

## LA GESTION DES ATELIERS DE FABRICATION DE PIÈCES AÉRONAUTIQUES (Usine de Corbeil - SNECMA)

par Jean-Claude MERAUX

*Chef du Département Gestion, Organisation, Personnel*

### I. - INTRODUCTION

1. - La SNECMA (Société Nationale d'Etude et de Construction de Moteurs d'Avions) réalise, avec un effectif d'environ 13.000 personnes, l'étude et la production de réacteurs d'avions tant Civils que Militaires. Cette Société constitue l'élément principal du Groupe SNECMA (21.000 personnes environ) dont l'activité est orientée vers le Secteur Aéronautique. Outre la Société mère, les principales Sociétés du Groupe sont : Hispano-Suiza, Messier-Hispano-Bugatti et SOCHATA-SNECMA.

2. - L'étude de la gestion de l'Atelier de Fabrication de pièces de réacteurs qui est abordée ici concerne plus particulièrement la "Direction des Fabrications", Unité chargée de la réalisation de l'ensemble des pièces mécaniques et mécano-soudées qui entrent dans la constitution des réacteurs modernes. Cette Direction compte environ 3.200 personnes implantées, pour l'essentiel, sur le Centre d'Activités de CORBEIL-EVRY (Essonne)

3. - Les caractéristiques principales de la Production réalisée par cette importante unité méritent d'être soulignées (cf. figure 1) avant d'aborder plus directement l'étude de la Gestion des Ateliers.

#### Fig. 1 - CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE LA PRODUCTION SNECMA

- Production "à la Commande" ce qui n'exclut pas des "anticipations commerciales", transparentes pour le producteur
- Production "banalisée" : affectation "au plus tard" des ressources aux besoins.
- Cycles relativement longs (technologies évoluées, matériaux d'usinage difficile, pièces complexes, ...)
- Part relativement importante de fabrications réalisées en sous-traitance de façonnage (Façonnage implique l'émission d'une Commande d'Achat et l'envoi de matières premières)
- Changements techniques nombreux, fréquemment introduits dans le cycle de fabrication
- Suivi Qualité très contraignant (traçabilité)
- Organisation des ateliers type "Sections Homogènes" (peu de "chaines")

## II. - FONCTIONS PRINCIPALES DE LA PRODUCTION

1. - Il est indispensable, pour bien situer et commenter le sujet qui nous intéresse s la "Gestion des Ateliers", d'analyser l'ensemble des fonctions principales d'une Production.

En effet, il existe des inter-relations parfois fortes entre les fonctions "amont" et "aval" de pilotage et de gestion d'une production.

La nature et la qualité de ces inter-relations sont des éléments qui peuvent être déterminants sur la performance - tenue des délais tout particulièrement - de la production.

2. - A un premier niveau d'analyse, nous proposons une décomposition en 13 "grandes fonctions", ou "fonctions principales", de l'ensemble de la Production.

La figure 2 schématise cette décomposition et fait apparaître les flux d'échanges majeurs inter-fonctions.

### FONCTIONS PRINCIPALES DE LA PRODUCTION

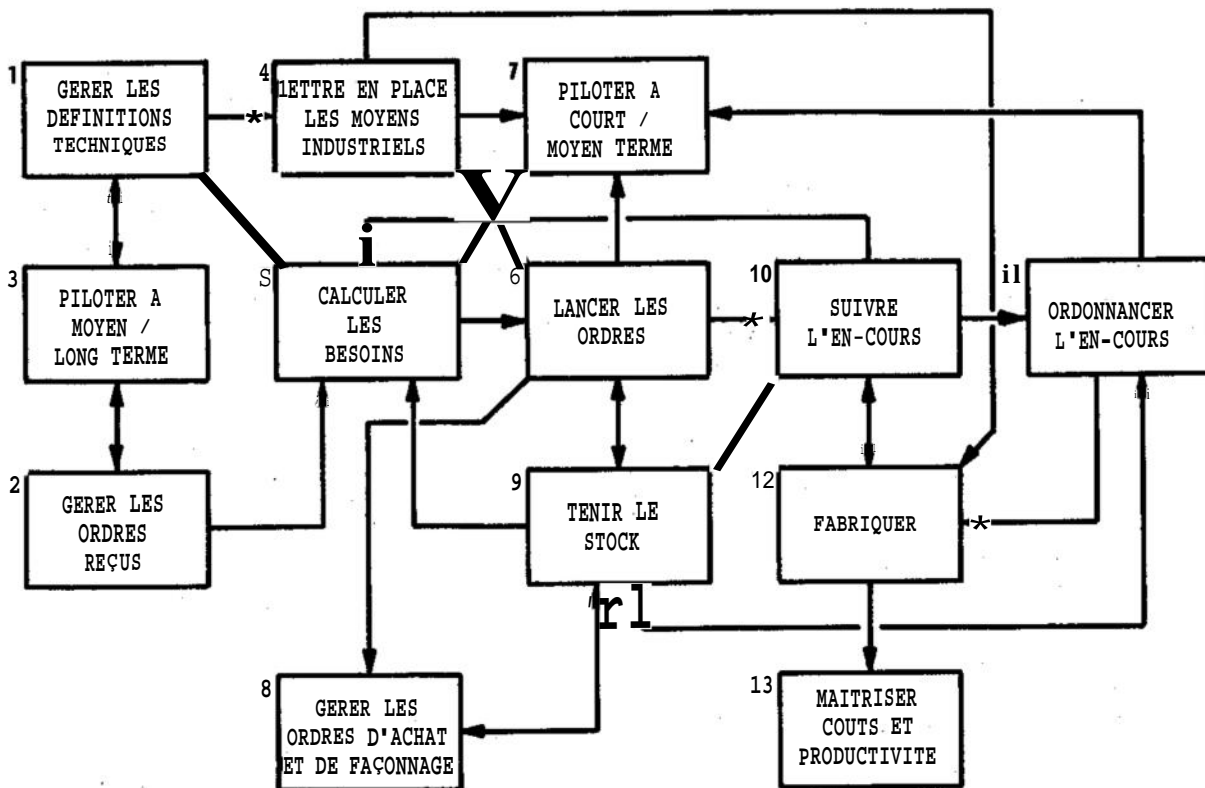


Fig. 2

3. - Pour être efficaces, les fonctions de pilotage d'une Unité de Fabrication se situent à plusieurs niveaux et agissent avec une précision d'autant plus grande que l'horizon considéré est proche.

Dans l'exemple qui nous intéresse, nous distinguerons deux niveaux :

. Le pilotage à moyen/long terme (de moins d'un an à 6 ou 7 ans environ) : il s'effectue principalement au niveau des fonctions "amont" de la production.

. Le pilotage à court/moyen terme (de la journée à l'année environ) : il se réalise principalement autour des fonctions de gestion des en-cours, ordonnancement en particulier.

III. - PILOTAGE A MOYEN/LONG TERME

1. - Le pilotage à moyen/long terme s'appuie principalement sur les fonctions "amont" :

- 1) - Gérer les Définitions Techniques
- 2) - Gérer les Ordres Reçus
- 3) - Piloter à Moyen/Long Terme
- 4) - Mettre en place les Moyens industriels

Le schéma de la figure 3 détaille, à un second niveau d'analyse, les 3 premières de ces fonctions.

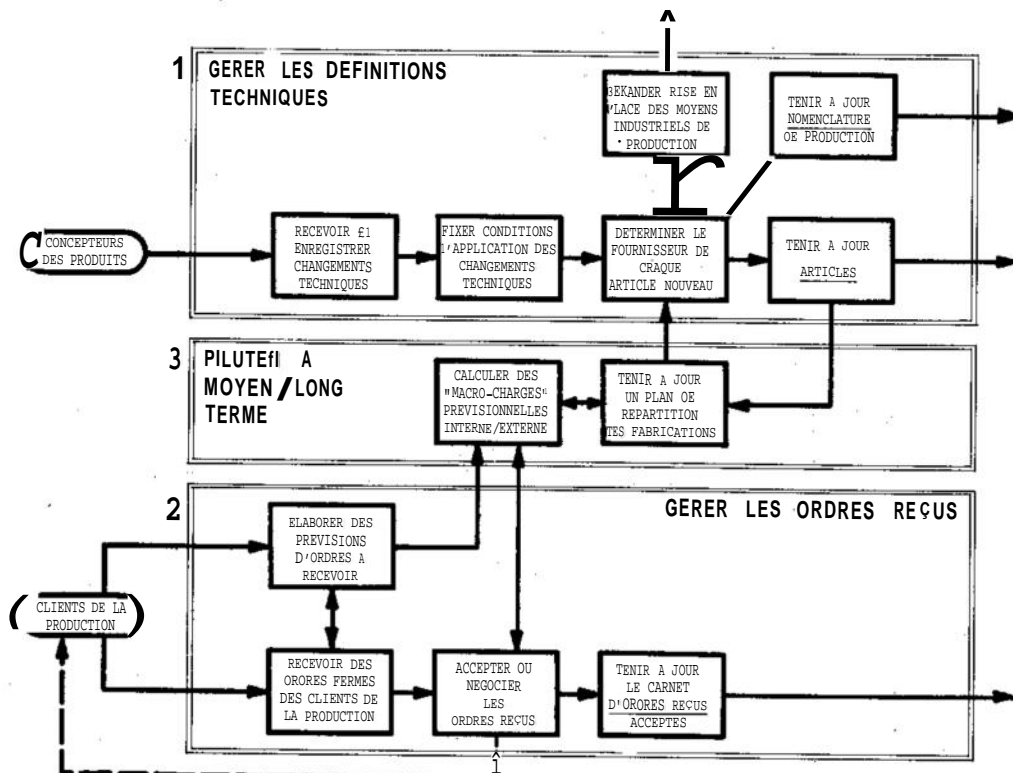


Fig. 3.

Nous ne décomposerons volontairement pas la 4ème fonction : Mettre en place les Moyens Industriels, qui sort plus nettement du champ de notre présentation.

Rappelons simplement que cette fonction est chargée de mettre en place tous les "Moyens Industriels" nécessaires pour fabriquer :

- . définir le processus de fabrication, c'est-à-dire élaborer une "Gamme" découpée en "Opérations" au niveau de chacune desquelles s'accrocheront des "outillages" et des "instructions de travail" (consignes fournies à l'exécutant pour effectuer une opération).

- . mettre en place (investir, implanter) et gérer (maintenir en fonctionnement) des machines et moyens de production.

2. - L'interface entre le concepteur des produits à fabriquer (Bureau d'études, Laboratoire, ...) et le producteur est assurée par la fonction : "Gérer les Définitions Techniques".

Cette fonction est activée par la réception de "Changements Techniques", c'est-à-dire d'événements qui expriment une évolution, souhaitée ou impérative, d'un état "avant" vers un état "après". Ces changements techniques véhiculent, par ailleurs, les documents (plans, normes, ...) indispensables pour définir l'état "après".

L'exploitation des changements techniques passe par :

a) la fixation des conditions d'introduction d'un changement dans les flux de production. Les applications sont pilotées :

- soit par des dates : modification effective à compter d'un jour donné
- soit par rangs : modification effective à partir du matériel complet de rang donné

b) la détermination des fournisseurs de chacun des articles nouveaux à partir de "directives" issues du pilotage à moyen/long terme que nous verrons plus loin.

A un premier niveau, il s'agit du choix ; "faire" ou "faire faire".

A un deuxième niveau, dans le cas où il est retenu de "faire faire", le choix complémentaire est "Acheter" ou "Faire façonner".

Si la réponse est "Acheter", le choix du fournisseur pourra se faire après consultation des fournisseurs potentiels (cf. grande fonction n° 8)

Si la réponse est "Faire façonner", il est nécessaire de consulter rapidement le réseau des façonniers de manière à faire sans attendre un choix de fournisseur. Ce choix est indispensable pour arrêter :

- . la nature des envois de fournitures à assurer
- . le moment de ces envois en fonction des dates de livraison souhaitées. (cycle du façonnier souvent différent du cycle interne).

c) la demande, soit interne, soit auprès des façonniers retenus, de mise en place des moyens industriels nécessaires pour produire. Cette demande doit normalement être assortie, soit d'une allocation de budget (interne), soit d'une commande (façonniers) couvrant ces dépenses d'industrialisation.

d) la tenue à jour de fichiers descriptifs des Articles et Nomenclatures dans lesquels seront consignées des informations techniques et de gestion indispensables aux fonctions "aval" de la Production.

3. - La seconde fonction qui contribue au pilotage à Moyen et Long terme de la Production consiste à "Gérer les ordres reçus".

En relation étroite avec les "Clients de la Production", cette fonction élabore des prévisions - ou des hypothèses - d'ordres à recevoir et centralise de manière régulière ces prévisions en fonction des commandes fermes reçues.

Elle procède donc à l'**acceptation** ou à la **négociation** du **carnet d'ordres** à produire et plus particulièrement à la détermination des délais, cadences et dates de première livraison dans le cas d'un produit nouveau.

Bien entendu, cette fonction tient à jour le carnet d'ordres reçus à l'occasion des livraisons faites aux Clients de la Production.

4. - Gérer les Définitions Techniques et les Ordres Reçus ne prend tout son sens que si ces deux fonctions majeures, mais encore obscures à ce stade (les livraisons physiques sont encore lointaines ...) sont correctement "assistées" et "éclairées" par un **pilotage** efficace à **Moyen/Long terme**.

Il importe en effet de ne laisser pénétrer dans le système de production que des **travaux estimés globalement réalisables** dans les **délais** requis, à l'aide des moyens industriels disponibles ou prévus. Ceci n'exclut pas, si des impératifs particuliers l'imposent, d'accepter certains travaux dans des conditions exceptionnelles. Encore faut-il en être conscient et prendre au plus vite les décisions qui permettront de respecter les engagements pris.

Pour cela, le pilotage à Moyen/Long terme s'appuie sur 2 fonctions fortement inter-actives :

- **Tenir à jour un plan de répartition des fabrications**
- **Calculer des "macro-charges" prévisionnelles**

Le **plan de répartition des fabrications** affecte un fournisseur - interne ou externe - à toute pièce à fabriquer ; et, le cas échéant, prévoit une évolution de cette répartition en fonction du temps.

Le **calcul de "macro-charges"** consiste en une approximation fondée sur des **temps** de travail :

- . globaux ou sommairement ventilés par types d'activités
- . estimés (produits nouveaux) ou plus précis (déduits des gammes, pour les produits connus)
- . relatifs aux produits constituant la partie A d'une analyse ABC de l'encommande.

Pour ces produits, les programmes fermes ou prévisionnels sont considérés sur un horizon de plusieurs années (jusqu'à 5 à 6 ans). Le calcul prend par ailleurs en compte la **décroissance prévisionnelle des temps** de production en fonction des phénomènes d'apprentissage et la **répartition des heures** de travail à consommer en amont des dates de livraison souhaitées.

Les charges qui se dégagent de ce calcul seront à réaliser, soit à partir des capacités internes de production, soit en faisant appel à des capacités externes (sous-traitance, façonnage). La répartition de la charge totale, ou pilotée, résulte de l'application du plan de répartition des fabrications.

La comparaison de ces charges aux capacités disponibles et potentielles permet d'agir :

- . soit sur le plan de répartition des fabrications (par exemple, augmenter ou réduire la sous-traitance, accroître ou limiter la capacité interne),
- . soit sur les critères de négociation des ordres fermes à recevoir,
- . soit, fréquemment, sur tous ces éléments à la fois.

5. - Cette fonction majeure de pilotage à Moyen/Long terme va donc ainsi, par des réactions itératives, réguler les fonctions qui gèrent les Définitions Techniques et les Ordres Reçus.

L'existence, la qualité, la pertinence, la rapidité des réactions de cette fonction sont les facteurs qui déterminent l'efficacité du 1er niveau de pilotage de la Production.

Ce 1er niveau est essentiel. Il "garde les entrées" et permet de placer la production en état d'ordonner valablement les flux matières dans les ateliers.

Il est en effet illusoire de prétendre tenir des délais - en particulier - si la quantité de travail à absorber dans les ateliers n'est pas sensiblement égale à la capacité .

De même, accepter des ordres avec des délais, des cadences, ... qui ne pourront être normalement tenus est une erreur que n'importe quel système d'ordonnement ne pourra pas corriger, si ce n'est en créant un désordre qui discréditera le système d'ordonnement lui-même alors que le problème est ailleurs.

IV. - CALCUL DES BESOINS ET LANCEMENT DES ORDRES

1. - Les fonctions "amont" qui viennent d'être examinées convergent vers un ensemble de fonctions qui préparent la mise en fabrication proprement dite :

- 5. - Calculer les besoins
- 6. - Lancer les ordres
- 9. - Tenir le stock

Les schémas des figures 4 et 5 détaillent ces 3 fonctions.

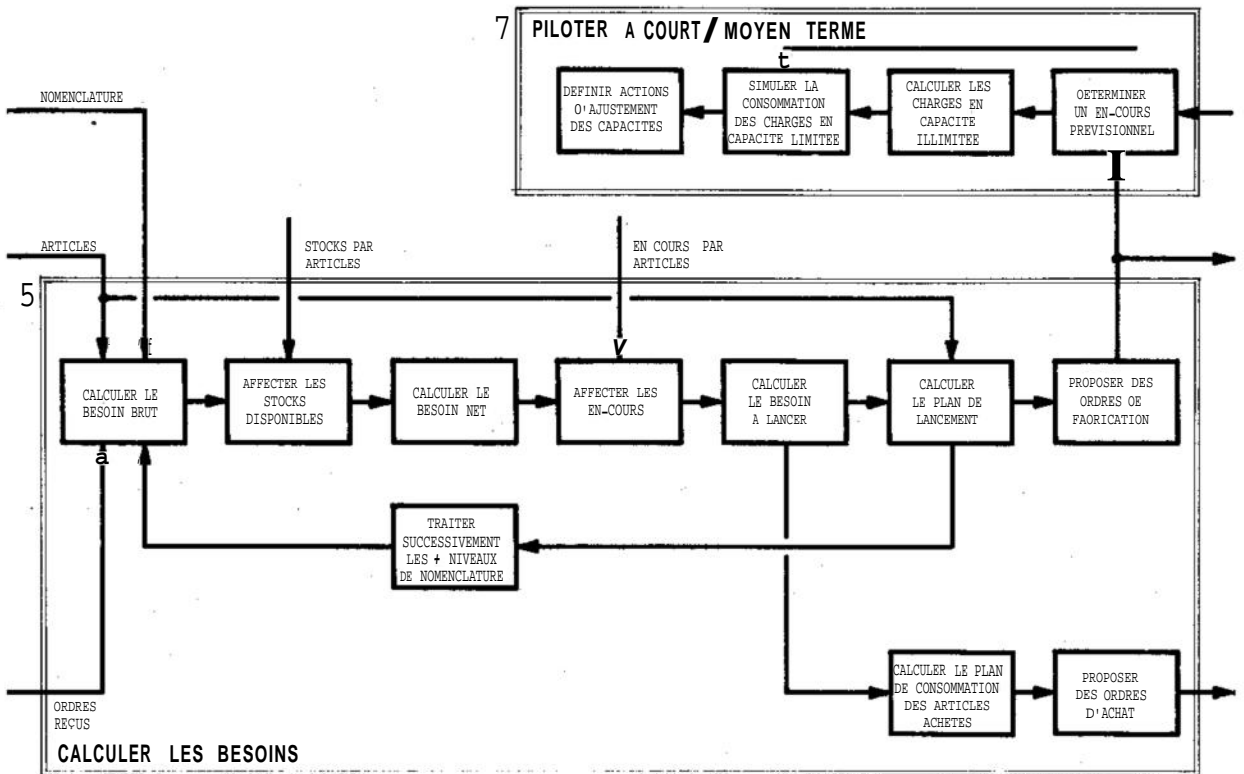


Fig. 4.

2. - Le Calcul des Besoins présenté (figure 4 - fonction 5) est du type régénératif, niveau par niveau, à fréquence mensuelle.

La filiation des besoins (possibilité de remonter une filière pour trouver l'affectation calculée d'un composant à un ensemble récepteur du carnet d'ordres reçus) est accessible mais non éditée.

Ce choix résulte du principe adopté de production banalisée avec affectation "au plus tard" des ressources produites aux besoins.

Il existe environ 15.000 articles avec besoins restant à satisfaire.

Les "sorties" du calcul des besoins sont de 2 types :

- des propositions d'ordres d'achat, sous forme d'un "plan de consommation" pour les articles à acheter (pièces finies extérieures, matières, pièces brutes)\*
- des propositions d'ordres de fabrication, sous forme d'un "plan de lancement" pour les articles fabriqués (internes) et les articles façonnés (externes).

3. - Trois situations apparaissent en ce qui concerne le lancement des ordres (figure 5 - fonction n° 6)

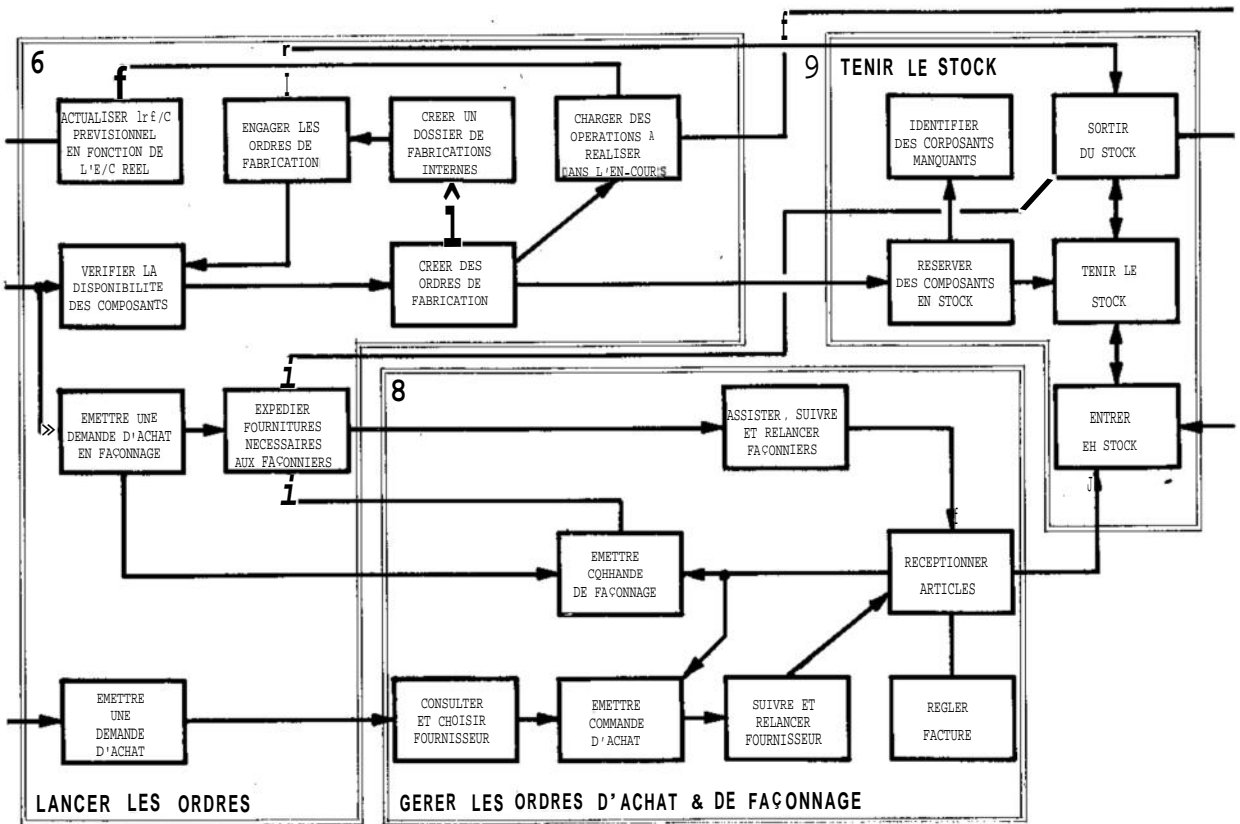


Fig. 5.

- Achat :

Les "propositions d'ordres d'achat" sont transformées, au moment opportun, en "demandes d'achat" qui définissent : "Quoi, Combien (quantité), Quand".

Ces "demandes d'achat" sont ensuite complétées du "Prix" par la grande fonction n° 8 : "Gérer les ordres d'achat et de façonnage" et transformées en commandes commerciales adressées aux fournisseurs.



- Fabrication interne s

Il est procédé, avant lancement, à une première vérification de disponibilité des composants afin de ne mettre en fabrication que des lancements réputés exécutable s.

Si cette vérification s'avère positive, l'ordre de fabrication est créé. Cet acte quotidien engendre trois effets distincts s

- . une réservation des composants à sortir du stock : la sortie physique sera réalisée ultérieurement, au moment du besoin réel des ateliers.
- . un chargement des opérations à réaliser (définies par la gamme) dans un fichier En-cours
- . l'émission des documents constitutifs du dossier de fabrication :
  - .. carte d'accompagnement des pièces, ou fiche suiveuse, pour assurer la traçabilité (mémoire sation des principaux paramètres d'exécution réelle des opérations)
  - .. bons de sortie des magasins : récapitulatif des bons pour un ensemble et bons de sortie individuels pour chaque composant à sortir
  - .. bons de travail s allocation d'un temps par opération
  - .. bons de déclaration d'avancement : fin d'une opération et début d'opération longue si la durée prévue d'exécution dépasse un certain paramètre.
  - .. ouverture d'un compte de prix de revient

L'engagement effectif d'un ordre de fabrication (sortie physique des composants des magasins) sera réalisé après, si nécessaire, une seconde vérification de la disponibilité de certains composants.

- Fabrication en façonnage

Le lancement en façonnage est la combinaison de l'émission d'un ordre d'achat et d'un ordre de fabrication.

Une contrainte résulte de cette association : vérifier que la commande commerciale de façonnage est bien émise avant de procéder à l'envoi des fournitures nécessaires au façonnier.

4. - La tenue du stock (figure 5 - fonction n° 9) est classique.

La possibilité de réserver des composants permet, sans réaliser de sortie physique, d'identifier des manquants à court terme et de mener, en conséquence, les actions de relance qui s'imposent pour permettre le bon engagement des fabrications.

## V. - SUIVI ET ORDONNANCEMENT DE L'EN-COURS

1. - Les fonctions concernées sont :

- 10 - Suivre l'en-cours
- 11 - Ordonnancer l'en-cours
- 7 - Piloter à Court/Moyen terme

Elles sont détaillées sur les figures 4 et 6

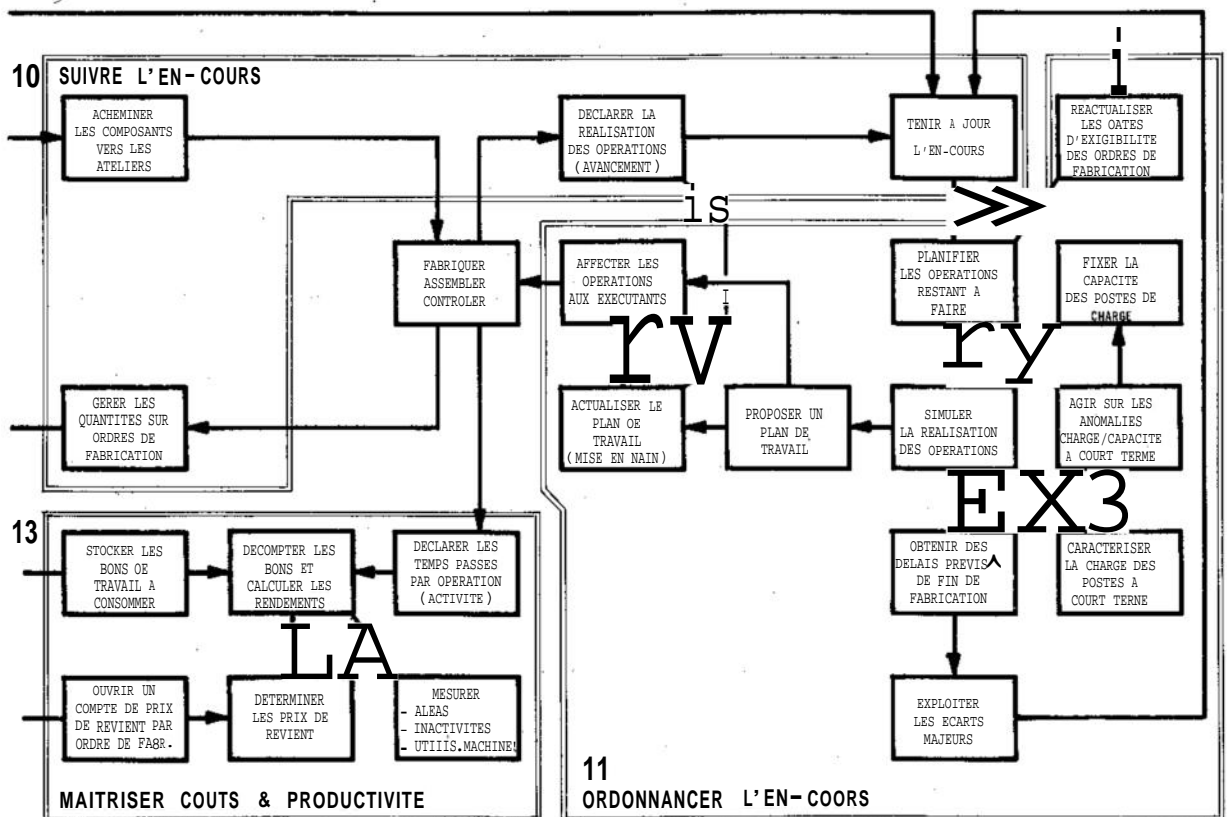


Fig. 6

2. - Le suivi de l'en-cours (figure 6 - fonction n° 10) prend la main dès la sortie des composants des magasins et permet d'acheminer ces composants vers les postes de travail successifs en atelier, définis initialement par les gammes.

Lorsqu'une opération de fabrication est terminée à un poste de travail, une déclaration d'avancement est émise par l'atelier et provoque une mise à jour quotidienne de l'en-cours.

Les volumes concernés sont importants : environ 12.000 ordres de fabrication représentant, à un instant donné, un ensemble de 180.000 opérations restant à exécuter.

De manière à connaître avec une précision suffisante l'état de disponibilité des opérations à exécuter, il est donc nécessaire, en plus des déclarations d'avancement, d'informer le système de suivi de l'en-cours d'un certain nombre d'événements qui ont un impact direct sur l'ordonnement des travaux :

- . Arrêt d'un ordre de fabrication : panne machine, manque outillage, ...
- . Délestage d'une opération du poste de travail prévu sur un autre poste disponible
- . Contrainte liée à la disponibilité de certains outillages
- . Entrée partielle de pièces en acompte ou rebut, etc. ...

La précision et la rapidité de transmission de ces informations est indispensable pour effectuer ensuite un ordonnancement satisfaisant. Nous verrons plus loin qu'il y a là une difficulté importante pour la bonne gestion d'un atelier. Tous les efforts devront donc être faits pour avoir la qualité de l'information nécessaire et suffisante pour rendre crédibles les calculs qui proposeront un plan de travail et permettront d'évaluer des délais.

3. - L'ordonnement de l'en-cours (figure 6 - fonction n°11) est la fonction majeure qui va, en particulier, proposer aux ateliers une "recommandation" quant à l'ordre d'exécution des tâches aux différents postes de travail.

Le Pilotage à Court/Moyen terme (figure 4 - fonction n° 7) est étroitement lié à cet ordonnancement.

L'ensemble de ces fonctions est assuré par le progiciel "TZAR" (sous-ensemble ORDOPRO) développé par la Société Française "PRODUCTION SYSTEMES" de GRENOBLE.

Il a été mis en service opérationnel en février 1978.

Ce programme effectue une planification (voir figure 7) en capacité illimitée suivie d'une simulation (voir figure 8) de consommation des charges en capacité limitée :

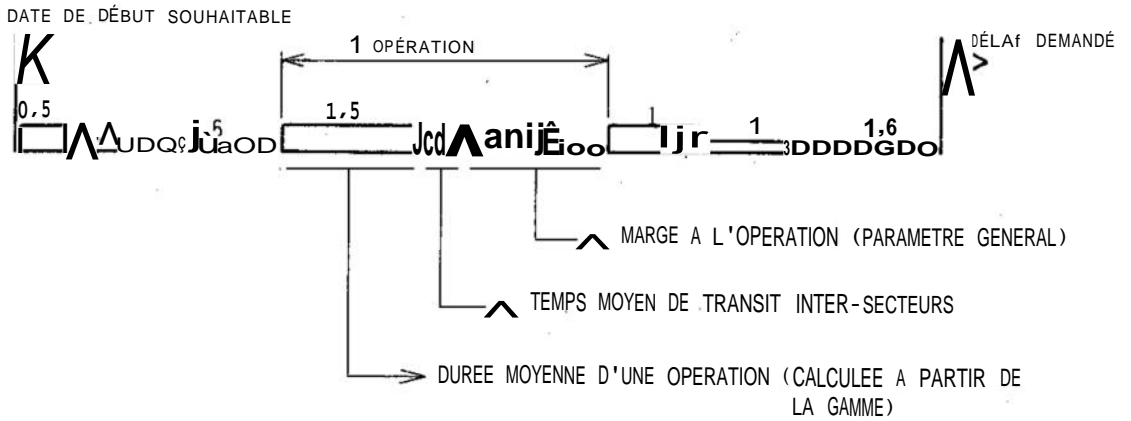
- tous les mois : à partir de l'en-cours réel et de l'en-cours prévisionnel avec :
  - . horizon de 4 mois en capacité limitée
  - . regroupement des ordres de fabrication à moyen terme
- toutes les semaines s à partir de l'en-cours réel seul.

PLANIFICATION DES OPERATIONS

- EFFECTUEE A CAPACITE ILLIMITEE, A PARTIR DU CYCLE DE REFERENCE :

- CYCLE DE REFERENCE :   ■ TEMPS DE PREPARATION + USINAGE  
 + ■ TEMPS DE TRANSIT  
 + ■ MARGES

- LES OPERATIONS SONT JALONNEES A PARTIR DU DELAI DEMANDE ⇒ DATE DE DEBUT SOUHAITABLE



DES PRIORITES SONT AFFECTEES A CHAQUE OPERATION PAR COMPARAISON DU CYCLE DE REFERENCE ET DES CYCLES AU PLUS TOT ET AU PLUS TARD (SANS MARGES)

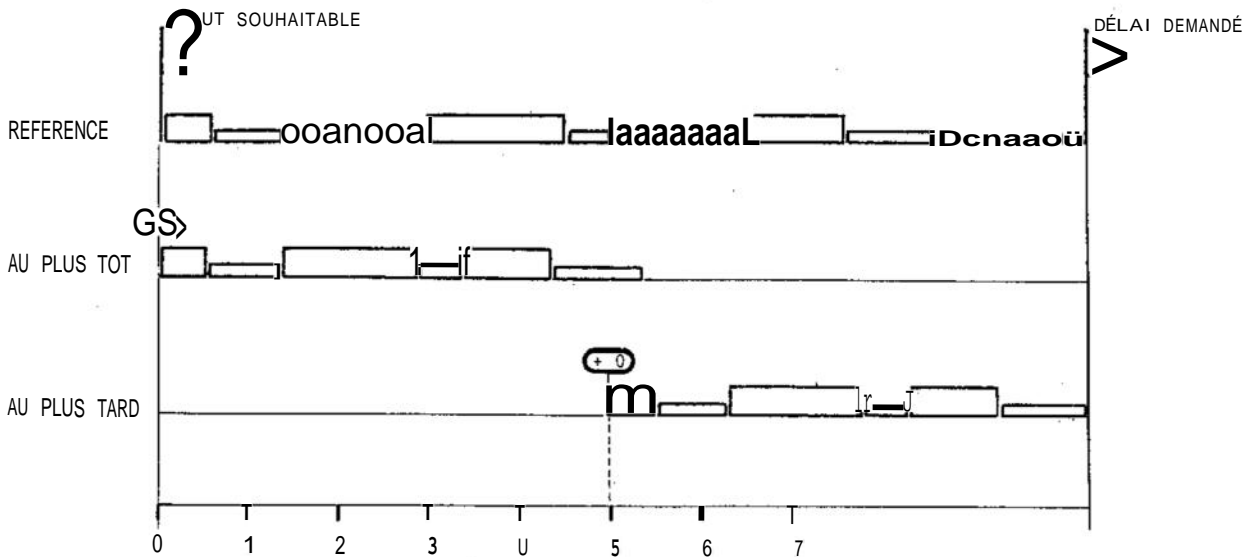


Fig. 7.

S I M U L A T I O N

- LES OPERATIONS JALONNEES AU PLUS TOT SONT PRESENTEES A LA DATE PREVUE DEVANT LES POSTES QU'ELLES SOLLICITENT
- EN CAS DE CONCURRENCE SUR UN MEME POSTE, C'EST L'OPERATION OUI A LA PRIORITE LA PLUS GRANDE QUI EST RETENUE
- LES AUTRES OPERATIONS SONT REPOUSSEES ET LEUR PRIORITE AUGMENTEE EN CONSEQUENCE

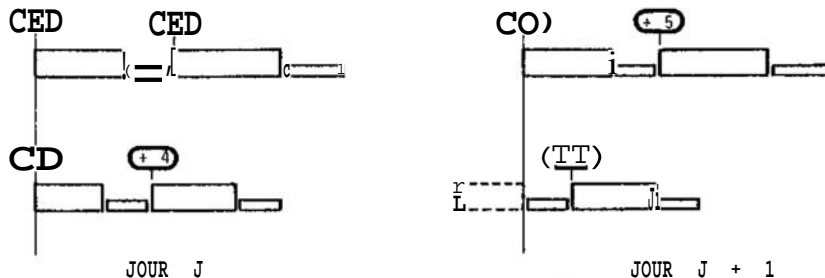


Fig. 8.

La simulation en capacité limitée prend en considération le potentiel, déclaré par les ateliers, de près d'un millier de postes de charge. Il est possible d'introduire des variations prévisionnelles de capacité et de traiter systématiquement certains postes en capacité illimitée.

#### VI. - DIFFICULTES ET REMEDES DANS LA MISE EN OEUVRE D'UN SYSTEME D'ORDONNANCEMENT

1. - Il convient de préciser, dans le cas qui nous intéresse, à partir de quel contexte a été mis en place le progiciel TZAR :

. Il pré-existait un logiciel spécifique d'ordonnancement, en capacité illimitée, qui produisait quotidiennement un état de mise en main des opérations en atelier. Les différences entre la situation "avant" et la situation "après", vues par les responsables des ateliers, sont donc apparues, en première analyse, comme mineures.

. Le point nouveau principal a été la création d'un **fichier des postes de charge** et l'initialisation de ce fichier. Un certain temps a été nécessaire pour régler correctement les capacités introduites pour chaque poste.

. La mise en place du nouveau progiciel s'est réalisée en 1 an. Au cours de cette période une grande attention a été accordée à la formation initiale des personnels concernés.

2. - Les difficultés rencontrées au cours des premières années qui ont suivi la mise en service du nouveau progiciel ont été liées aux points suivants :

. Démarrage d'un système nouveau concernant directement de nombreuses personnes ; malgré les efforts de formation réalisés les facteurs de résistance au changement restent importants

. Tendance à demander des aménagements du logiciel en vue de satisfaire à un maximum de situations : certains utilisateurs considèrent qu'un système évolué doit répondre sans défaillance à toutes les situations. Or toutes les situations ne peuvent être raisonnablement prises en compte et la distinction entre les exigences majeures et mineures n'est parfois pas évidente.

. Qualité des informations de suivi de l'en-cours : remontée des avis de fin d'opération en particulier (voir § V.2 ci-dessus)

. Gammes insuffisamment représentatives de la "réalité atelier" : la mise à jour des gammes ne traduit pas toujours suffisamment bien ce qui se passe effectivement compte tenu des contraintes de fabrication, par ailleurs, les Méthodes tendent à prévoir en gamme l'emploi de moyens futurs performants plutôt que de mentionner les moyens disponibles à l'instant considéré.

. Délestage d'opérations d'un poste de charge prévu en gamme sur un autre poste de charge, sans information du système.

. Habitudes de l'emploi de listes de priorité "parallèles" dénaturant le fonctionnement du système, ceci étant aggravé par l'emploi parfois abusif de "priorités externes".

. Prise en compte insuffisante de la disponibilité des composants : le système implanté n'ordonne que les opérations de transformation.

3. - L'accumulation de ces difficultés après 4 années d'utilisation du système a mené à :

- une utilisation satisfaisante pour :
  - . l'exploitation des charges à court/moyen terme
  - . la connaissance de la situation des pièces en cours
- une utilisation dégradée pour :
  - . la mise en main du travail
  - . la gestion des délais

4. - Cet état de faits a été corrigé par un certain nombre de mesures, parmi lesquelles :
- une mise en évidence de la situation et de ses causes et un rappel des enjeux
  - l'identification d'un secteur d'atelier ;
    - . au sein duquel les personnes en place étaient fortement convaincues de l'intérêt du système.
    - . volontaire pour le remettre "sur les rails".
    - . réalisant des fabrications bien adaptées à une opération test de recentrage.
  - une sensibilisation des personnels (actions de formation ou de reformation) en insistant sur les aspects ci-après :
    - . le système est un moyen d'aide à la décision en donnant des priorités optimales dans le choix des pièces. Il ne prend pas de décision.
    - . la qualité du choix proposé dépend de la qualité de l'information introduite dans le système par ses utilisateurs.
    - . l'encadrement d'atelier est le pilote de sa gestion.
    - . l'utilisation du système doit être
      - .. intelligente et non aveugle (il ne traite pas correctement tous les cas)
      - .. personnalisée aux différents ateliers
      - .. stricte dans les informations obligatoires à fournir.

Il est indiscutable que cette opération de recentrage a été bénéfique. Mais il est net également que le bon fonctionnement et le bon usage d'un système d'ordonnancement passe par une action permanente de sensibilisation, de formation et de mesure des résultats. Il n'est pas possible, lorsque les affaires sont complexes, de vivre sur la lancée.

5. - Vers quelles évolutions est-il envisagé d'orienter le système présenté ?

Une première tendance consiste à supprimer le dossier de fabrication "papier" au profit d'informations stockées dans l'ordinateur et accessibles directement, au moment opportun, et donc plus faciles à tenir à jour.

La seconde tendance va vers des déclarations d'avancement effectuées en temps réel, sur écran dans les ateliers et, en juste retour des choses, vers une mise en main actualisée en temps réel et également consultable à l'écran, en atelier.

La troisième tendance porte sur le développement des possibilités de simulations et d'aide à la décision.

La dernière consiste à étendre l'ordonnancement à toutes les opérations à réaliser, qu'il s'agisse d'opérations de transformation ou d'opérations de sortie des composants des magasins.