
- la validation qui permet de vérifier auprès du décideur si la collecte est correcte, et de définir les objectifs du nouveau système.

Niveau 2-2 (figure A2-3)

L'opération se déroule en trois phases, les deux premières concernent la modélisation des données et des traitements, la structure du modèle de base. Cet élément déterminant est représenté sous le diagramme. La troisième phase consiste en une vérification de la cohérence entre les deux modèles.

Niveau 2-3 (figure A2-4)

La modélisation organisationnelle se rapporte plus aux traitements en faisant correspondre le modèle conceptuel avec les postes de travail.

Il en découle des besoins d'information dont on vérifie qu'ils peuvent être tirés du modèle conceptuel de données. Dans le cas contraire, le modèle de données est modifié, ce qui conduit à recommencer la validation de chaque traitement par les vues externes.

Niveau 2-4 (figure A 2-5)

La modélisation technique porte plus sur les données dont on optimise le traitement de manière à éviter les attentes à la console lors des accès.

Trois phases sont nécessaires pour cela :

- une décomposition des relations en format CODASYL
- une optimisation par rapport aux traitements à réaliser

- une traduction en fonction de la machine utilisée

La modélisation des traitements présente la structure du logiciel en modules et transactions.

Niveau 3-1.1 (figure A2-6)

La phase analyse dans l'analyse de l'existant est réalisée à partir d'interviews de la direction puis des postes de travail. La consolidation permet d'assurer la cohérence des résultats de chaque entretien.

Niveau 3-1.2 (figure A2-7)

La synthèse porte sur la cohérence des interviews entre eux. Les données sont regroupées pour réaliser un dictionnaire non redondant des données.

Les traitements sont regroupés par nature d'abord avec la notion de poste de travail, puis sans cette notion afin de ne représenter que la partie transformation de ces traitements.

Niveau 3-2.1 (figure A2.8)

La modélisation conceptuelle des données est également divisée en trois traitements élémentaires :

- la traduction du dictionnaire fournit un modèle brut.
- sur celui-ci on vérifie les règles de gestion.
- Il est ensuite quantifié, ce qui permet de mesurer le volume des données à traiter. Le modèle conceptuel des données est alors complet.

III. Conclusion

Cette structure permet de mettre en évidence les liens qui existent tant entre les actions élémentaires qu'entre les résultats de celles-ci.

Toute personne peut alors, par consultation du dossier, connaître précisément l'état d'avancement du projet.

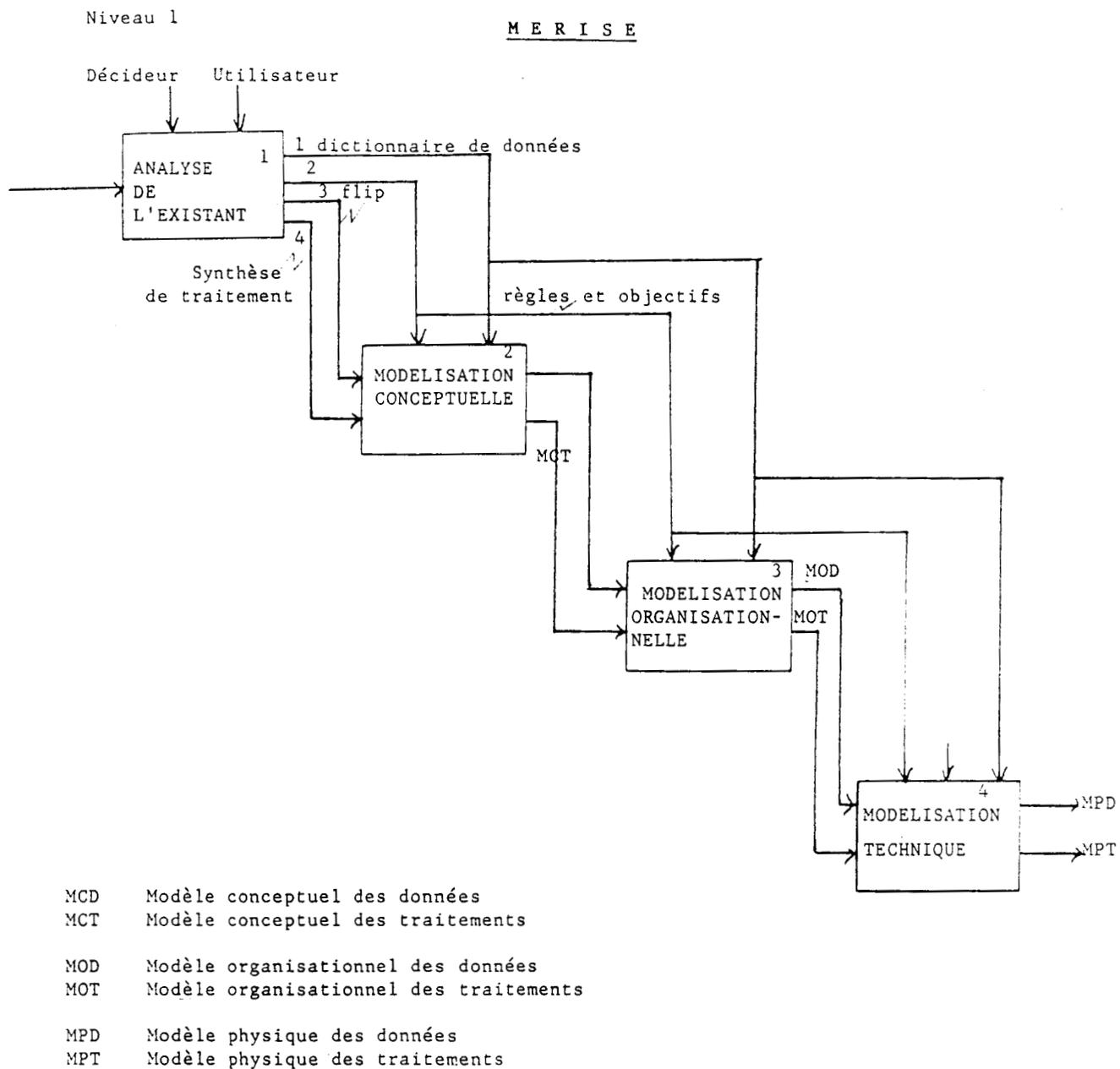
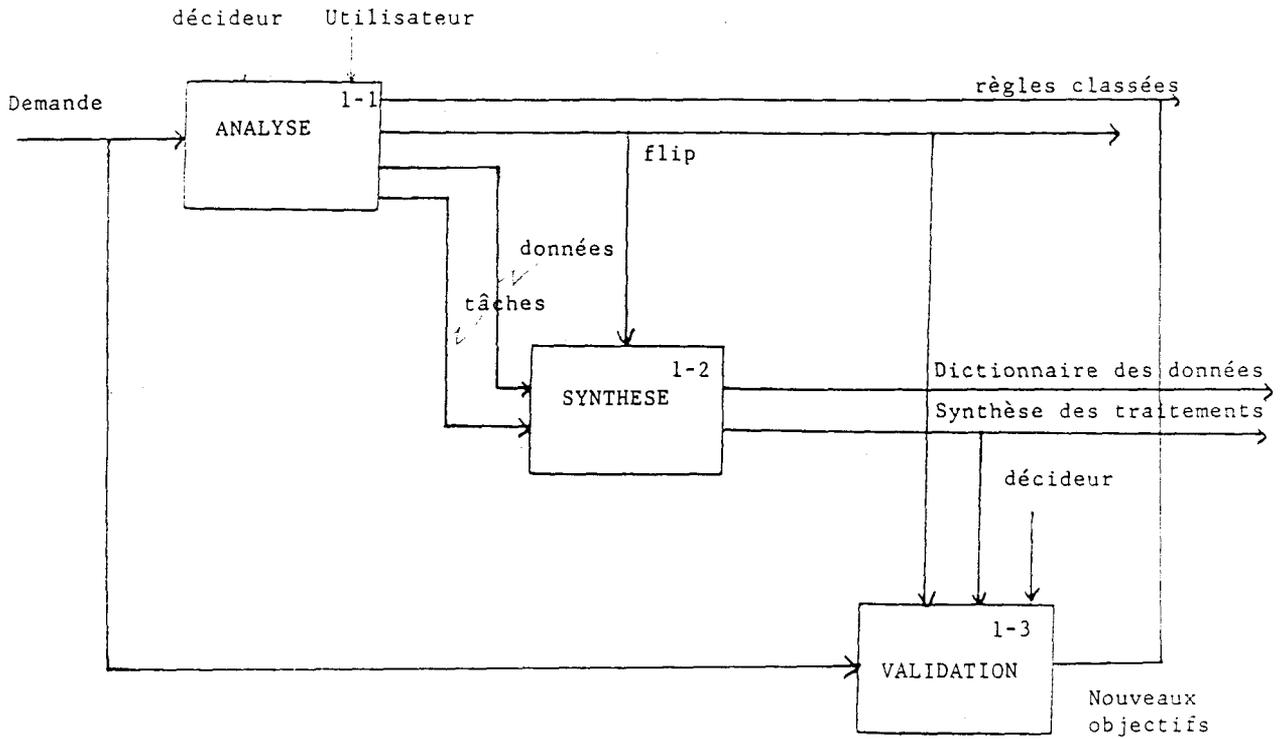


Figure A 2-1

Niveau 2-1

ANALYSE DE L'EXISTANT

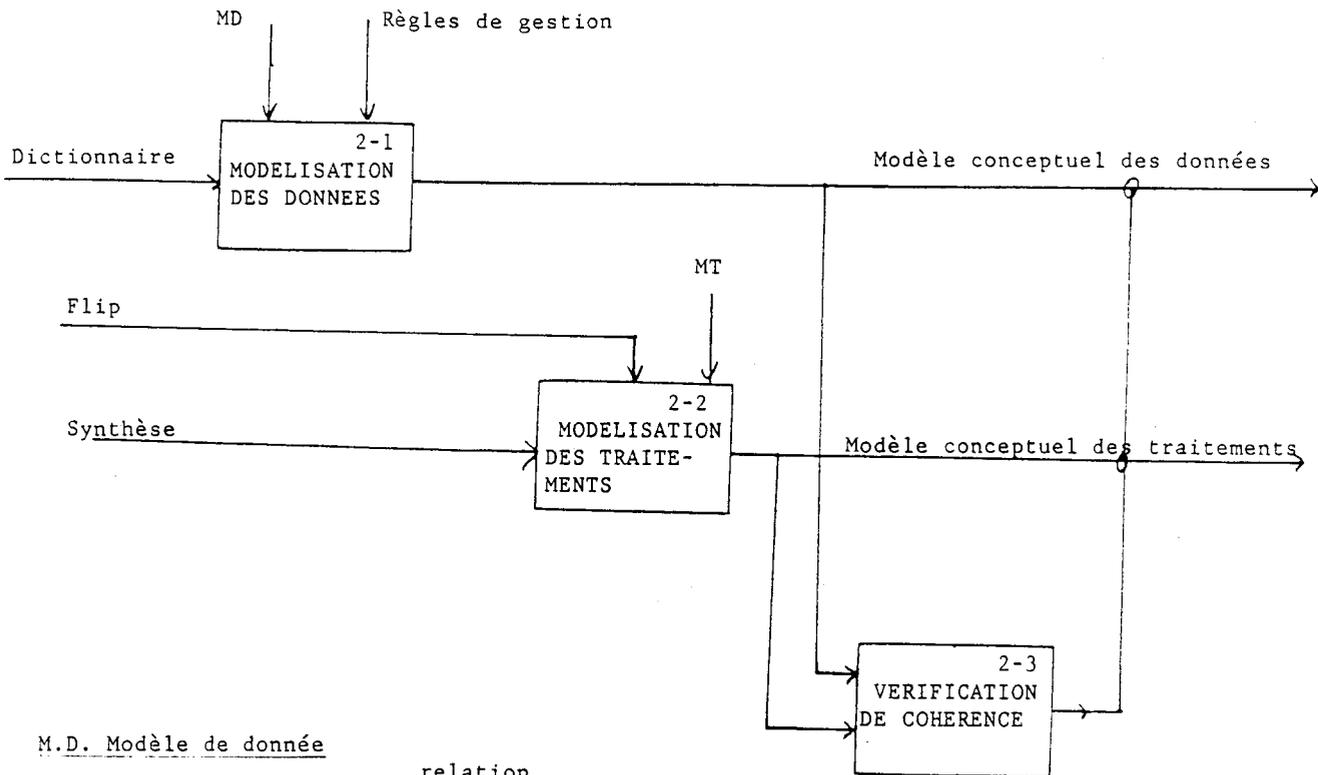


- Flip : document d'interview
- Données : ensemble exhaustif des informations utilisées
- Tâches : ensemble exhaustif des tâches exécutées par les interviewés en ce qui concerne la demande

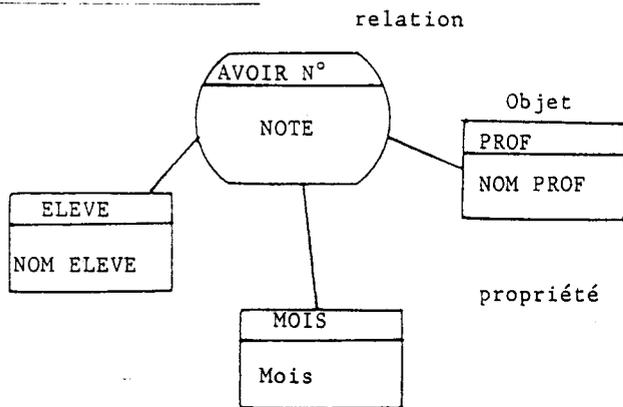
Figure A 2-2



MODELISATION CONCEPTUELLE



M.D. Modèle de donnée



M.T. Modèle de traitement

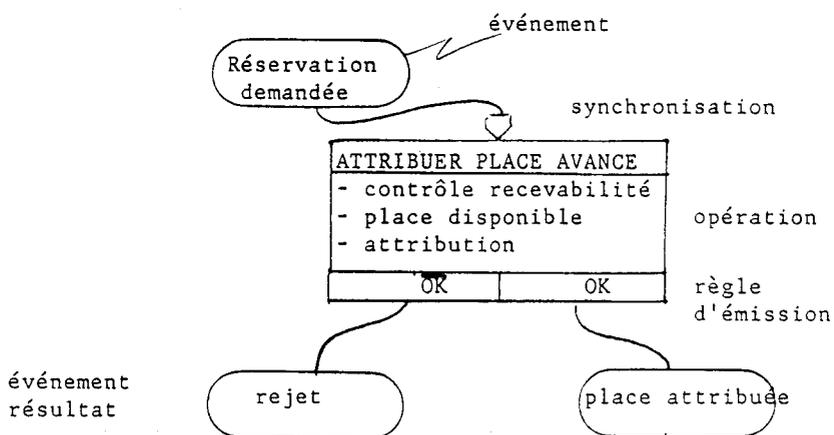
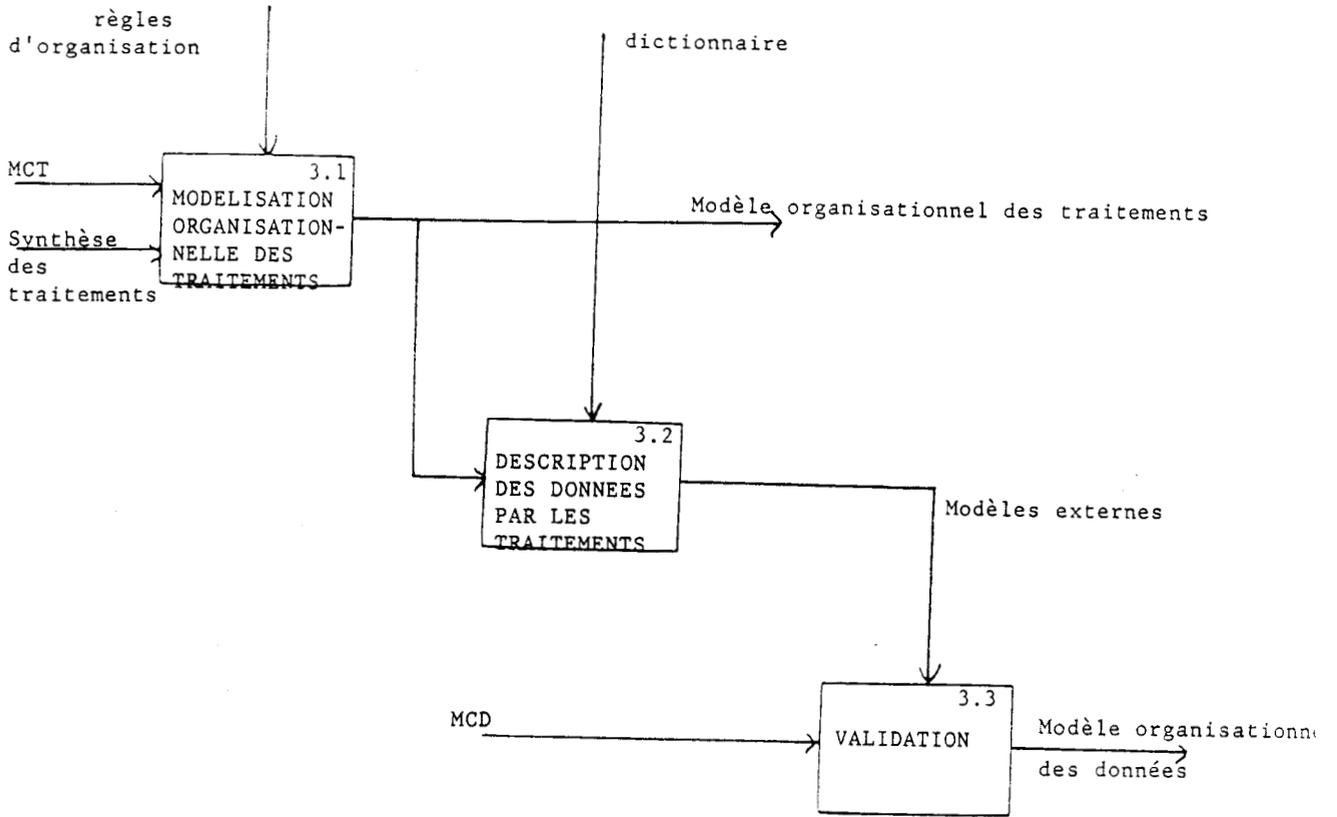


Figure A 2-3

Niveau 2-3

MODELISATION ORGANISATIONNELLE



MOT

Déroulement	Enchaînement de phases	Nature	Poste
Mardi 10h	<p>Commande prête</p> <p>Centrale contactée</p> <p>et</p> <p>passer commande</p> <p>commande passée</p>	automatisé	gérant de stock

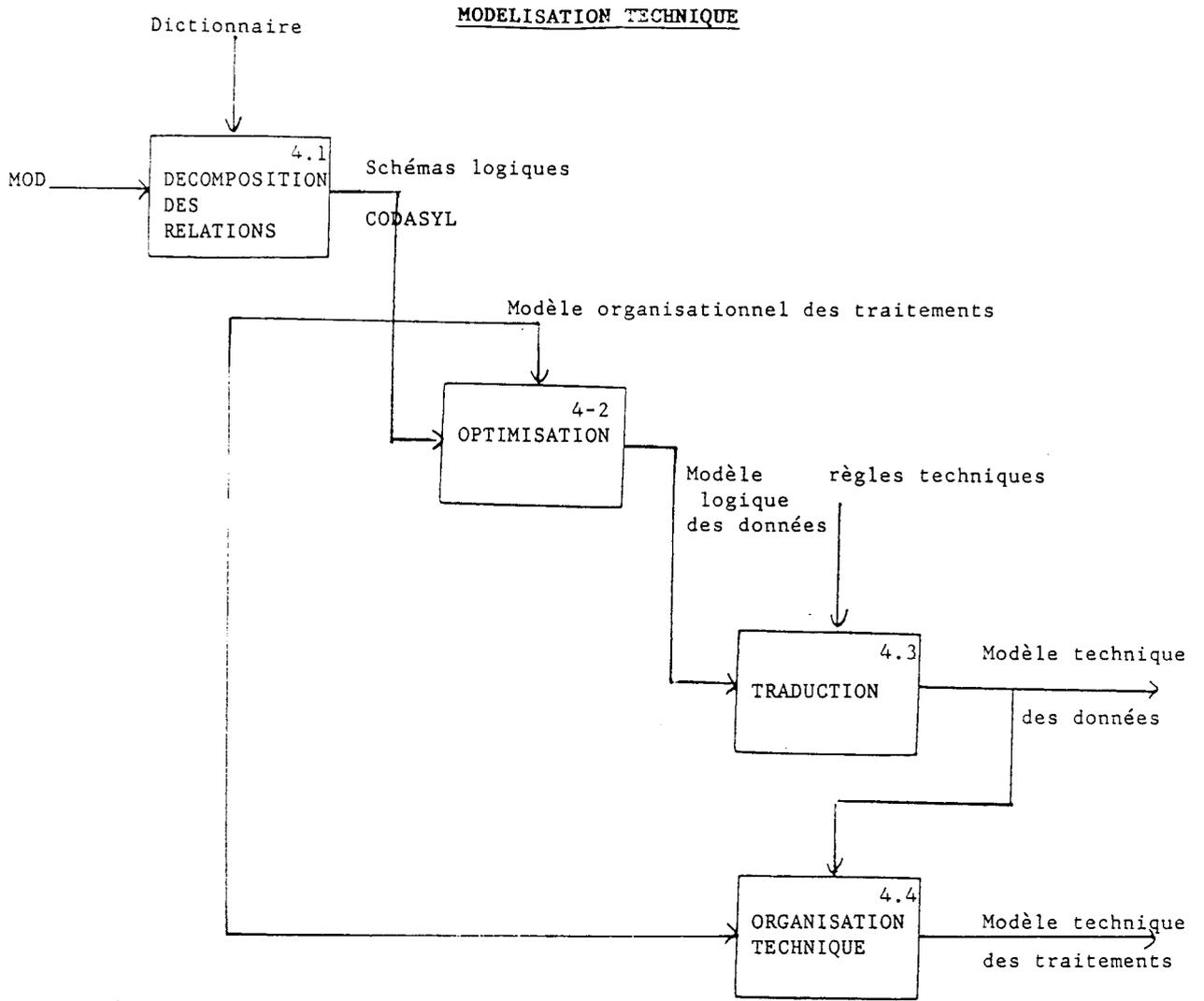
MOD II

[MCD validé
sous-modèles conceptuels
vues externes

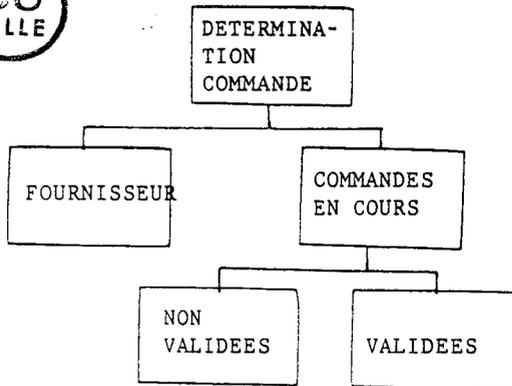


Figure A 2-4

Niveau 2-4



Enchaînement de modules



Transaction

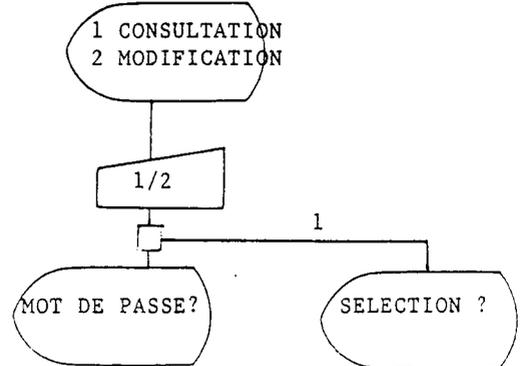


Figure A 2-5

Niveau 3-1.1

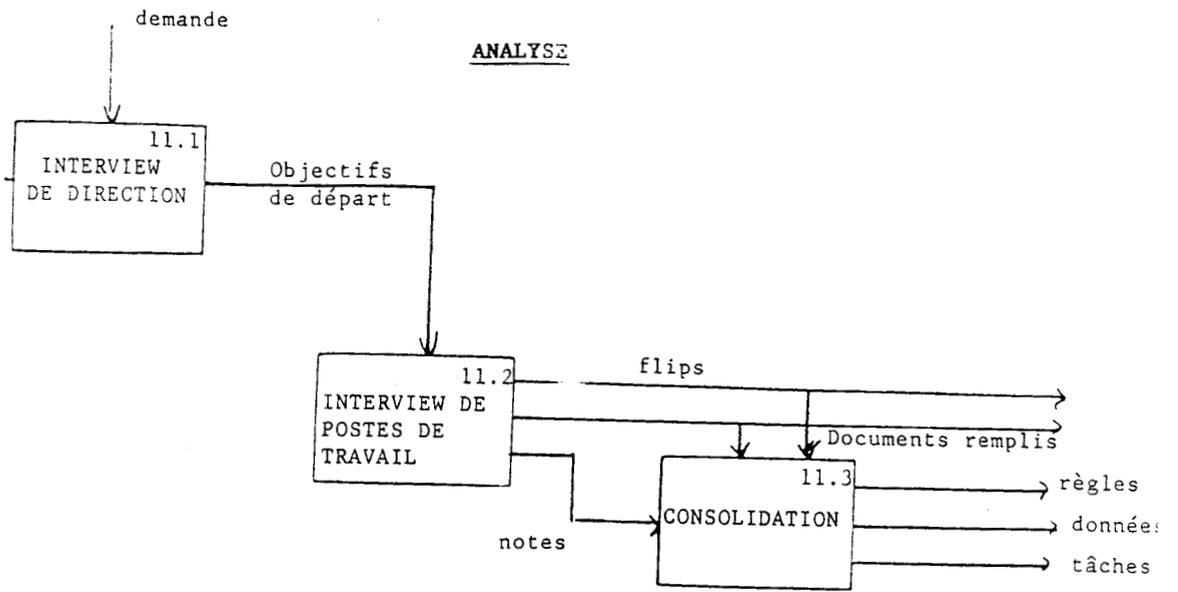


Figure A 2-6

Niveau 3-1.2

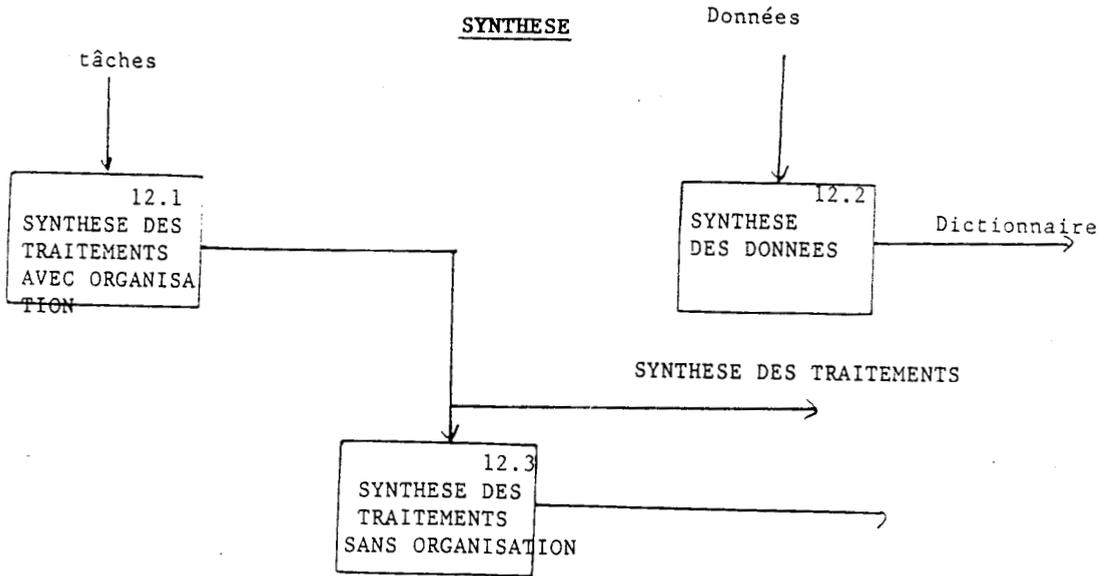


Figure A 2-7



Niveau 3-2.1

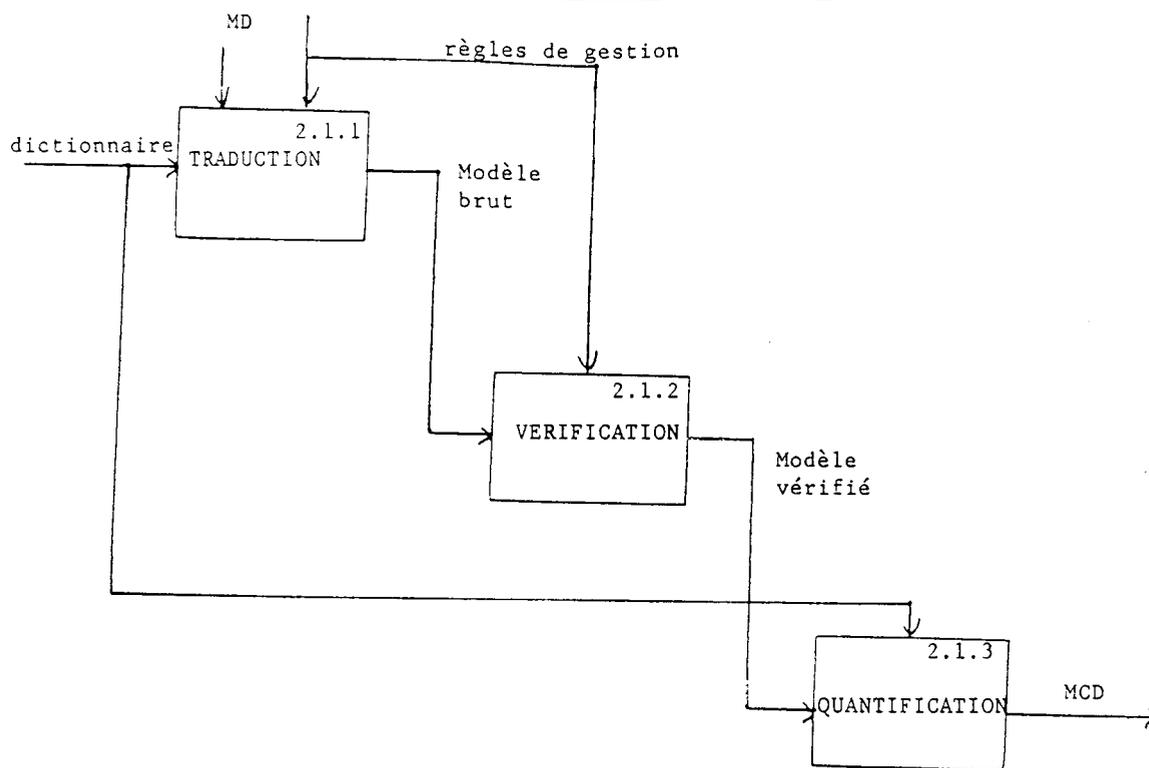
MODELISATION DES LIGNES

Figure A 2-8



ANNEXE 3

RENTABILITE DU PROTOTYPE

Ces chiffres ont été calculés au cours de l'étude de faisabilité du premier prototype en 1979, ce que nous tenons à rappeler pour éviter au lecteur toute erreur d'interprétation.

I Coût du systèmeI-1 Coût des investissements

Par une première estimation, on peut décomposer les coûts d'investissement comme suit :

- Matériel informatique : PICOLOG et mémoires	28.470 F
- Afficheurs et boutons d'ateliers	20.800 F
- Console	5.000 F
- Imprimante avec piétement et réceptacle	15.670 F

Soit un total de	69.940 F/HT
OU	82.250 F/TTC

Il faut ajouter à cela :

- l'achat du matériel et des câbles de liaisons (boîtes de raccordement, 90 m de 15 paires torsadées, 270 m de 30 paires torsadées, 2100 m de 1 paire torsadée).

- la pose des câbles de liaison

- l'aménagement du local qui recevra le système, et l'installation sur le site.

L'ensemble de ces coûts est évalué à 30.000 F

I-2 Coûts de fonctionnement et de maintenance

Pour les remises à jour des catalogues et les éditions à la demande, le temps de pupitrage peut être estimé à 10 Heures par semaine :

soit 10 heures/semaine X 46 semaines/ an

X 50F/heure = 23.000 F/an

Remarque :

Le taux de base de 50F/heure est donné ici hors frais généraux, afin de pouvoir comparer les coûts avec ceux de la méthode actuelle. En tenant compte des frais généraux (75 %), l'heure technicien est à 90 F.

La consommation de papier peut être évaluée à environ 300 feuilles par mois

soit 170 F/an

Le contrat de maintenance pour le matériel informatique qui sera en place compte tenu des contrats en cours actuellement pour d'autres réalisations est estimé à 5000 F/an.

I-3 Le logiciel

Une première analyse du cahier des charges a permis de définir le matériel informatique à utiliser.

On peut estimer cette étude à 280 Heures ingénieur.

L'adaptation du matériel (mémoires, entrées-sorties, interfaces) dans la structure envisagée est évaluée à 200 heures technicien.

Soit pour l'ensemble de cette phase, compte tenu des déplacements sur le site pour la mise en place définitive

80.000 F

II Etude de rentabilité

II-1 Fabrication

La production

Il est actuellement impossible de connaître la production instantanée. L'état d'avancement de la production est connu avec un jour de retard.

Le contrôle est effectué par pesée. Celle-ci dure 3/4 heures et mobilise un employé, 1 fenwick et son chauffeur, soit en tout 120 F de l'heure.

(3/4 h par jour) x (6 jours par semaine)

x (46 semaines par an) = 200 heures/an

soit 24.000 F par an.

Parallèlement, le contremaître, en collaboration avec le chef de planning, réajuste la production journalière et prévoit les modifications à apporter en regard des ordres de fabrication lancés. Ils y consacrent ensemble une demi-heure par jour :

$$(1/2 \text{ h par jour}) \times (5 \text{ jours par semaine}) \\ \times (46 \text{ semaines par an}) \times (100 \text{ F}) = 11.500 \text{ F/an}$$

Le temps de réponse du service planning est au minimum de 24H. Les 6 lignes produisent 4000 T de fil galvanisé par mois, soit plus de 15 T par jour.

Toutes les lignes n'étant pas affectées à la même production, il peut y avoir, par type de produit, des dépassements de commande allant de 1 à 10 T et plus. D'une façon générale, un convoi sur 5 est en dépassement.

Ceci a des conséquences sur le stockage. Courant Février, il y a environ 100 T de produit galvanisé en stock permanent non affecté. On stocke 1 T au m². Le coût de stockage est de 300 F/m²/an,

soit 30.000 F par an de coût de stockage dans le meilleur des cas.

Rendement et pannes

Le principal document est le rapport de production fait à la semaine pour chaque équipe. 6 pointages sont effectués par les règleurs à heure fixe au cours de chaque poste de 8 heures.

Sont relevés :

- le nombre de fils qui tournent
- le nombre d'arrêts justifiés pour entretien
- le nombre d'arrêts justifiés pour des raisons diverses.

Un dépouillement en début de semaine suivante permet d'apprécier les rendements machines et ouvriers et de distinguer les arrêts pour entretien ou pour raisons diverses.

Le nombre de pointages apparaît comme insuffisant, ce qui rend approximatif le calcul des rendements des machines et des ouvriers.

De même, il n'existe pas de statistiques précises sur les temps et nature de pannes qui surviennent en chaîne de galvanisation. Au mieux, le temps perdu entre la panne et la réparation est connu à 1 heure près.

Ce manque de précision ne facilite pas la tâche du service entretien. La coordination entre les services n'est pas optimisée : fabrication et entretien se rejettent continuellement la responsabilité des arrêts prolongés.

Le pointage nécessite
 18 minutes(18 mn) x (6 pointages par poste) x (3 postes)
 x (6 jours) = 30 heures(30 heures par semaine)
 x (46 semaines par an) x (35 F de l'heure) =

48.300 F/an

Le dépouillement des rapports de production nécessite
 5 heures par semaine(5 heures par semaine)
 x (46 semaines par an) x (35 F par heure) =

8.050 F/an

Le manque à gagner en production et en rendement par la méthode actuelle peut être évalué à :

Coordination - fabrication - planning	11.500 F
Estimation de la production	24.000 F
Pointage	48.300 F
Dépouillement	8.050 F

	91.850 F/an

Le système informatique, par un pointage toutes les minutes, permet :

- de réduire les stocks en évitant les dépassements de convoi
- d'obtenir un rendement sans équivoque
- de connaître les types de panne.

II-2 Gestion et personnel

La méthode actuelle ne permet de fournir les chiffres de production pour évaluer les prix de revient par comptabilité analytique qu'en fin de mois et sans garantie de fiabilité.

Le délai d'obtention de résultats exacts peut s'allonger sans que le service comptable puisse vérifier les chiffres obtenus.

L'arrivée du système permettrait d'assurer à la fois les délais et la fiabilité du système.

Quant au personnel, il a toujours fait preuve de bonne volonté à toute innovation quant à la gestion des lignes. Il ne paraît donc pas y avoir de problèmes majeurs à attendre de cette implantation.

Les ouvriers attachent un grand intérêt à la prime de production. Ils ont la possibilité de connaître le rendement des autres équipes ce qui les stimule par un certain esprit de compétition.

Le système informatique ne peut qu'apporter plus de rigueur dans les calculs et donc éviter les litiges.

II-3 Estimation de la rentabilité

Compte tenu des critères économiques et techniques énumérés dans l'étude précédente, on peut espérer obtenir, par l'installation d'un système de surveillance, d'analyse et de gestion des lignes de galvanisation, une amélioration de la productivité de 3 %.

A partir des chiffres de 1979, nous pouvons estimer le gain réel obtenu :

- les charges variables ont représenté 2 365.300 F
- les charges fixes, main d'oeuvre et charges sociales, n'augmenteront pas en masse. Elles ont représenté 3 414.500 F.

Les charges générales n'augmentent pas avec la production. Elles représentent 47 % de la totalité des charges, soit 2 429.100 F.

3 % d'augmentation de production représente alors un bénéfice de 175.300 F sur l'année.

