

Démarche d'introduction d'un système de GPAO
dans une entreprise industrielle

L'IMPLANTATION D'UN SYSTÈME DE GPAO
DANS UNE ENTREPRISE AÉRONAUTIQUE

par B. LEFEVRE

Responsable du Service Ordonnancement
Planification Société Turboméca

1 - INTRODUCTION

La Société Turboméca, créée en 1938, a pour activité principale l'étude, la mise au point et la fabrication de turbines à gaz de petite et moyenne puissance destinées aux secteurs civils et militaires.

Les principales familles de turbines à gaz sont :

- les turbomoteurs destinés à équiper les hélicoptères,
- les turboréacteurs utilisés : soit sur des avions, soit sur des missiles,
- les turbopropulseurs,
- les turbines industrielles,

Par exemple :

Motorisation de véhicules terrestres et marins (notamment chemins de fer), groupes auxiliaires de puissance, installations industrielles, etc...

Situation et réalisation au 31.12.83.

Effectif : 4262 personnes.

3 usines :

- BORDES à proximité de PAU (2627 personnes)
Activité : siège social, bureau d'études, prototypes, production série,
- TARNOS à proximité de BAYONNE (1447 personnes)
Activité : fabrication série, réparation,
- MEZIERES-SUR-SEINE (172 personnes)
Activité : fabrication de régulateurs et d'accessoires.
- 36 000 moteurs fabriqués, dont 14 000 sous licence dans 3 pays et 22 000 dans nos usines,
- 20 000 moteurs (sur les 22 000) en service dans 110 pays chez 634 utilisateurs,
- 31 000 000 d'heures de fonctionnement.

Activité 1983.

- chiffre d'affaires (H.T.) MF. 1980
- dont : export MF. 1352 (68,3%)

La fabrication des moteurs neufs représente 34% du chiffre d'affaires. La fabrication de pièces pour la réparation et pour les rechanges représente 51%.

- moteurs fabriqués	863,
dont :	
- turbomoteurs pour hélicoptères	520,
- turboréacteurs pour avions et engins	267,
- turbopropulseurs pour avions	30,
- turbines non aéronautiques	46
- moteurs réparés ou révisés	1090,

Quelques chiffres caractéristiques.

- nombre de composants d'une turbine à gaz	1500,
- répartition des coûts pour une turbine :	
* main d'oeuvre 47%, dont : 75% interne et 25% externe,	
* matières 21,5%,	
* équipements 31,5%,	
- nombre d'articles gérés	25 000,
- nombre de gammes d'usinage	18 000,
- nombre de composés appartenant à une nomenclature	20 000,
- nombre de dossiers de fabrication en cours (représentant 96 000 opérations restant à faire)	9 000,
- nombre de postes de charge	500,
- nombre d'articles en stock	38 000,

2 - ACTIONS MENEES DE 1969 à 1981

En 1969, suite à des problèmes de pilotage des ateliers (nombreux manquants au Service Montage, retard de livraison, etc...) nous avons implanté le logiciel CLASS.

Il a été utilisé pendant 4 ans et a surtout permis à Turboméca de se familiariser avec ce type de produit.

Il faut noter qu'avant sa mise en place, les différents fichiers informatiques nécessaires à son fonctionnement existaient, à savoir :

- fichiers gammes,
- fichiers articles,
- fichiers des en-cours,
- etc...

En 1973, un changement du système d'exploitation de l'ordinateur nous a conduit à changer notre logiciel d'ordonnancement.

La continuité nous aurait dirigé vers CAPOSS, mais Turboméca, après une étude des différents logiciels existants sur le marché, a opté pour TZAR de Production Systèmes.

Nous avons donc mis en place la version 1 du module d'ordonnancement.

En 1975, deux actions concernant la gestion de production ont été menées :

- a) Création d'un groupe de travail "calcul des besoins", composé des directeurs de production et des chefs de services concernés avec mission d'étudier la mise en place d'un calcul des besoins.

L'étude faite a mis en évidence qu'un nombre important d'actions préalables devaient être réalisées.
De ce fait, l'implantation proprement dite a été différée.

b) Implantation d'un système de saisie en atelier.
Son but était de mettre à jour les en-cours de fabrication en enregistrant les ouvertures et les fermetures des opérations.
Le matériel utilisé, était un boucle IBM 7 avec des terminaux IBM 2796 et 2797 équipés de lecteurs de cartes perforées.
pour chaque opération du dossier de fabrication, il existait un bon de travail qui permettait d'affecter l'opération à un des statuts suivants :

- opération disponible sur le poste de charge,
- opération ouverte,
- opération suspendue,
- opération fermée.

En 1976, suite à une proposition de la Société Production Systèmes, nous avons implanté la version 3 du logiciel d'ordonnancement TZAR.

En 1980, suite à un taux de suivi faible du plan de travail issu de TZAR, nous avons démarré une action visant à fiabiliser les jours de fin des dossiers de fabrication.

En effet, le calcul des besoins était manuel et pour que l'ensemble des équipes composant le Service Lancement respecte les mêmes règles, il a fallu répreciser les procédures.

Compte tenu que l'objectif visé était une meilleure fiabilité des jours de fin, il a été décidé de réduire dans de grandes proportions l'utilisation des priorités externes lors de l'ordonnancement TZAR.

3 - ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DE LA PRODUCTION EN 1981.

La littérature existant sur la gestion de production informatisée de type MRP préconise un système dont la structure générale est donnée en FIGURE 1.

Le schéma de gestion, en vigueur à la Production en 1981, est représenté en FIGURE 2.

Cette structure a les caractéristiques suivantes :

- absence de plan directeur de production,
- fonctionnement du calcul des besoins (manuel) à capacité illimitée,
- fonctionnement de l'ordonnancement à capacité limitée.

Les conséquences de cette structure sont :

- retard important pour les livraisons,
- niveau d'en-cours et de stock non piloté,
- nombreux manquants au Service Montage,
- stocks "dormants",
- détérioration de la qualité,
- etc...

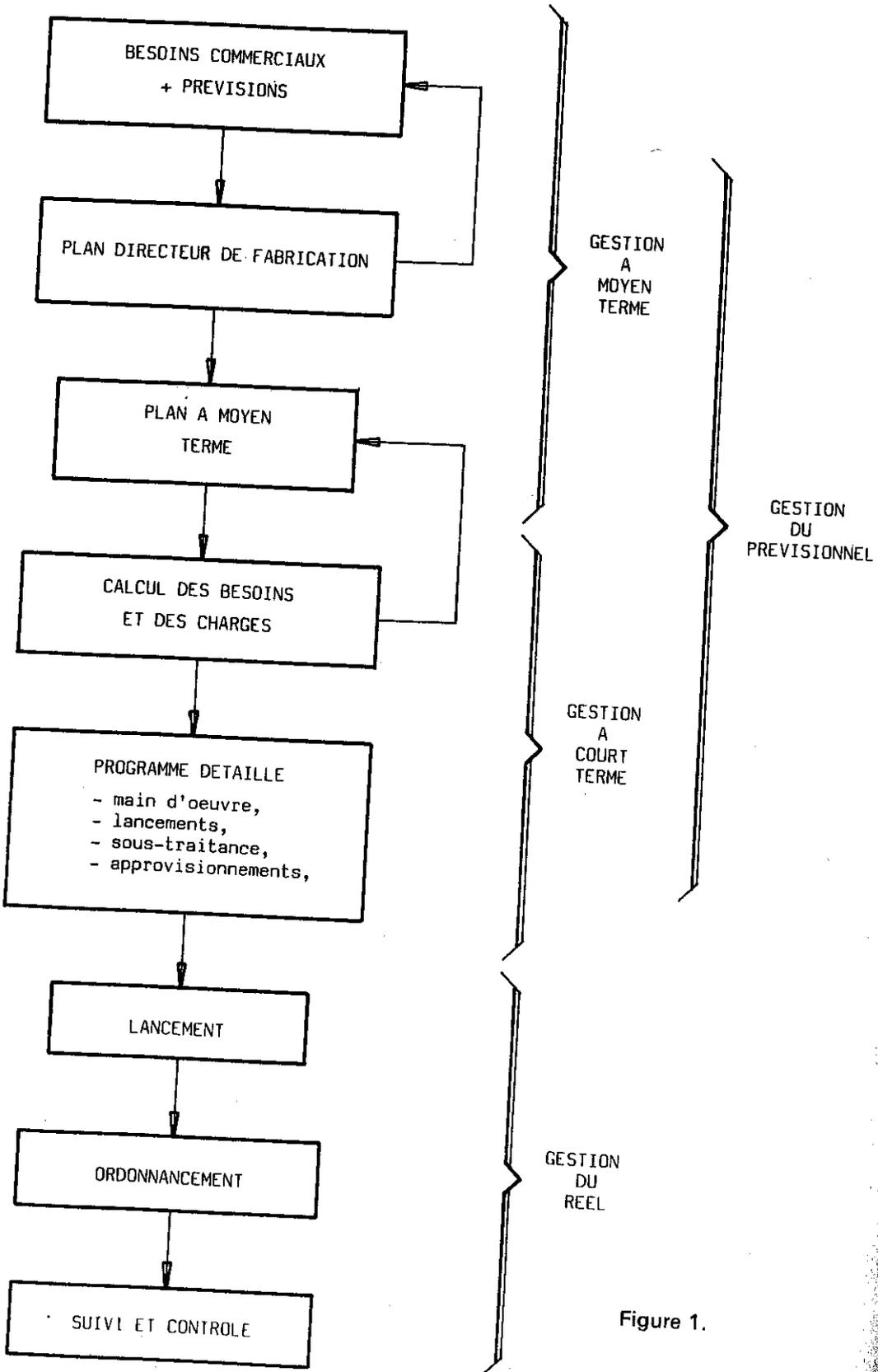


Figure 1.

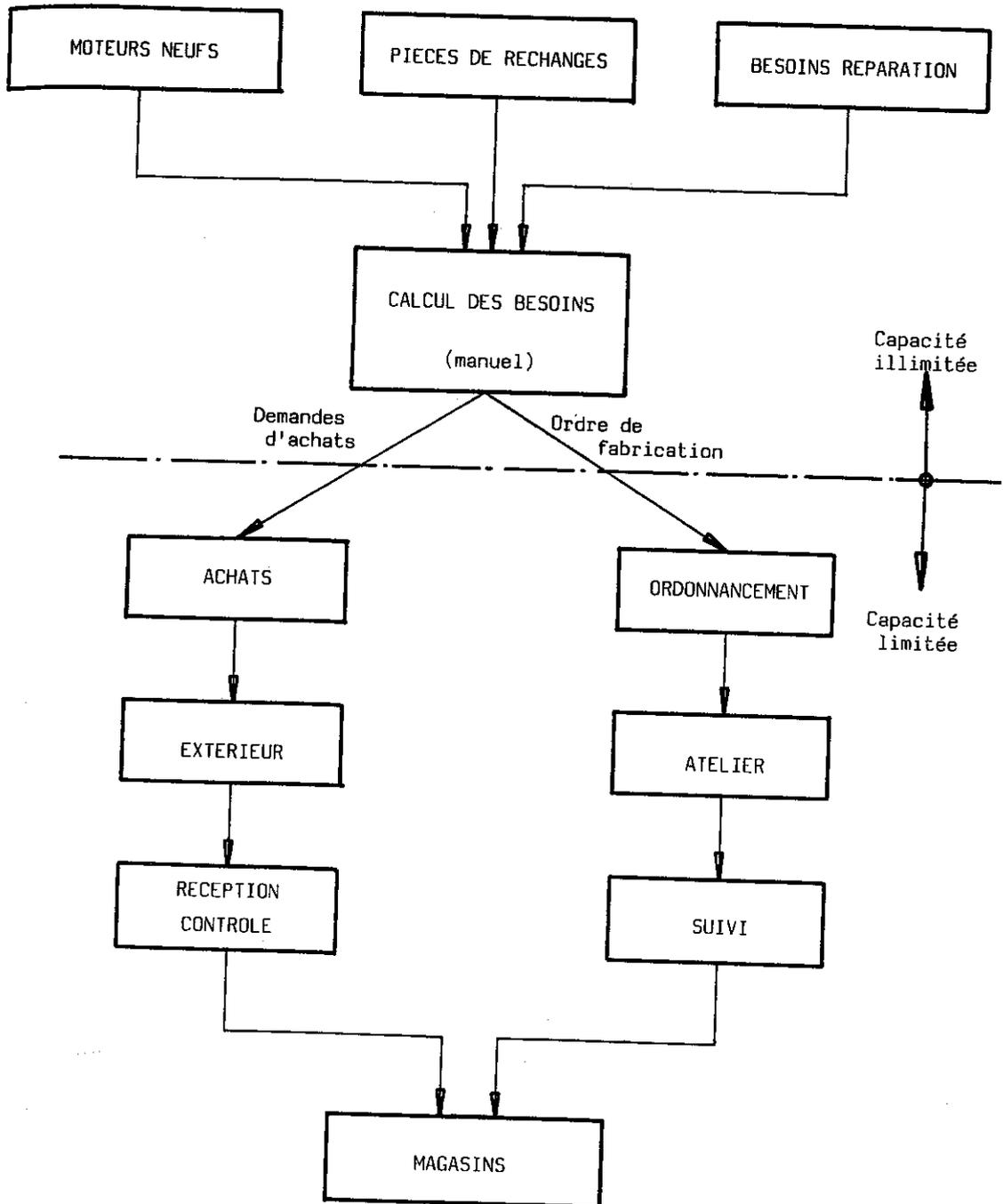


Figure 2.

4 - PLAN PREVISIONNEL D'IMPLANTATION D'UN SYSTEME DE GESTION DE PRODUCTION TYPE MRP.

Les différentes étapes ont été les suivantes :

En 1981 : établissement d'un cahier des charges pour la mise en place d'un calcul des besoins.

En 1982 : mise en place d'une procédure manuelle de suivi de l'activité atelier.

En 1983 : réalisation d'un schéma directeur informatique.

En 1984 : réalisation et mise en place d'une "ébauche" du plan directeur de production.

L'objectif visé était d'installer un système de gestion de production classique, de type MRP, dont la structure est donnée en FIGURE 3.

a) Cahier des charges "calcul des besoins".

Afin d'envisager l'implantation d'un calcul des besoins à Turboméca, nous avons établi un contact avec la Société Production Systèmes afin de définir le cahier des charges.

Il a été réalisé sur une période de 3,5 mois (pendant le 2ème trimestre 1981) et a nécessité 8 journées de travail en commun.

Le résultat a été un cahier des charges très détaillé, définissant :

- les fichiers nécessaires en entrées,
- les documents de sorties (écrans ou listings)
- les procédures à mettre en place,
- le fonctionnement du logiciel,
- les adaptations nécessaires.

Par contre, ce travail a mis en évidence qu'il était obligatoire de résoudre certaines lacunes du système d'organisation existant avant d'implanter un calcul des besoins.

Ces différents préalables sont :

- les modifications de la base des données techniques,
- la redéfinition des procédures d'entrées et de sorties des magasins,
- la modification du circuit achats, (demande achats->commande achats->réception->contrôle->magasin).
- la modification du fichier des commandes commerciales. Il est apparu que des prévisions étaient indispensables afin d'assurer la faisabilité des commandes commerciales.

Le calendrier, qui était prévu pour l'implantation, était le suivant :

- de 3.82 à 11.82 : phase Turboméca et réalisation des préalables,
- de 11.82 à 10.83 : phase Production Systèmes, paramétrage du logiciel, tests, formation, etc...

Il faut noter que ce calendrier était ambitieux. Néanmoins, à la suite de cette phase "cahier des charges", il a été décidé de mettre en place 2 projets informatiques, à savoir :

- la gestion des magasins,
- le fichier des commandes commerciales avec la mise en place des prévisions.

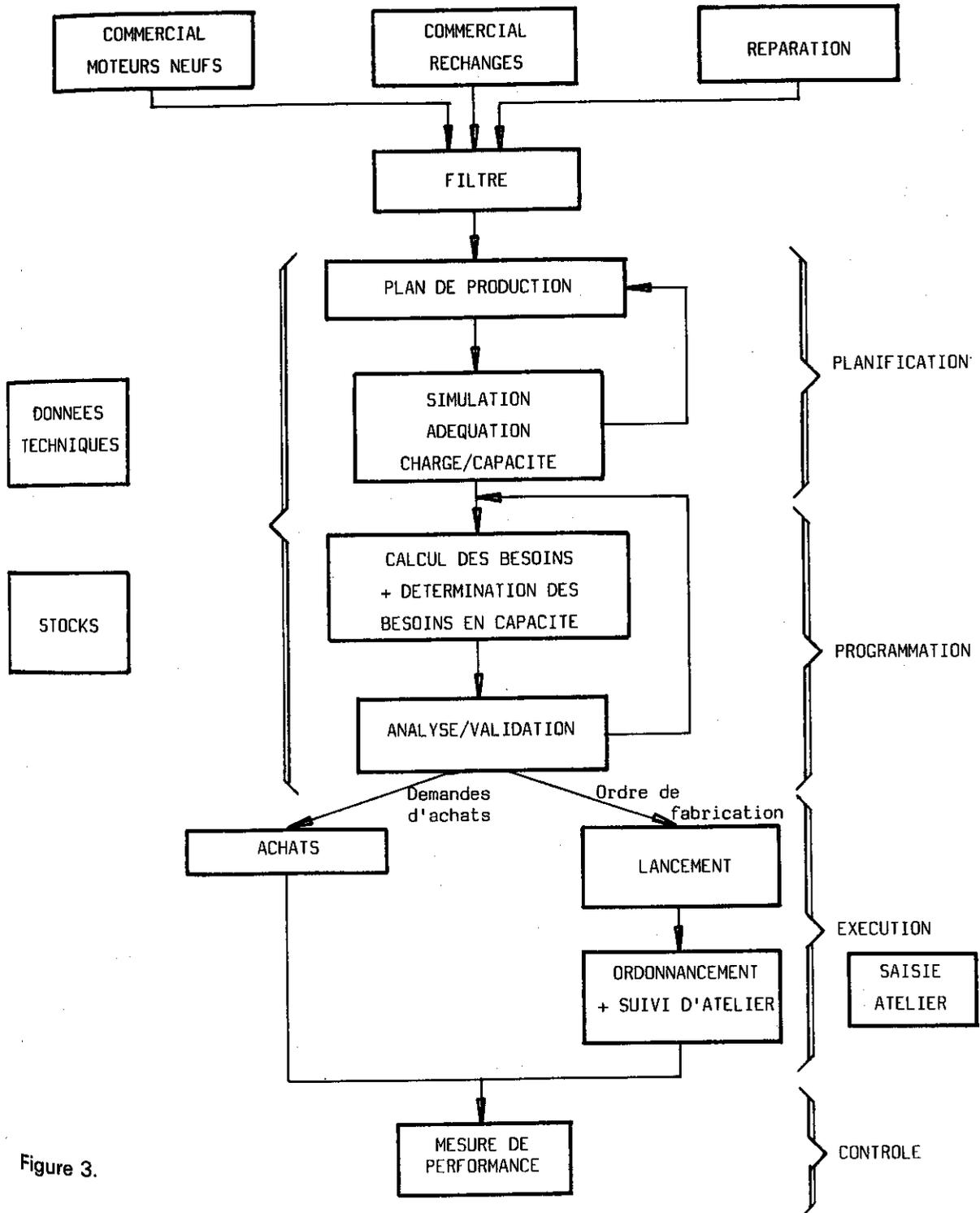


Figure 3.

Pour ce faire, deux Chefs de projets informatiques ont été embauchés.

b) Procédure de suivi de l'activité des ateliers.

Afin d'améliorer notre productivité, nous avons voulu connaître avec exactitude la ventilation des temps de présence des compagnons. Nous avons fait appel à une société de conseil, et après une étude préliminaire, nous avons convenu de mettre en place une procédure manuelle, dont le principe est de noter l'ensemble des événements.

Cette tâche incombe à la maîtrise atelier, car c'est elle qui régit la distribution du travail.

Le regroupement des événements et leur mise en forme conduisent à l'obtention d'un rapport d'équipe à partir duquel certains documents de synthèse sont établis (voir FIGURE 4).

Cette procédure est opérationnelle depuis mi 1982. Elle s'applique à la totalité des ateliers usinants à l'exception des ateliers de montage.

Afin d'avoir un dialogue suivi avec le cabinet de conseil et surtout pour continuer l'implantation de la procédure après le départ de ce dernier, nous avons été conduits à créer une cellule d'organisation générale (3 personnes actuellement).

c) Schéma directeur informatique.

Compte tenu des nombreuses demandes faites par la Production au Service Informatique (démarrage des projets magasins et fichiers commandes commerciales, informatisation du système de suivi de l'activité atelier, etc...), il est apparu souhaitable d'établir un schéma directeur informatique, qui définirait un plan de travail sur un horizon de 5 ans au Service Etudes informatiques.

Compte tenu de notre manque d'expérience dans le domaine, il s'agissait de notre premier schéma directeur, nous avons choisi une méthodologie et pris un animateur extérieur à l'entreprise.

Nous avons donc travaillé avec la Société IBM et choisi la méthode AXIAL. Les différentes phases, ainsi que le calendrier, sont donnés en FIGURE 5.

Les études :

- fonctionnelles,
- informatiques,
- économiques,

ont été réalisées avec un groupe de permanents (4 personnes) et avec l'ensemble des chefs des services concernés.

Les différentes consolidations ont été faites avec les Directeurs.

Le domaine étudié était l'ensemble du système de gestion de Production (y compris Magasins, Achats, etc...) en solutionnant l'ensemble des problèmes de comptabilité analytique qui s'y rattachent (calcul des prix de revient des dossiers de fabrication par exemple).

- l'étude fonctionnelle

Elle a comporté 2 phases principales :

- * la description du système de gestion tel qu'il devrait être,
- * la liste des lacunes du système actuel.

Cette étude a permis de définir 6 projets informatiques :

- * base de données techniques,
- * saisie atelier,
- * gestion des magasins,
- * gestion des achats,

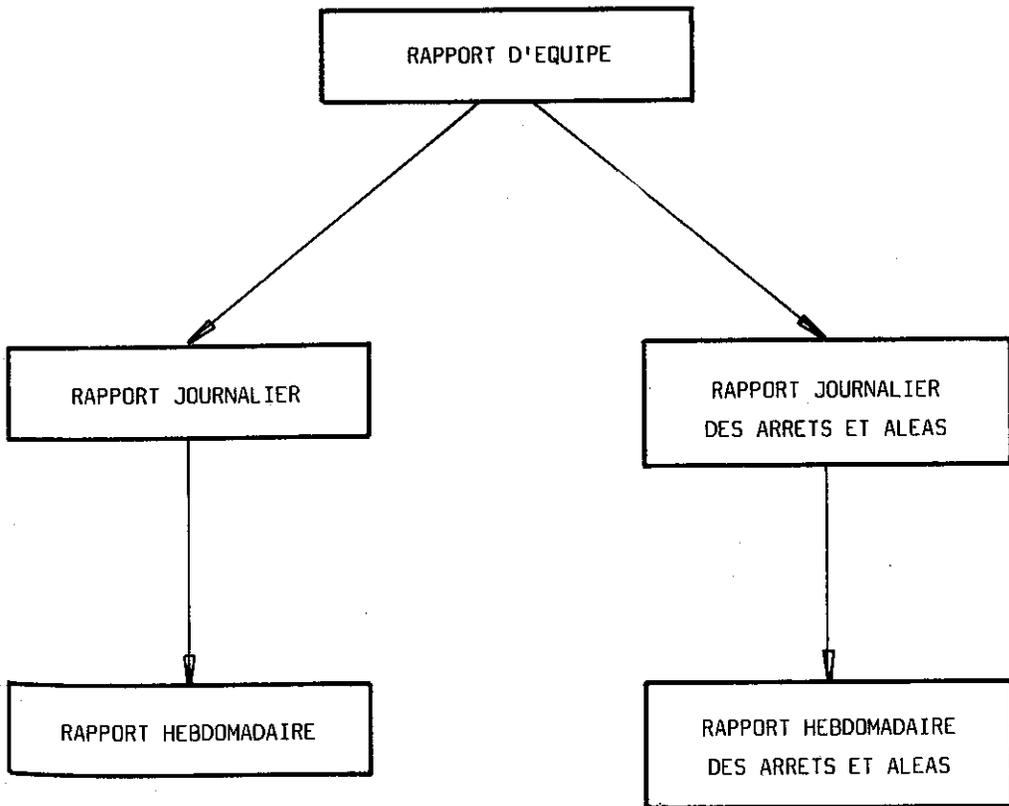


Figure 4.

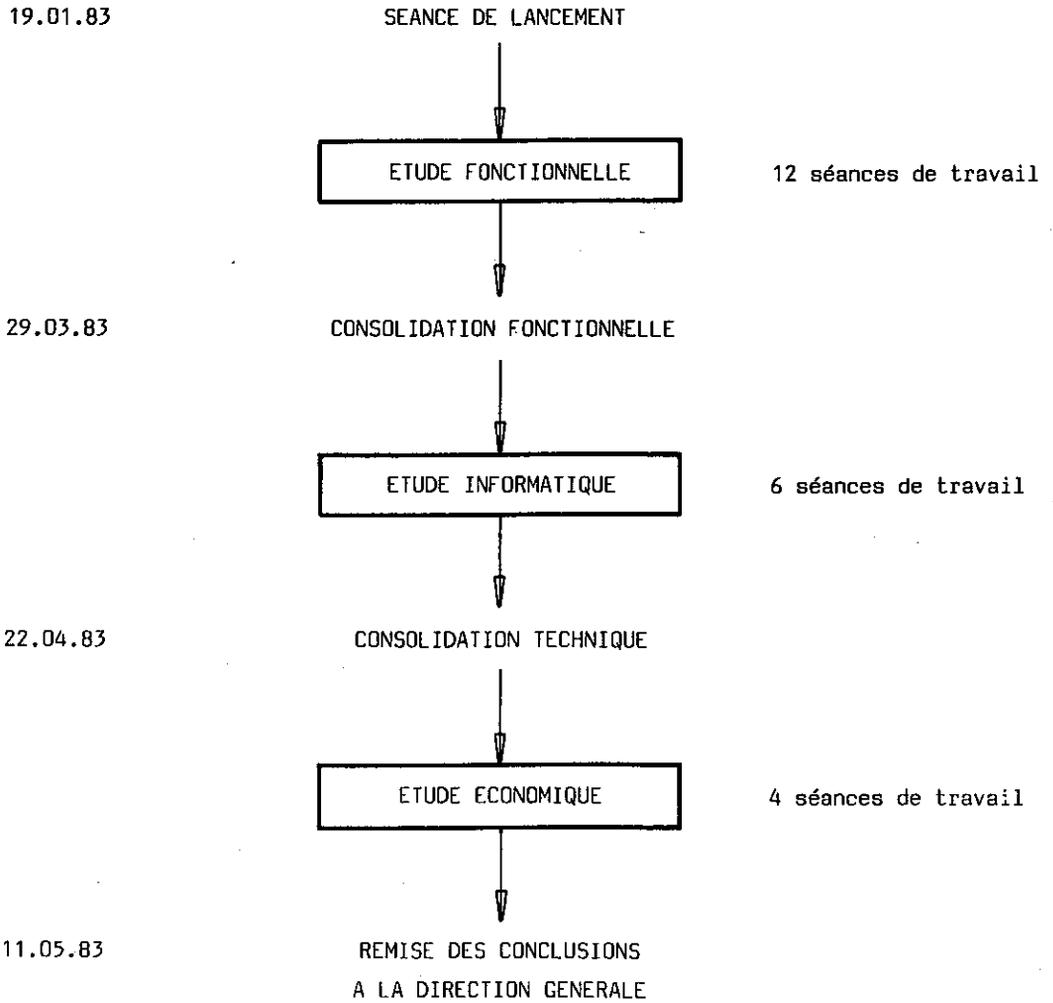


Figure 5.

- * projet lancement et ordonnancement,
- * projet gestion.

Le détail de chaque projet sera défini dans le Chapitre 5 "Situation actuelle".

- l'étude informatique

Elle a permise de définir quels étaient les moyens nécessaires en hommes et en matériel.

Les différents projets représentent une charge de travail de :

- 34 années par homme pour l'informatique,
- 18 années par homme pour les utilisateurs (participation à l'étude fonctionnelle, aux tests et à la formation).

Le calendrier prévu est donné ci-dessous.

PROJETS	1983	1984	1985	1986
Données techniques.....				
Magasins.....				
Achats 1.....				
Achats 2.....				
Saisie atelier.....				
Lancement/Ordonnancement...				
Gestion.....				

Nota :

Le projet achats de par son importance a été scindé en 2 parties :

- achats 1 qui traite le circuit :
demande achats --> commande achats --> réception --> contrôle --> magasin.
- achats 2 qui traite le suivi des fournisseurs, les études statistiques, etc...

Au titre des ressources humaines nécessaires, il a été prévu :

- l'embauche de 2 chefs de projets,
- l'embauche de 4 analystes programmeurs,
- 4 analystes programmeurs pendant 2 ans sur un contrat à durée déterminée.

En ce qui concerne les moyens techniques nécessaires, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

	1983	1984	1985	1986
Nombre de transactions/mn (*)..	120	172	232	270
Puissance [MIPS (**)].....	1,6	2,2	2,8	3,4
Taille mémoire (Méga octets).	7	10	12	14
Nombre de bras d'accès.....	24	32	40	56

(*) en pointe de charge.

(**) MIPS : millions d'instructions par seconde.

- L'étude économique

* Evaluation des coûts.

Seuls les coûts dus aux ressources humaines supplémentaires et aux matériels et logiciels ont été retenus.

Leur ventilation par année est donnée dans le tableau ci-dessous :

	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Moyens humains.....	0,6	5,6	8	8,9	8,7	8,6
Matériels + logiciels.	0	17	21,7	23,9	25,1	26,4
TOTAL.....	0,6	22,6	29,7	32,8	33,8	35

* Evaluation des gains.

Les gains sont de 2 natures :

- la suppression de certaines tâches administratives,
- les produits financiers dus à la réduction des stocks et des en-cours.

Il faut noter que le premier point est négligeable par rapport au second.

L'objectif pour la réduction des stocks et des en-cours est de :

- 5% en 1986,
- 12% à partir de 1987.

Cette hypothèse nous conduit à des gains supérieurs aux coûts à partir de l'année 1987.

d) plan directeur de production.

En 1984, nous avons essayé de bâtir un plan directeur de production. Le principe retenu est de reconstituer en heures le passé et de valoriser l'avenir.

La comparaison entre la reconstitution du passé et la réalité permet de valider le modèle mathématiques, ainsi que les hypothèses retenues.

Le détail du principe est donnée en FIGURE 6.

Ceci n'est qu'une ébauche du plan directeur. D'autres développements sont prévus. En outre, il apparaît souhaitable d'introduire des contraintes financières.

La synthèse des différentes actions menées depuis 1981 est donnée en FIGURE 7.

5 - SITUATION ACTUELLE

a) Projet fichier commandes commerciales et prévisions.

Ce projet a pour objectifs principaux :

- d'assurer un enregistrement en temps réel des commandes commerciales,
- de créer des prévisions.

Il concerne les commandes moteurs, mais aussi les commandes de pièces de rechanges (commandes externes) et les commandes de pièces nécessaires à notre atelier de réparation (commandes internes).

Ses principales caractéristiques sont :

- d'assurer un enregistrement des commandes en temps réel, ce qui permet de valider les informations saisies par rapport aux :

- * données techniques,
- * données clients,
- * données production,
- * prévisions,

- d'accepter des commandes valides ou invalides.

Une commande commerciale sera déclarée invalide lorsque les contrôles de cohérence effectués lors de la saisie, sont négatifs.

De ce fait, la commande est enregistrée avec le statut invalide, ce qui entraîne une non prise en compte par la production (pas d'approvisionnement, pas de lancement, etc...)

- de pouvoir déclencher des sorties magasins pour les pièces de rechanges ou de réparation, soit de façon automatique (pour le standard par exemple) soit en temps réel à l'écran,

- d'établir des tableaux de bord,

- de créer des prévisions.

Principe retenu pour le calcul des prévisions :

Elles sont établies par le Service Commercial pour un ensemble de pièces définies par la Production. Pour chaque pièce, des cadences mensuelles sont définies après accord entre l'agent commercial et l'agent d'ordonnancement.

Il s'agit donc d'un "contrat". La Production réalise les approvisionnements et les lancements en fabrication avec les prévisions. L'agent commercial, quant à lui, peut affecter les commandes à l'insu de son homologue production tant que le total des commandes dans une période donnée reste

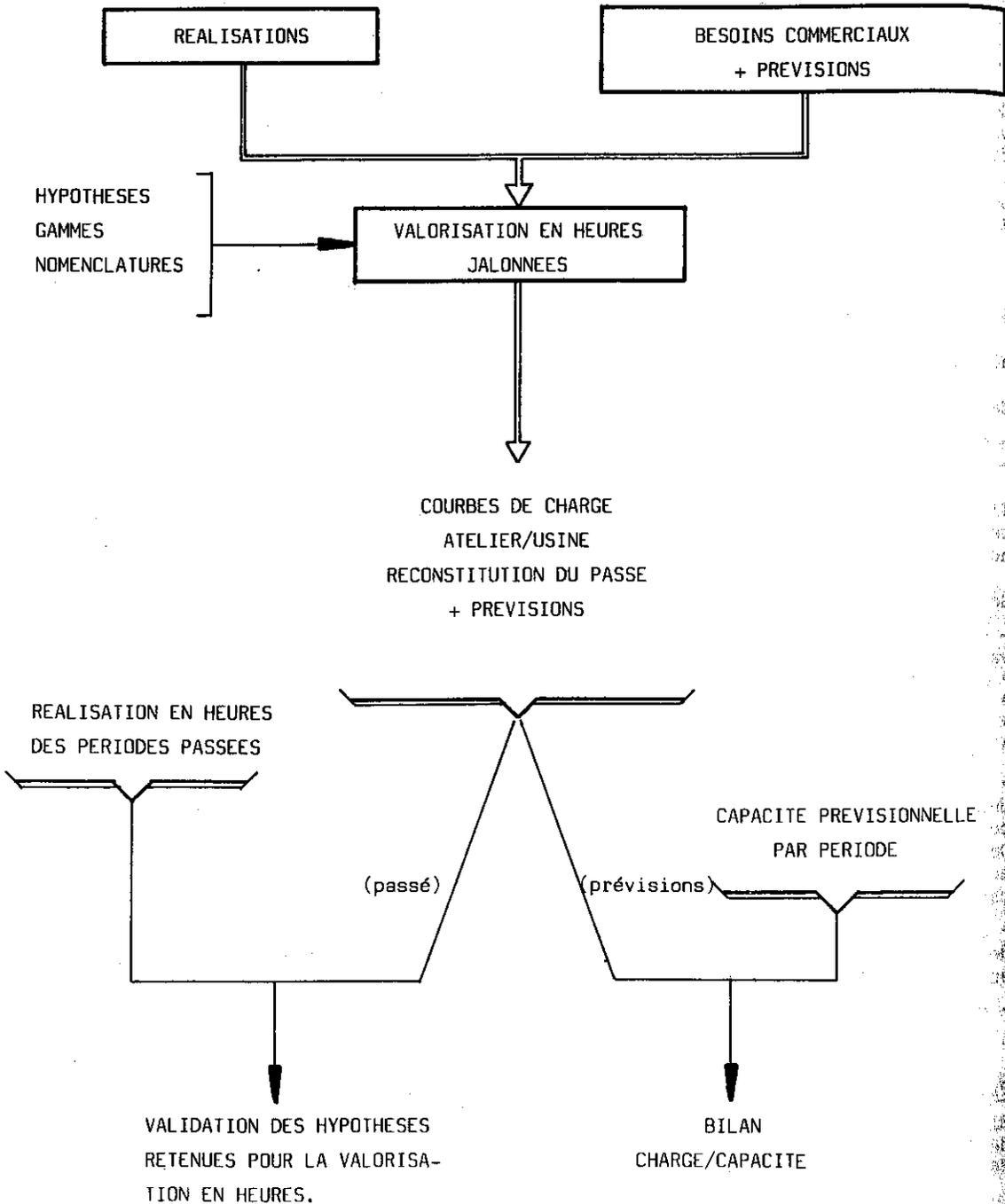
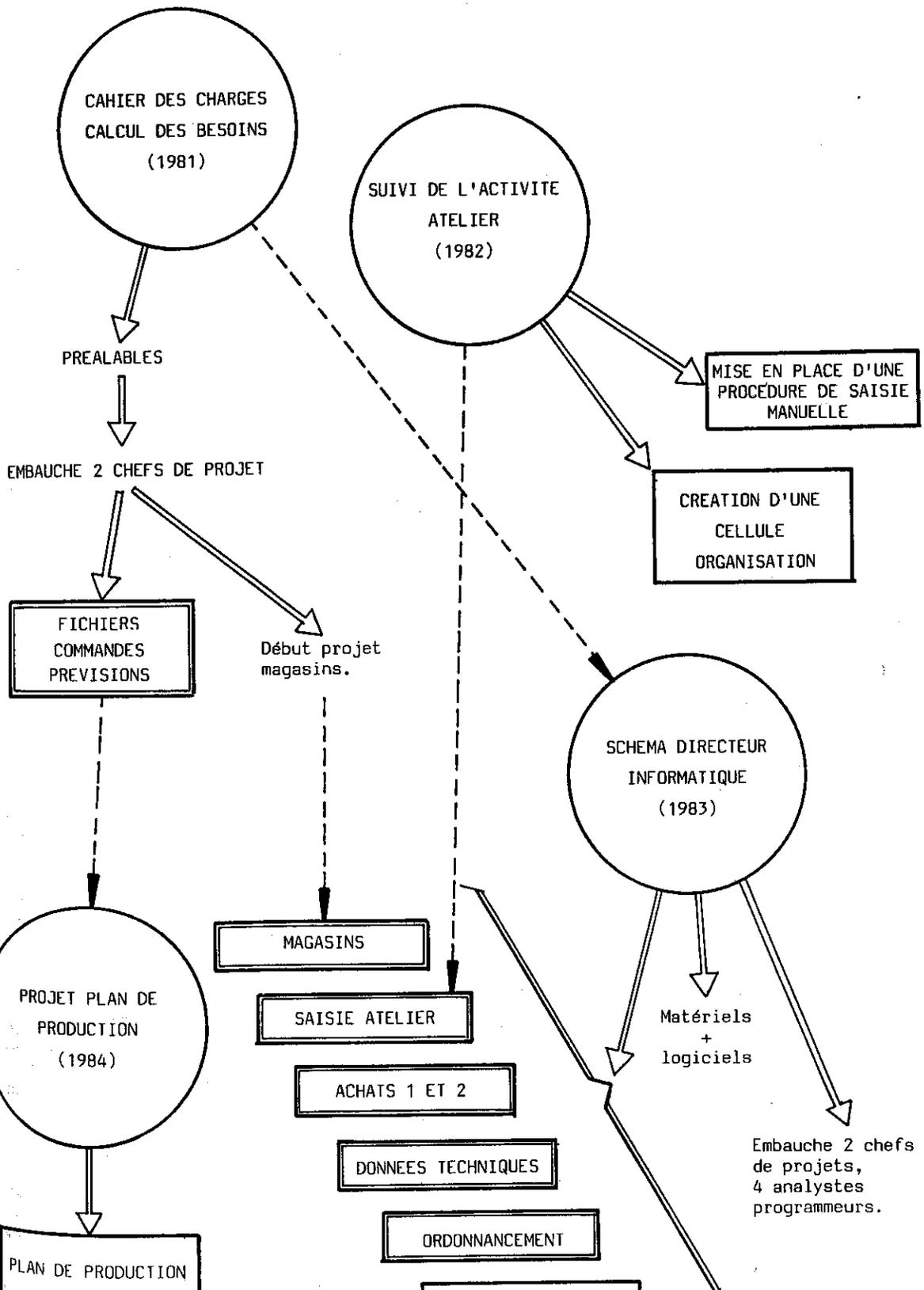
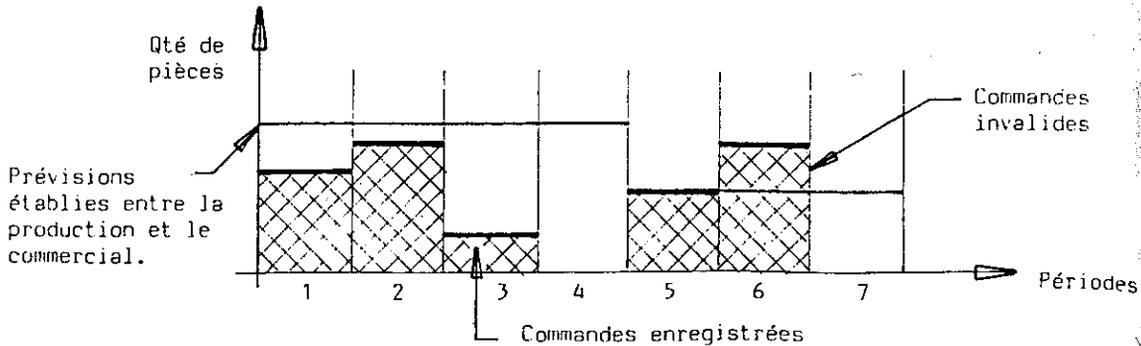


Figure 6.



inférieur aux prévisions (voir schéma ci-dessous)



En période 6, les commandes enregistrées étant supérieures aux prévisions, il y a invalidité de la demande commerciale.

Deux solutions sont possibles, suite à une renégociation :

- l'agent commercial accepte de décaler cette commande,
- l'agent d'ordonnancement accepte cette demande supplémentaire ponctuelle au vu des en-cours et des actions possibles.

Dans tous les cas, une dérogation au contrat initial est réalisée après discussion et accord entre le Commercial et la Production.

Situation actuelle.

Ce logiciel a été entièrement développé par Turboméca. Actuellement, le système est opérationnel depuis Juin 1983, pour les commandes de pièces de rechanges, l'élargissement aux commandes des pièces de réparation et moteurs neufs est en cours de développement. Pour ces deux derniers points, le système sera opérationnel vers mi 1986.

b) Projet magasin.

L'objectif principal est d'assurer une gestion temps réel, en ce qui concerne les procédures d'entrées/sorties, ainsi que la gestion physique. Ce projet couvre la totalité des magasins de Turboméca qu'ils soient production ou autres.

Les principales caractéristiques sont :

- la gestion en temps réel, afin de valider la totalité des informations saisies,
- l'existence d'un mode de gestion unique quel que soit le magasin,
- des notions distinctes pour les magasins logiques et les magasins physiques. Par exemple, deux magasins différents d'un point de vue logique (les magasins production série et les magasins de rechanges) peuvent être stockés physiquement au même endroit, dans le même casier. Cette solution implique une très grande rigueur au niveau de la gestion.
- d'assurer :
 - . la gestion des emplacements,
 - . l'existence d'une procédure de gestion sur stocks pour les articles de valeurs faibles et ayant une consommation importante,
 - . l'existence de procédures d'analyses des stocks et de gestion des inventaires.

- de posséder une notion de réservation.

Une partie des pièces existantes en stock peut être réservée pour un dossier de fabrication ou de montage.
La méthode d'obtention du plan de réservation est donnée en FIGURE 8.

situation actuelle.

Ce projet est développé à Turboméca dans sa totalité.

	1983	1984	1985	1986
Calendrier initial.....	[X]			
Calendrier actuel.....	[X]			

CHARGE EN JOURS	ESTIMATION SCHEMA DIRECTEUR	SITUATION AU 9.84
Charge totale.....	1839	1875
Déjà réalisée.....		225
Charge restante.....		1650

C) Projet saisie de l'activité atelier.

L'objectif visé est de saisir en temps réel la totalité des tâches effectuées dans les ateliers.
Ce système est destiné à l'ensemble des ateliers de production à l'exception de la réparation.

Les caractéristiques principales sont :

- d'assurer une saisie en temps réel, afin de valider les informations, mais aussi afin d'implanter éventuellement un ordonnancement en temps réel,

Cette hypothèse n'est toutefois pas envisagée à court terme.

- la saisie sera effectuée par des agents administratifs d'atelier et non par les compagnons,

- le système utilisera des terminaux banalisés (clavier + écran + imprimante),

- les états de synthèse de l'activité seront établis par atelier de façon journalière, hebdomadaire et mensuelle,

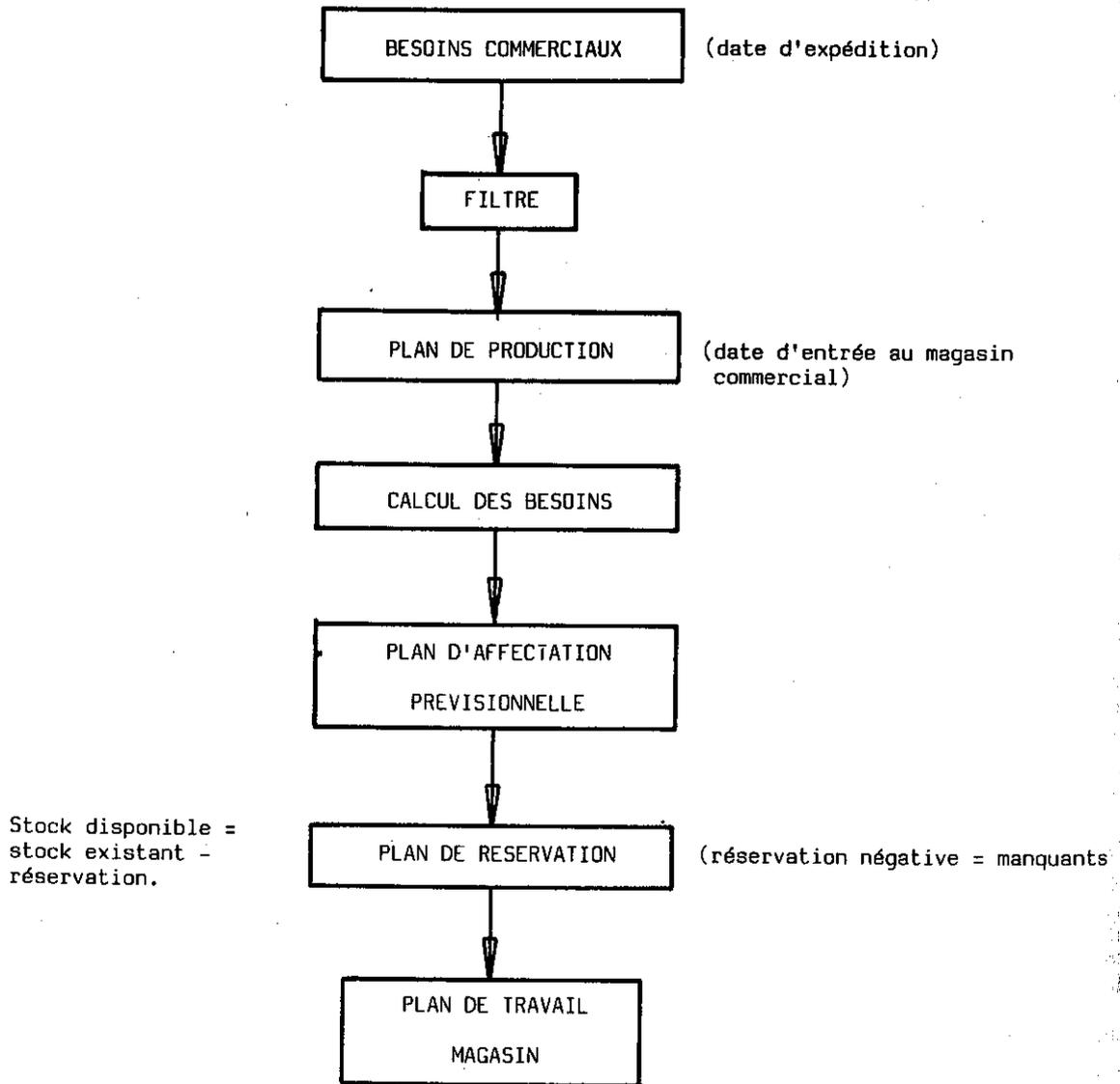


Figure 8.

- il est possible d'affecter prévisionnellement des tâches à un compagnon et à une machine,
- la totalité des résultats de l'ordonnancement utilisés par les ateliers sera disponible par écran (plan de travail et courbe de charge entre autres).
- Il existe une inter connexion entre le système de saisie de l'activité atelier et le système de pointage du temps de présence.

Ce couplage est rendu nécessaire par la réalisation d'une balance carrée en fin de journée pour chaque compagnon.
 Les schémas de principe du système actuel et du système futur sont donnés en FIGURE 9.

Les différents statuts possibles pour les opérations dans le système actuel et dans le système futur sont représentés en FIGURE 10.

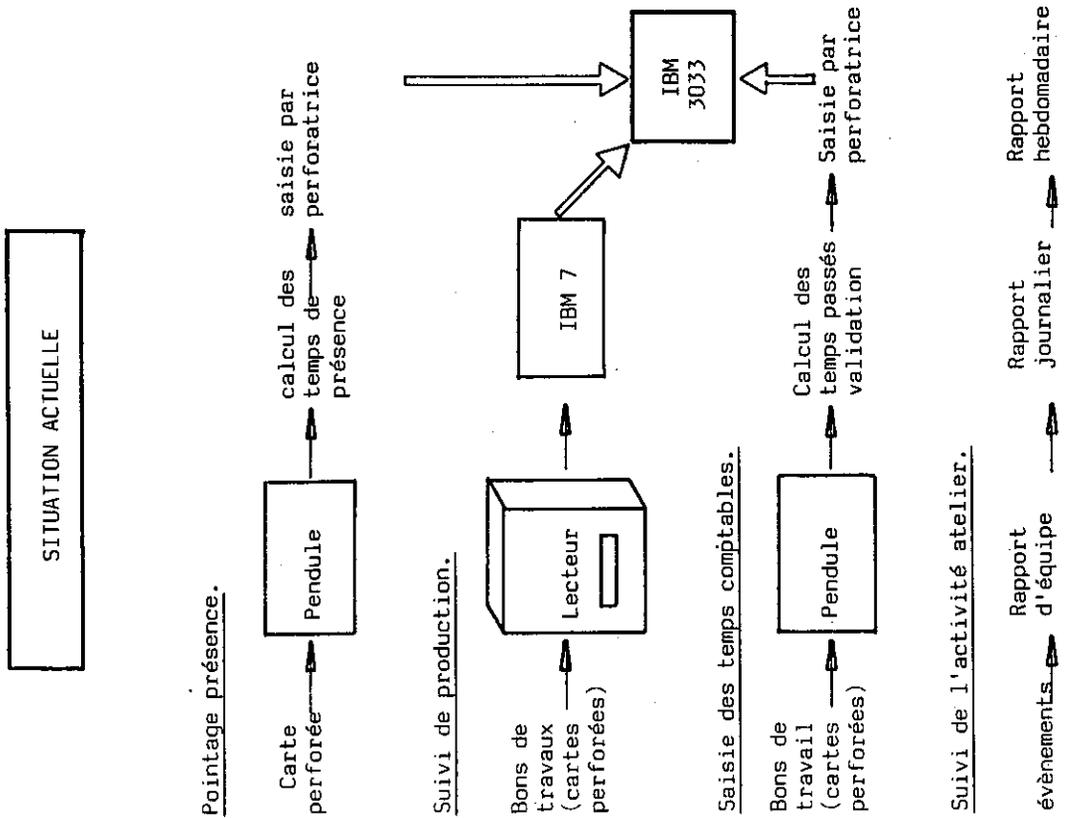
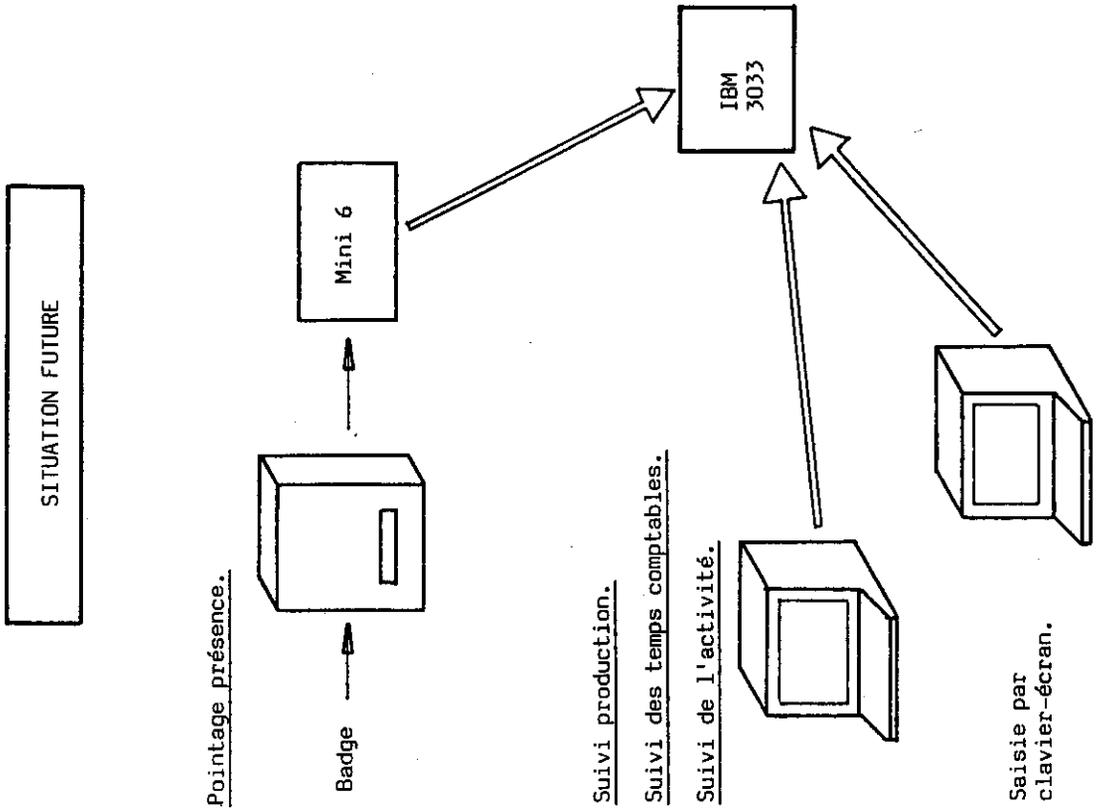
situation actuelle.

Pour la saisie en atelier, nous avons acheté les modules TZAR II de Production Systèmes.
 Pour le pointage de présence, le système a été acheté "clefs en mains".

	1983	1984	1985	1986
Calendrier initial.....				
Calendrier actuel.....				

Le décalage de la date de fin est dû à la mise en place du système de pointage des présences, non inclus dans le schéma directeur informatique.

CHARGE EN JOURS	ESTIMATION SCHEMA DIRECTEUR	SITUATION AU 9.84
Charge totale (j).....	223	246
Déjà réalisée (j).....		114
Charge restante (j).....		132



ETATS POSSIBLES POUR UNE OPERATION

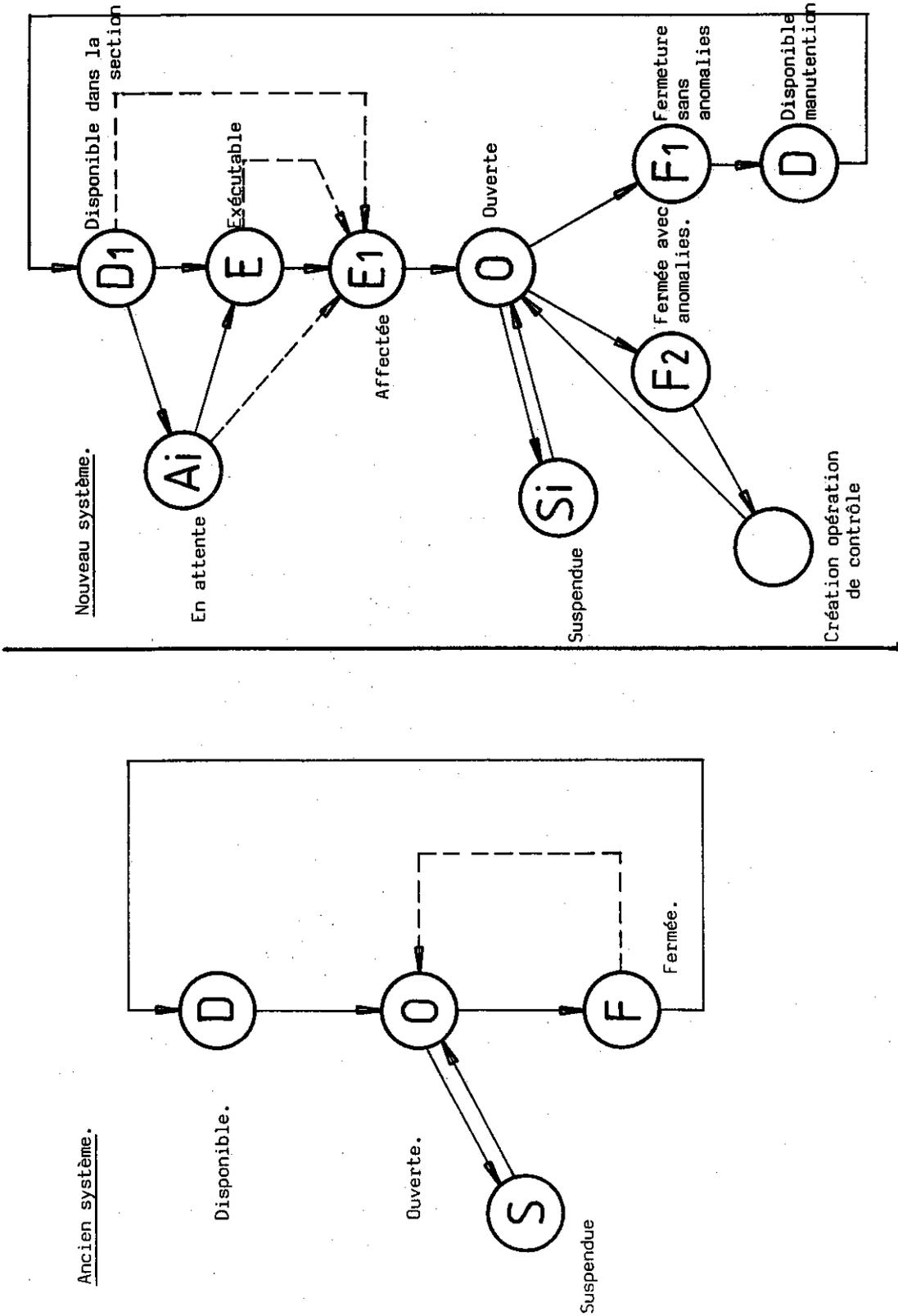


Figure 10.

d) Projet achat 1.

L'objectif de ce projet consiste à gérer l'ensemble du circuit :
 Demande achats --> commande achats --> suivi commandes --> réception -->
 --> contrôle --> Magasin.
 pour l'ensemble des commandes d'achats (production série ou autres)

L'autre partie, qui comprend le suivi des fournisseurs et les analyses statistiques sera traitée par le projet achats 2.

Les principales caractéristiques sont :

- la validation des propositions de demandes d'achats par écran en temps réel, afin de valider les informations saisies,
- la composition des commandes d'achats à l'aide d'une procédure traitement de texte,
- le développement d'un suivi préventif,
- la création de tableaux de bord.

Situation actuelle.

Ce projet sera développé entièrement par Turboméca.

	1983	1984	1985	1986
Calendrier initial.....				
Calendrier actuel.....				

Ce projet a débuté avec 6 mois de retard du fait de problèmes liés au recrutement du chef de projet. Quant à sa durée, elle a été augmentée de 6 mois, car nous avons été obligés de transférer dans achats 1, certaines parties prévues initialement dans achats 2.

CHARGE EN JOURS	ESTIMATION SCHEMA DIRECTEUR	SITUATION AU 9.84
Charge totale.....	803	925
Déjà réalisée.....		126
Charge restante.....		799

e) Projet base de données techniques.

Il s'agit de gérer l'ensemble des données relatives aux articles, aux gammes de fabrication et aux nomenclatures pour l'ensemble de la société. Les caractéristiques principales sont :

- une gestion en temps réel afin d'assurer la cohérence des informations,
- la création automatique de la nomenclature production à partir de la nomenclature bureau d'études,
- la gestion des modifications avec des dates de début et de fin de validité,
- d'assurer la gestion des nomenclatures "fournitures façonniers". En effet pour certaines commandes d'achats, nous sommes contraints à fournir certains composants (pour des problèmes de contrôle de qualité entre autres).

situation actuelle.

Ce projet sera lui aussi développé à Turboméca dans sa totalité.

	1983	1984	1985	1986
Calendrier initial.....				
Calendrier actuel.....				

La durée du projet a été augmentée du fait de la prise en compte des nomenclatures bureau d'études, partie qui n'était pas prévue par le schéma directeur.

CHARGE EN JOURS	ESTIMATION SCHEMA DIRECTEUR	SITUATION AU 9.84
Charge totale.....	871	921
Déjà réalisée.....		325
Charge restante.....		596

f) Projet lancement/ordonnancement.

Les objectifs sont :

- de redéfinir la procédure de création des dossiers de fabrication,

- d'implanter l'ordonnancement TZAR II (il s'agit en fait d'un changement de versions),
- d'implanter un calcul des besoins.

A ce jour, le projet n'est pas démarré. Toutefois, le calcul des besoins qui sera implanté dans la société sera conforme aux caractéristiques des systèmes MRP.

Situation actuelle.

	1983	1984	1985	1986
Calendrier initial.....				
Calendrier actuel.....				

6 - CONCLUSION.

Suite aux différentes actions que nous avons menées dans notre société et compte tenu que l'ensemble des projets induits par le schéma directeur sont en cours, les remarques importantes qu'il est nécessaire de faire sont :

- a) Il est impératif de réaliser un schéma directeur informatique. Il doit concerner la totalité de la société et non pas une partie comme la production par exemple. Il doit être établi avec une personne extérieure à la société. Même si aucune suite n'y est donnée, le fait de bâtir un schéma directeur impose un effort de réflexion sur les méthodes de gestion et permet un contact entre l'ensemble des chefs de services.
- b) Il est indispensable que les chefs de services concernés ainsi que les directeurs soient motivés et demandeurs.
- c) Ne pas sous estimer la formation des utilisateurs.
- d) Les chefs de services concernés par les différents projets informatiques doivent avoir le temps nécessaire et être disponibles pour réaliser les études fonctionnelles et le cahier des charges, afin de ne pas ralentir la réalisation.
- e) La présence d'une cellule d'organisation devient indispensable dans la mesure où en marge de chaque projet informatique, il faut établir des procédures d'organisation qui ne sont pas du domaine des informaticiens.
- f) Le développement des projets en temps réel est important pour effectuer la validation et assurer la cohérence des données.