

CHAPITRE 2 : GESTION DE LA PRODUCTION

1- PLACE DE LA GESTION DE PRODUCTION DANS L'ENTREPRISE :

En relation avec les diverses fonctions de l'entreprise, la gestion de production se trouve fréquemment confrontée à des objectifs contradictoires. Examinons, par exemple, les contraintes liées à l'interface fonction commerciale-fonction de production.

1-1 Contraintes au niveau du temps

- service commercial : les délais doivent être les plus courts possibles ;
- service fabrication : il faut du temps pour fabriquer des produits fortement différenciés, il faut du temps pour fabriquer des produits de qualité.

1-2 Contraintes de qualité

- service commercial : un produit est plus facile à vendre s'il est de bonne qualité ;
- service fabrication : un produit de qualité est plus difficile à obtenir.

1-3 Contraintes de prix

- service commercial : un produit est plus facile à vendre si son prix est faible ;
- service fabrication : les contraintes de coût sont toujours difficiles à tenir.

Située au carrefour d'objectifs contradictoires, la gestion de production est une fonction transversale, c'est-à-dire qu'elle est en relation avec la plupart des autres fonctions et la majeure partie des systèmes d'information de l'entreprise. Aussi la gestion de production doit elle être parfaitement intégrée dans le système informationnel de l'entreprise.

Nous schématiserons sa position vis-à-vis des diverses fonctions au moyen de la figure suivante :

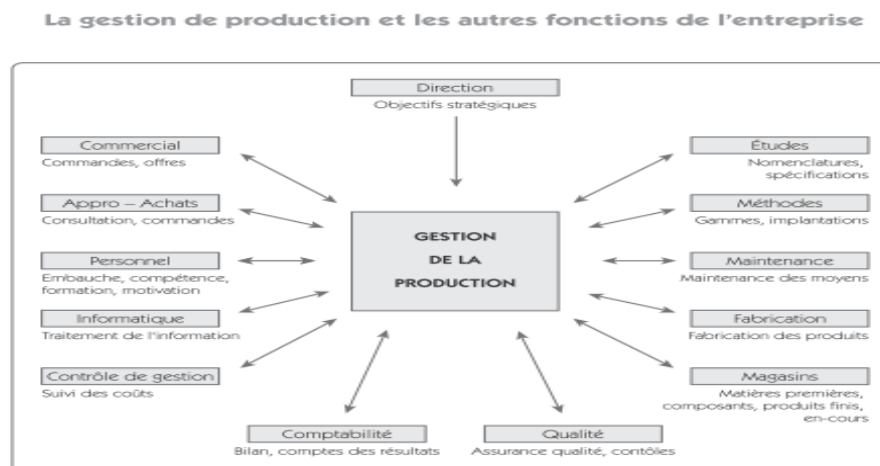


Figure 1 : La gestion de production et les autres fonctions de l'entreprise

Une solution tout à fait actuelle, face aux risques de dispersion, consiste à rassembler dans une même direction, appelée logistique, toutes les fonctions qui concourent directement à la maîtrise des flux se rapportant aux matières (gestion des commandes, élaboration du programme de production, ordonnancement, lancement, approvisionnements, achats, tenue des différents stocks, manutention et transport, expédition). Elle entraîne une simplification des grands objectifs de l'entreprise : ventes, recherche et développement, production, efficacité et performance de l'utilisation des moyens.

2- LES ENJEUX DE LA GESTION DE PRODUCTION

2-1 Gestion de production et aspect humain :

L'influence technologique est dominante dans la fonction production mais le facteur humain dont dépendra toute la réussite du projet d'entreprise reste fondamental. Il intéresse au premier chef le gestionnaire de production, au carrefour de multiples informations et instructions, qu'il reçoit et qu'il communique à de nombreux utilisateurs.

Le système de production ne fonctionnera correctement qu'en s'appuyant sur des **informations** rapides et fiables, un respect rigoureux des consignes et procédures, des initiatives et réactions individuelles en cas d'anomalie ou d'écart par rapport à la prévision. En d'autres termes, la gestion de la production ne peut jamais être l'affaire exclusive de quelques experts mais, au contraire, elle a besoin de la participation active de nombreuses personnes placées dans la plupart des secteurs de l'entreprise.

Cette collaboration effective ne peut pas être obtenue dans un contexte de mauvais fonctionnement des relations de travail, quelles qu'en soient les causes : climat social, ambiance, structure et organisation du travail. Aussi la gestion de production doit elle impérativement être mise en œuvre par des personnes motivées, réactives, responsabilisées et formées. C'est aujourd'hui une nécessité pour toutes les entreprises à la recherche de l'excellence industrielle face à la vive compétition internationale.

L'organisation classique de la production était fondée sur la division du travail, la spécialisation des tâches, la centralisation des responsabilités et la hiérarchisation des compétences. Cette production de masse parcellisée fait place, chaque jour davantage, à des structures plus souples en petites équipes, ou à des individus, réalisant des tâches plus complexes et moins répétitives. Cette restructuration du travail implique une polyvalence et une polytechnicité accrues nécessitant la formation du personnel. Le rôle de la hiérarchie tend à évoluer vers plus d'animation et de conseil, dans le but d'accroître la motivation de l'ensemble du personnel, visant donc à améliorer productivité, qualité, sécurité...

2-2 La gestion de production, source de compétitivité :

Depuis toujours, les entreprises ont eu besoin de gérer leurs productions pour imposer leur efficacité. Ainsi le rôle de la gestion de production est-il aussi ancien que l'entreprise elle-même. On peut dater les premières réelles expériences en matière de gestion de la production au moment de la réalisation des premières pyramides

égyptiennes. Ces grands chantiers ont permis les premières réflexions dans le domaine des approvisionnements, des ressources humaines mais aussi de la standardisation des tâches.

D'un point de vue très global, on s'aperçoit vite que pour être capable de fournir un produit ou un service à un client, l'entreprise doit être capable de mobiliser de nombreuses ressources (moyens de production, moyens de transport...), de nombreux intervenants internes ou externes à l'entreprise, des matières premières, des produits à acheter ou à fabriquer. Il faut mettre en œuvre un savoir-faire, dans un environnement souvent instable où l'on doit jongler avec les évolutions des monnaies, des législations, des variations climatiques... et tout ceci avec des contraintes de temps, de qualité et financières.

Pour être capable de produire sereinement un produit ou un service, il faut donc un minimum d'organisation et de gestion. L'objectif de la gestion de production est de gérer cette complexité, et un bon moyen de gérer la complexité consiste déjà à simplifier toute la complexité inutile.

La gestion de production est une source considérable de compétitivité. C'est ce qu'ont compris, sans doute avant d'autres, les meilleurs industriels de l'automobile tels que Toyota. Si fabriquer des produits de qualité est une condition nécessaire de compétitivité, ce n'est pas une condition suffisante. Il faut être capable de produire dans des délais très courts une grande variété de produits capables de satisfaire les clients. Pour être compétitif, il faut fabriquer le juste nécessaire, ne pas ajouter d'opérations inutiles, se focaliser sur ce qui apporte de la valeur ajoutée pour le client.

Et pourtant, dans une entreprise, avec la complexité des flux de produits et des flux d'informations, il se crée chaque jour des opérations, des stockages, un allongement des délais qui nuit à la compétitivité. Citons quelques éléments de compétitivité sur lesquels la gestion de production aura une influence considérable :

- le niveau des stocks. Ils représentent une masse financière immobilisée très importante, avec parfois des obsolescences, des péremptions, des déchets. Ils nécessitent des entrepôts qui coûtent cher. Nous chercherons à les diminuer, voire à les supprimer ;
- les transports. Transporter un produit n'apporte pas de valeur ajoutée au client. Cela induit des délais, des coûts car il faut investir dans des moyens de transport. Là encore, l'objectif de la gestion de production sera de trouver une organisation capable d'optimiser, de diminuer voire de supprimer certains transports ;
- les informations et les documents. Pour fournir un service ou un produit, il est nécessaire de disposer d'une masse d'informations souvent très importante qui se traduit par des documents ou des enregistrements informatiques. Cette quantité d'informations, si elle n'est pas gérée avec attention va conduire à des erreurs, des doublons qui vont inévitablement aboutir à des erreurs sur les produits ou services. Là encore, la gestion de production aura comme objectif de bien gérer les flux d'informations pour accroître la compétitivité.

Les enjeux de la gestion de production sont donc bien sûr financiers, mais aussi organisationnels. Ces enjeux ont beaucoup évolué au cours de ces dernières décennies.

2-3 Évolution des enjeux de la gestion de production dans l'histoire

La perception de la gestion de production a beaucoup évolué au cours de l'histoire. Aujourd'hui, la gestion de la production se place au cœur de la stratégie de l'entreprise. Pourquoi ? La réponse à cette question réside dans l'évolution des conditions de la compétitivité économique.

Depuis un passé récent (le milieu du XXe siècle pour fixer les idées), on peut distinguer trois phases d'évolution dans l'environnement de l'entreprise.

Selon son secteur d'activité, l'enchaînement de ces trois phases dans le temps peut être différent.

La phase initiale représente une période de forte croissance avec un marché porteur, des marges confortables et une offre de biens inférieure à la demande. Il s'agit pour l'entreprise d'une période de sérénité où les fonctions essentielles sont techniques et industrielles. Il faut alors produire puis vendre. Les principales caractéristiques de la production sont les suivantes : quantités économiques de production, stocks tampons entre les postes de travail, fabrication en série, délais fixés par le cycle de production, gestion simple et souvent manuelle.

Lorsque l'offre et la demande s'équilibrent, nous atteignons une deuxième phase où le client a le choix du fournisseur. Pour l'entreprise, il faut alors produire ce qui sera vendu. Il devient dans ce cas nécessaire de faire des prévisions commerciales, de maîtriser l'activité de production, d'organiser les approvisionnements, de réguler les stocks et de fixer les échéances.

Très rapidement, on passe à la phase suivante où l'offre excédentaire crée une concurrence sévère entre les entreprises face à un client devenu exigeant.

Cette compétitivité oblige l'entreprise à :

- la maîtrise des coûts ;
- une qualité irréprochable ;
- des délais de livraison courts et fiables ;
- de petites séries de produits personnalisés ;
- un renouvellement des produits dont la durée de vie s'est raccourcie ;
- l'adaptabilité à l'évolution de la conception des produits et aux techniques de fabrication...

L'entreprise tend désormais à produire ce qui est déjà vendu. Nous voyons apparaître des soucis de stratégie industrielle et de contrôle précis de la gestion. De plus, on y décèle des contradictions (prix-qualité, prix-petites séries...) qui nécessiteront des arbitrages pour obtenir une cohérence globale.

La phase que nous venons de décrire, dans laquelle se reconnaissent encore beaucoup d'entreprises, est sur le point d'être dépassée pour de nombreuses raisons.

Le challenge des prochaines décennies s'oriente vers des logiques beaucoup plus globales de réflexion interentreprises, voire même intergroupes. En effet, face à la situation actuelle qui impose une qualité encore meilleure, des délais toujours plus courts, une fiabilité accentuée, des coûts toujours plus bas, un temps de réponse au marché sans cesse amélioré, les entreprises se sont interrogées sur les progrès qu'elles pouvaient encore réaliser. Les démarches juste-à-temps, qualité totale et Lean Production permettent aux entreprises d'améliorer leurs processus de production internes, parfois leurs processus d'approvisionnements directs et leurs processus de

distribution directs. La mise en place et la pratique généralisée de ces démarches ne vont plus suffire. Il faudra aller encore plus loin.

Demain, la problématique va s'orienter vers une amélioration globale, du fournisseur du fournisseur du fournisseur... jusqu'au client du client du client... en d'autres termes, du premier fournisseur dans le processus de réalisation du produit jusqu'au client ultime : le consommateur du produit. C'est ce que l'on appelle la logique supply chain ou plutôt : chaîne logistique intégrée, chaîne logistique étendue.

Cette démarche a pour objectif de travailler non seulement au niveau des maillons de la chaîne mais aussi et surtout au niveau des connexions entre ces divers maillons, pour optimiser la chaîne logistique.

2-4 Les enjeux financiers de la gestion de production

La compétitivité se mesure d'abord par la capacité d'une entreprise à fournir un produit avec des coûts maîtrisés. En règle générale, chaque société possède des fournisseurs, des clients et crée une valeur ajoutée au niveau de ses produits.

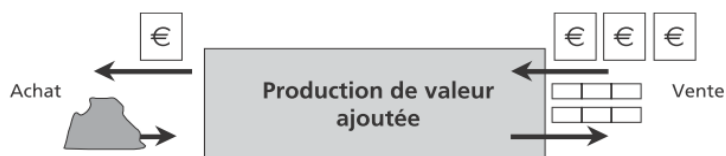


Figure 2 La production de valeur ajoutée

La valeur ajoutée est le moteur économique de la société, car elle permet :

- la fourniture de produits utiles aux clients ;
- la création de richesses économiques ;
- la distribution de ces richesses au personnel (salaires, intéressement aux résultats), aux fournisseurs (achats), aux collectivités (locales, régionales ou État, sous forme d'impôts, de taxes) et aux actionnaires (dividendes) ;
- le financement du futur de l'entreprise (investissements, recherches et développements...), et la possibilité de faire face à des aléas conjoncturels extérieurs politiques ou économiques (comme un krach boursier).

Quels que soient le système politique et les opinions de chacun, la recherche de la pérennité condamne l'entreprise à rechercher un niveau de rentabilité suffisant, compte tenu à la fois de la compétitivité internationale de plus en plus agressive et des exigences croissantes du client.

Au lieu de considérer la relation classique :

$$\text{Coût de revient} + \text{marge bénéficiaire} = \text{prix de vente}$$

Il est préférable de s'appuyer sur la relation suivante :

$$\text{Prix de vente} - \text{coût de revient} = \text{marge bénéficiaire}$$

Voire même :

$$\text{Prix de vente} - \text{marge souhaitée} = \text{coût de revient cible}$$

Si ces trois relations sont équivalentes d'un point de vue mathématique, il en va tout autrement du point de vue de la philosophie de l'entreprise et de sa gestion de production.

La troisième équation fait référence à une méthode qui nous vient du Japon et qui s'appelle le coût de revient cible. Cette méthode propose la réflexion suivante : l'entreprise a une marge de manœuvre très limitée au niveau de la fixation de son prix de vente produit, celui-ci étant quasiment imposé par le marché. Par ailleurs, si l'entreprise veut assurer sa pérennité, elle se doit de réaliser une certaine marge sur le produit pour pouvoir assurer ses investissements futurs, son développement.

Cela signifie donc que si l'entreprise veut continuer d'exister, elle doit supporter un coût de revient au maximum égal au coût de revient cible. Si ce n'est pas le cas, elle se doit de réfléchir à toutes les améliorations qu'elle peut réaliser pour rester dans l'enveloppe définie par le coût de revient cible. Toutes les améliorations, c'est-à-dire tout ce qui est possible à tous les niveaux : conception, industrialisation, approvisionnement, distribution, production, logistique, qualité...

Au niveau de la gestion de la production, où peut-elle intervenir ? Illustrons notre propos par une petite histoire : un inventeur génial veut créer une entreprise pour exploiter son brevet révolutionnaire. Il convainc son banquier de lui fournir un capital de départ afin d'acheter machines et matières premières nécessaires à la fabrication de ses premiers produits. Avant de réaliser les premières ventes, il s'écoule un certain temps... les intérêts de la somme empruntée courent ! Bientôt tout de même, ses produits sont vendus mais le client paye « 60 jours fin de mois »... les intérêts courent toujours ! La fin peut être tragique car les intérêts ont mangé une grosse part des bénéfices escomptés.

Cette histoire caricaturale montre que l'aspect financier est un problème à deux dimensions. En effet, la situation financière dépend de :

- la quantité des moyens mis en place pour assurer la production (investissements, fonds de roulement) ;
- la durée du cycle de fabrication et d'utilisation des moyens (facteur temps).

Nous schématiserons ainsi le flux financier de l'entreprise :

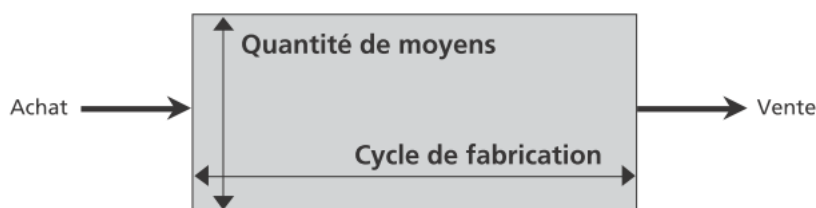


Figure 3 Les deux composantes des moyens financiers

La gestion de production va agir sur ces deux paramètres par :

- la diminution des stocks et en-cours, par différents moyens (fiabilisation de la demande et des approvisionnements, recherche d'une meilleure fiabilité des moyens de production, responsabilisation des personnes...) et différentes méthodes de gestion (MRP, Kanban...);
- l'enchaînement des opérations par une meilleure implantation des moyens de production et un meilleur ordonnancement lancement-suivi de production ;

- la diminution des tailles de lots de fabrication et des temps de changement de séries ;
- l'amélioration de la chaîne logistique qui part des fournisseurs pour aller jusqu'à la livraison aux clients.

Afin de réduire la surface « quantité multipliée par durée », il est souhaitable de ne commander les produits nécessaires qu'au moment où l'on en a besoin (figure 4).

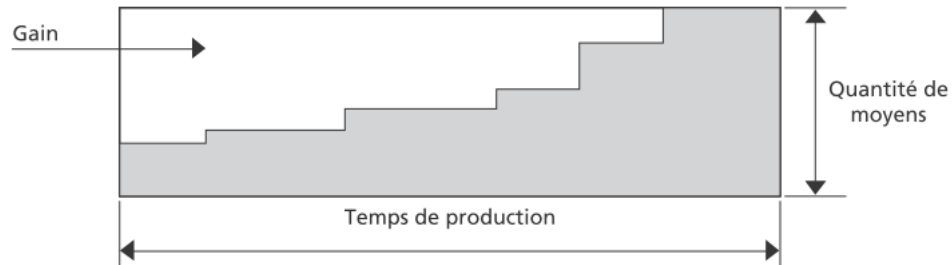


Figure 4 Approvisionnement selon le besoin

Mais cette solution n'est pas sans risque car dans le cas d'un manquant, c'est l'ensemble de la production qui sera retardée. Ainsi, commander au plus tard est un jeu délicat qui peut être dangereux pour l'entreprise parce que l'espérance d'un petit gain peut générer une perte bien plus importante si l'on ne maîtrise pas totalement les paramètres de production.

Quoi qu'il en soit, tous ces éléments d'amélioration vont permettre à l'entreprise de diminuer son coût de revient et d'entrer dans l'enveloppe du coût de revient cible. Si ce n'est pas le cas, le produit concerné ne verra pas le jour, sauf pour des raisons stratégiques qui donnent la possibilité à l'entreprise de perdre de l'argent sur certains produits de sa gamme.

Mais cette solution n'est pas sans risque car dans le cas d'un manquant, c'est l'ensemble de la production qui sera retardée. Ainsi, commander au plus tard est un jeu délicat qui peut être dangereux pour l'entreprise parce que l'espérance d'un petit gain peut générer une perte bien plus importante si l'on ne maîtrise pas totalement les paramètres de production.

Quoi qu'il en soit, tous ces éléments d'amélioration vont permettre à l'entreprise de diminuer son coût de revient et d'entrer dans l'enveloppe du coût de revient cible. Si ce n'est pas le cas, le produit concerné ne verra pas le jour, sauf pour des raisons stratégiques qui donnent la possibilité à l'entreprise de perdre de l'argent sur certains produits de sa gamme.

2-5 Les enjeux organisationnels de la gestion de production

Que l'on soit intégré dans un projet de type supply chain ou non, l'objectif « produire ce qui est déjà vendu » reste l'objectif dominant. Pour y parvenir, l'entreprise se doit d'être au moins réactive voire proactive.

- Être réactive, cela signifie être capable de s'adapter très vite et en permanence aux besoins en produits de plus en plus variés, d'un marché mondial et fortement concurrentiel.
- Être proactive, cela signifie avoir la capacité d'influencer l'évolution du marché, donc d'y introduire des produits nouveaux avant les concurrents.

À cet effet, l'entreprise doit organiser sa production de manière à fabriquer des produits de qualité, avec une grande diversité et au plus juste coût. C'est l'enjeu organisationnel de la gestion de production, l'organisation doit donner de l'agilité à l'entreprise, lui fournir les capacités de réaction, d'adaptation en temps réel aux fluctuations du marché.

Dans ce contexte, le temps a une importance fondamentale. Il faut chercher à réduire tous les délais : d'approvisionnement, de fabrication et de livraison.

Mais cela n'est pas suffisant ; il faut aussi diminuer les temps de conception mise à disposition du produit par utilisation de l'ingénierie simultanée, diminuer les temps de circulation et de mise à disposition de l'information, raccourcir les délais de prise de décisions...

Si l'organisation de l'entreprise nécessite un délai de conception de plusieurs années associé à un délai de production lui-même dépassant l'année, il est difficile d'imaginer que l'entreprise soit capable de s'adapter rapidement à une situation changeante. L'organisation de la production est fondamentale.

L'entreprise doit chercher dans le cadre de sa gestion de production à passer d'une logique de charges à une logique de flux. Il faut que les produits s'écoulent très rapidement pour parcourir l'ensemble du processus dans un temps très réduit. C'est vrai dans l'entreprise, mais également sur l'ensemble de la supply chain.

Nous verrons comment des logiques d'organisation comme les flux tendus, le Kanban, le Lean contribuent à accélérer les flux des produits. Suivant la façon dont sont organisés les moyens de production au travers de l'implantation, le stockage des produits, des en-cours, la circulation de l'information, on obtient des résultats très différents en termes de délai.

Dans un environnement changeant, il faut aussi être adaptatif. Pour cela, il est nécessaire de mettre en œuvre un processus continu d'améliorations qui consiste à induire une mobilisation constante de l'ensemble des forces de l'entreprise dans un but d'évolutions et de transformations à petits pas.

Ce sont là les enjeux organisationnels de la gestion de production. Organiser les flux de production, les flux d'informations pour que s'écoulent le plus rapidement possible les produits. Organiser la production pour être capable de s'adapter sans cesse aux perturbations du marché. Organiser les hommes qui sont les seuls capables d'apporter de la créativité, de l'innovation, pour soutenir l'amélioration continue.

3- DIFFÉRENTES DIMENSIONS DE LA GESTION DE PRODUCTION

Dans le terme « gestion de production », il faut entendre toutes les dimensions de l'entreprise qui participent à la production. Ainsi, gérer une production c'est :

- gérer des matières ;
- gérer des ressources ;
- gérer des flux de produits et d'informations ;
- gérer des hommes.

3-1 Gérer des matières

Pour être capable de livrer un produit fini, il faut disposer de matières premières, de pièces, de sous-ensembles, mais aussi de tous les produits nécessaires à la fabrication ou à l'assemblage et tous les éléments d'emballage. La liste de l'ensemble des éléments qu'il est nécessaire d'approvisionner pour fabriquer un produit fini est généralement donnée par la nomenclature. La gestion de production de l'entreprise devra être capable de rendre les produits disponibles au moment où on en aura besoin. Elle devra être capable de stocker ce qui n'est pas nécessaire immédiatement. Gérer les matières c'est donc s'intéresser à la gestion des approvisionnements, à la gestion des stocks et à la gestion des données techniques.

3-2 Gérer des ressources

Un produit fini est fabriqué à l'aide de ressources qui peuvent être des moyens de production mais aussi des ressources humaines. Pour que ces ressources soient disponibles au moment prévu, il faut les gérer. Cette gestion des ressources a pour objectif d'équilibrer si possible les charges de travail avec les capacités des ressources. Cette gestion des ressources doit se faire à différents horizons avec des conséquences différentes.

Sur le court terme, il faudra affecter les ressources disponibles et ordonnancer le travail à réaliser. Sur le moyen terme, on s'intéressera davantage à équilibrer les charges en prenant des décisions d'anticipation et de répartition du travail. Sur le long terme, on prendra des décisions plus stratégiques d'investissement ou d'embauche et de formation de personnel.

3-3 Gérer des flux de produits et d'informations

Quand on parle de gestion de production dans les entreprises, on fait constamment référence à des notions de flux : implantation en flux, flux poussés, flux tirés, flux tendus, flux logistiques... La notion de flux est synonyme de mouvement, de circulation, d'évolution, de rapidité et donc d'efficacité.

En gestion de production, on s'intéresse plus particulièrement aux :

- flux physiques : approvisionnement, entrée et circulation des matières premières, des composants, des pièces de rechange, des sous-ensembles ; circulation, sortie et distribution des produits finis ;

- flux d'informations : suivi des commandes, des ordres de fabrication, des données techniques, des heures de main-d'œuvre, des heures machines, des consommations de matières, des rebuts...

Les flux physiques sont souvent la conséquence de l'organisation des postes de production.

Les flux d'informations sont eux la conséquence de l'organisation du système d'information. Mais aussi de la façon dont on décide de gérer les flux physiques.

La préoccupation majeure de la gestion de production étant la satisfaction des clients, celle-ci se doit de chercher à maîtriser ses flux. À cette fin, elle doit :

- simplifier les flux physiques en supprimant les opérations non génératrices de valeur vendable au sens valeur utile pour le client (par réimplantation des moyens de production) ;
- fluidifier et accélérer les flux physiques en évitant les pannes machines, en diminuant les temps de changements de série, en améliorant la qualité des pièces, en développant la polyvalence des hommes, en développant le partenariat avec les fournisseurs et les distributeurs, en maîtrisant les flux de transports externes des produits...
- simplifier et synchroniser les flux d'informations avec les flux physiques.

3-4 Gérer des hommes

L'influence technologique est dominante dans la fonction production mais le facteur humain dont dépendra toute la réussite du projet d'entreprise reste fondamental. Il intéresse au premier chef le gestionnaire de production, au carrefour de multiples informations et instructions, qu'il reçoit et qu'il communique à de nombreux utilisateurs.

Le système de production ne fonctionnera correctement qu'avec des informations rapides et fiables, un respect rigoureux des consignes et procédures, des initiatives et réactions individuelles en cas d'anomalie ou d'écart par rapport à la prévision. En d'autres termes, la gestion de la production ne peut jamais être l'affaire exclusive de quelques experts, mais au contraire, elle a besoin de la participation active de nombreuses personnes placées dans la plupart des secteurs de l'entreprise.

Cette collaboration effective ne peut pas être obtenue dans un contexte de mauvais fonctionnement des relations de travail, quelles qu'en soient les causes : climat social, ambiance, structure et organisation du travail. Aussi, la gestion de production doit-elle impérativement être mise en œuvre par des personnes motivées, réactives, responsabilisées et formées. C'est aujourd'hui une nécessité pour toutes les entreprises à la recherche de l'excellence industrielle face à la vive compétition internationale.

L'organisation classique de la production était fondée sur la division du travail, la spécialisation des tâches, la centralisation des responsabilités et la hiérarchisation des compétences. Cette production de masse parcellisée fait place, chaque jour davantage, à des structures plus souples en petites équipes, ou à des individus, réalisant des tâches plus complexes et moins répétitives. Cette restructuration du travail implique une polyvalence et une polytechnicité accrue nécessitant la formation du personnel. Le rôle de la hiérarchie tend à évoluer vers plus d'animation et de conseil, dans le but d'accroître la motivation de l'ensemble du personnel, améliorant productivité, qualité, sécurité...

4- LES PRINCIPALES ORGANISATIONS DE PRODUCTION

Chaque entreprise est unique par son organisation et par la spécificité des produits qu'elle fabrique. Cependant, on peut réaliser une classification des entreprises en fonction des critères suivants :

- quantités fabriquées et répétitivité ;
- organisation des flux de production ;
- relation avec les clients.

Ces critères ne sont bien sûr pas exhaustifs, mais ils permettent de bien cerner le type d'une entreprise. Une typologie de production est fondamentale, car elle conditionne le choix des méthodes de gestion de production les plus adaptées. Cette analyse est donc un préalable indispensable à tout projet de mise en place ou de restructuration d'une gestion de production. Remarquons qu'en fait, toute entreprise est une juxtaposition des différents types que nous décrirons et qu'elle sera par conséquent amenée à mettre en place diverses approches.

4-1 Classification en fonction de l'importance des séries et de la répétitivité

La première différence notable entre les entreprises concerne bien sûr l'importance des productions. Les quantités lancées peuvent être :

- en production unitaire ;
- en production par petites séries ;
- en production par moyennes séries ;
- en production par grandes séries.

Notons que les nombres liés aux notions de petit, moyen et grand sont sensiblement différents suivant le produit concerné. Pour fixer les idées, indiquons un ordre de grandeur moyen : 100 pour les petites séries, 1 000 pour les moyennes séries et 100 000 pour les grandes séries.

Pour chacune de ces quantités, lesancements peuvent être répétitifs ou non, ce qui interviendra également sur la typologie de l'entreprise. On peut donc établir le tableau croisé suivant :

	Lancements répétitifs	Lancements non répétitifs
Production unitaire	<ul style="list-style-type: none"> • Moteur de fusée • Pompes destinées au nucléaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Travaux publics • Moules pour presses • Paquebots
Petites et moyennes séries	<ul style="list-style-type: none"> • Outillage • Machines-outils 	<ul style="list-style-type: none"> • Sous-traitance (mécanique électronique) • Préséries
Grandes séries	<ul style="list-style-type: none"> • Électroménager • Automobile 	<ul style="list-style-type: none"> • Journaux • Articles de mode

Tableau 1 : Classification quantité/répétitivité

Chacun de ces types de production nécessite une approche de gestions particulières et une implantation des moyens de production adaptée.

4-2 Classification selon le type d'implantation

Les entreprises sont organisées de façon très différente selon les choix d'organisation qui ont été faits et le type de produit réalisé.

Citons cependant les trois grands types d'implantation :

- l'implantation en continu. Dans ce type d'implantation, les ressources sont implantées les unes à proximité des autres dans l'ordre du besoin pour la réalisation du produit. Ce type d'implantation est parfaitement adapté aux grandes séries pour lesquelles la diversité des produits est maîtrisée ou aux entreprises de process comme la chimie, les cimenteries...

- l'implantation par atelier, discontinu. Dans ce type d'implantation, les moyens sont regroupés par ateliers souvent rassemblés autour d'un métier.

Les produits sont transportés d'un atelier à l'autre, entraînant des flux complexes. En revanche, ce type d'implantation est extrêmement flexible sur la variété des produits que l'on peut réaliser ;

- l'implantation par projet. Dans ce cas, le produit est en général fixe et ce sont les moyens qui sont transportés vers le projet. C'est le cas de la construction d'un bâtiment ou d'un avion.

Bien sûr, chacune de ces implantations a ses avantages et ses inconvénients.

Des mixtes entre ces différentes approches peuvent être envisagés, et il reviendra au gestionnaire de production de faire le meilleur choix pour satisfaire les contraintes de flexibilité et de délai.

4-3 Classification selon la relation avec le client

Dans la classification selon la relation avec le client, on distingue trois types de production et de vente :

- la production puis vente sur stock ;
- la production à la commande ;
- l'assemblage à la commande.

4-3-1. Production puis vente sur stock

Le client achète des produits existant dans le stock créé par l'entreprise. On retient ce type de production pour deux raisons principales :

- lorsque le délai de fabrication est supérieur au délai de livraison réclamé ou accepté par le client (poste de radio, vêtement de confection...). Il faut alors produire à l'avance pour satisfaire le client en s'appuyant sur des prévisions ;
- pour produire en grande quantité et ainsi diminuer les coûts (tirage d'un livre en 5000 exemplaires).

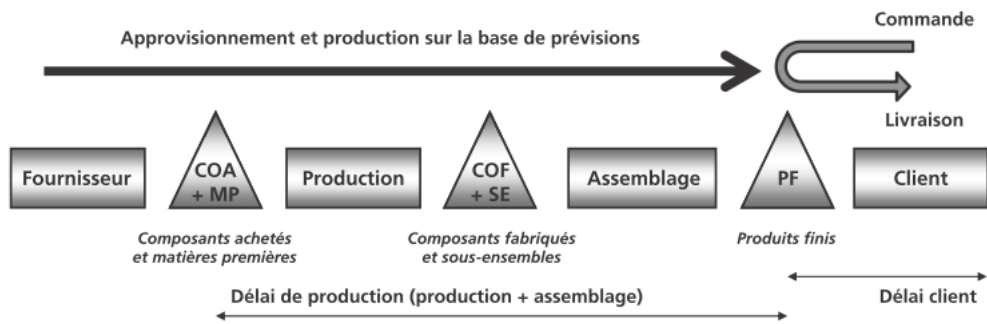


Figure 5 : Production puis vente sur stock

4-3-2 Production à la commande

La production à la commande n'est commencée que si l'on dispose d'un engagement ferme du client. On évite alors (sauf cas d'annulation), le stock de produits finis. Ce type de production est préférable au type « vente sur stock », car il conduit à une diminution des stocks, donc des frais financiers.

Ainsi aura-t-on tout intérêt à choisir ce type de production lorsque cela sera possible, c'est-à-dire lorsque le délai de mise à disposition correspondant au délai de production est accepté par le client. Cette organisation est obligatoire pour les produits non standards.

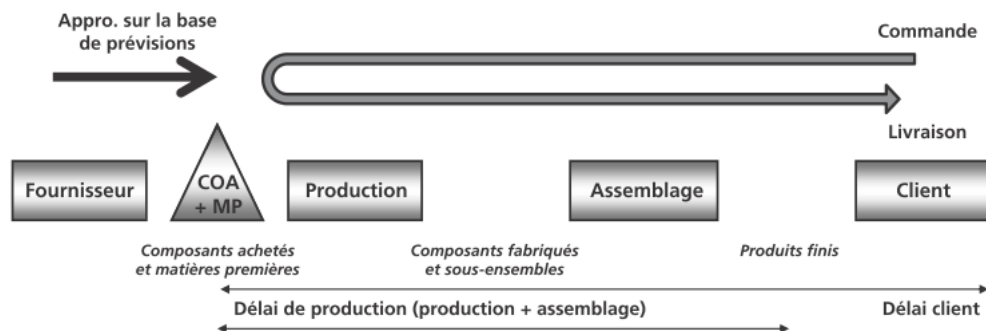


Figure 6 : Production à la commande

4-3-3 Assemblage à la commande

Ce type de production se situe entre les deux premiers. On fabrique sur stock des sous-ensembles standards. Ces sous-ensembles sont assemblés en fonction des commandes clients. Cette organisation donne la possibilité de réduire de façon importante le délai entre la commande et la livraison d'un produit. En effet, le délai apparent est réduit à l'assemblage des sous-ensembles. Cette organisation réduit la valeur des stocks et permet de personnaliser les produits finis en fonction des commandes clients (personnalisation au plus tard).

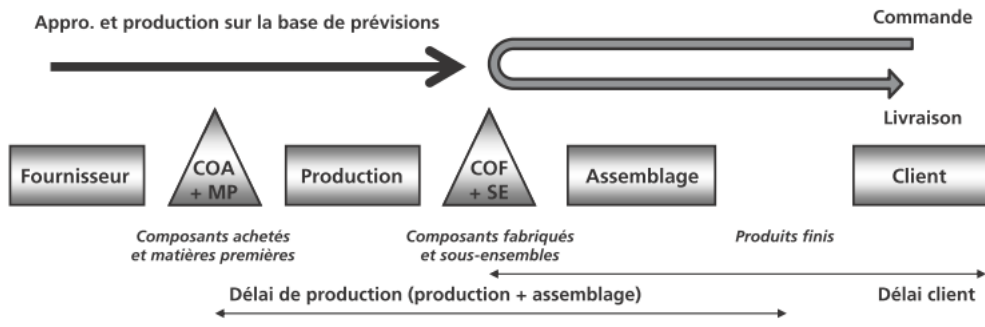


Figure 7 : Assemblage à la commande

5- DEFINITION DE LA GESTION DE PRODUCTION

Pour pouvoir donner une définition de la gestion de production, il faut d'abord définir ce que l'on entend par la production.

La production est le processus conduisant à la création de produits par l'utilisation et la transformation de ressources. Les opérations sont les activités composant le processus de production.

Le terme « transformation » doit être entendu au sens large, puisqu'il recouvre la modification de l'apparence, des propriétés physico-chimiques, de l'emplacement (transport), etc.

Les « produits » peuvent être des biens (physiques) ou des services.

Les « ressources » consistent principalement en

- capital et équipements
- main d'œuvre
- matières (premières, produits semi-finis)
- information.

La production consiste en une transformation de ressources (humaines ou matérielles) en vue de la création de biens ou services :

- La production d'un bien s'effectue par une succession d'opérations consommant des ressources et transformant les caractéristiques de la matière. Un exemple classique est la production de voitures.
- La production d'un service s'effectue par une succession d'opérations consommant des ressources sans qu'il n'y ait nécessairement transformation de matière. Des exemples classiques sont la mise à disposition de produits aux consommateurs (la vente), le traitement de dossier (par un notaire), la maintenance d'équipements.

On peut alors définir la gestion de production comme suit :

La gestion de la production (et des opérations) est la fonction de gestion ayant pour objets la conception, la planification et le contrôle des opérations.

Les activités de conception portent sur la définition des caractéristiques

- du système productif (capacité, localisation, technologie, etc)
- des produits.

Définition 1.1 La gestion de la production consiste en la recherche d'une organisation efficace de la production des biens et services.

La gestion de production consiste donc à l'obtention d'un produit donné dont les caractéristiques sont connues en mettant en œuvre un minimum de ressources.

En gestion de production, on considèrera, généralement, comme données les caractéristiques du produit que sont :

- la définition du produit;
- le processus de fabrication;
- la demande à satisfaire.

Ces trois caractéristiques du produit relèvent des sciences de l'ingénieur et de la gestion commerciale, qui est souvent utilisée pour optimiser le processus de conception d'un nouveau produit.

Les outils de la gestion de la production sont un ensemble de techniques d'analyse et de résolution des problèmes de manière à produire au moindre coût.

Nous verrons dans ce cours un certain nombre de problèmes types rencontrés en gestion de production. Pour situer ces différents problèmes entre eux, on classifie souvent les décisions de gestion en trois classes :

a- Les décisions stratégiques : il s'agit de la formulation de la politique à long terme pour l'entreprise (c'est-à-dire à un horizon de plus de deux ans).

Entrent dans ces décisions :

- la définition du portefeuille d'activités;
- la définition des ressources stables : aussi bien humaines (engagements, licenciements, préretraites, . . .) que matérielles (décisions d'investissement, de cession, de fermeture, . . .).

b- Les décisions tactiques : il s'agit des décisions à moyen terme parmi lesquelles on trouve la planification de la production à 18 mois. Il s'agit de produire au moindre coût pour satisfaire la demande prévisible en s'inscrivant dans le cadre fixé le plan stratégique de l'entreprise (donc à ressources matérielles et humaines connues).

c- Les décisions opérationnelles : il s'agit des décisions de gestion quotidienne pour faire face à la demande au jour le jour, dans le respect des décisions tactiques. Parmi ces décisions, on trouve :

- la gestion de stocks;
- la gestion de la main d'œuvre;
- la gestion des équipements.

Ces trois classes de décisions de gestion de production se différencient par au moins trois éléments :

➤ **par l'horizon de temps considéré :**

- les décisions opérationnelles se prennent au jour le jour;
- les décisions tactiques concernent la planification à 18 mois;

- les décisions stratégiques concernent la planification à long terme.

➤ **par le niveau d'agrégation :**

- les décisions opérationnelles se prennent au niveau d'un atelier;
- les décisions tactiques se prennent au niveau d'une usine;
- les décisions stratégiques se prennent au niveau de l'ensemble de l'entreprise.

➤ **par le niveau de responsabilité :**

- les décisions opérationnelles sont prises par les agents de maîtrise;
- les décisions tactiques sont prises par les cadres;
- les décisions stratégiques sont prises par la direction générale.

6- LES SYSTEMES DE PRODUCTION :

4-1 Les caractéristiques des systèmes de production

Le contexte économique dans lequel les entreprises évoluent aujourd'hui ne permet plus de produire efficacement à partir des systèmes de production basés sur les principes du Taylorisme, qui ont fait largement leurs preuves. Il nécessite des systèmes de production basés sur d'autres principes, ayant des nouvelles caractéristiques, telles que la flexibilité, la réactivité, la proactivité et la robustesse.

4-1-1 Flexibilité

L'évolution croissante des besoins d'une entreprise fait que la conception du système de production est de plus en plus orientée vers des familles de produits et non vers un seul type de produit. Les systèmes correspondants à une telle exigence doivent se révéler flexibles.

La flexibilité d'un système de production se caractérise par sa capacité d'adaptation à la production des nouveaux produits pour lesquels le système n'a pas été étudié. Cela suppose une adaptation totale du système de production au produit courant (de la distribution des flux discrets de composants aux opérations qu'effectuent les moyens de production sur le produit).

Plusieurs types de flexibilité ont été mis en évidence suivant leurs incidences sur l'objectif qui est le produit fini et sur les moyens de production permettant la réalisation de ce produit.

- flexibilité de produits : offre la possibilité d'une reconfiguration du système pour la prise en compte d'un nouveau produit ou famille de produits permettant ainsi un gain de productivité ;
- flexibilité de mélange : c'est la possibilité de produire simultanément un ensemble de produits ayant des caractéristiques de base communes ; cette flexibilité peut être mesurée par le nombre de produits différents qui peuvent être fabriqués simultanément ;
- flexibilité de quantité : il s'agit de la capacité du système à faire face aux fluctuations de la quantité des produits à fabriquer en modifiant les rythmes, ainsi que les temps de passage et d'engagement des outils ;
- flexibilité de routage : offre au système les moyens d'un aiguillage plus souple, de façon à servir les différents segments de procédés libres ou sous - engagés ;
- flexibilité d'ordre des opérations : permet de changer l'ordre des opérations en cours de production (ce qui suppose l'existence d'une gamme principale et des gammes secondaires) ou de choisir la destination suivante après chaque opération ;
- flexibilité d'expansion : autorise une extension et une modification de l'architecture du système et elle exige une modélisation ;
- flexibilité des ressources : c'est la capacité des ressources à effectuer plusieurs tâches élémentaires et de permettre la reprogrammation.

En considérant les définitions données ci-dessus on peut déduire que la flexibilité est un facteur déterminant dans l'élaboration de la conception d'un système de production apte à fabriquer plusieurs variantes de produits. Malheureusement, une forte accentuation sur cette flexibilité engendre des investissements très élevés des ressources technologiques relevant de ce système, à cause de leur surdimensionnement à

l'installation, et entraîne une baisse de productivité. Au cours de l'automatisation d'un système flexible de production il faut donc faire un compromis entre flexibilité et productivité.

4-1-2 Réactivité

Une exigence importante du client est de recevoir sa livraison dans les délais impartis et ce quel que soit le carnet de commande (variable). Satisfaire une telle exigence impose au système de production d'être réactif, c'est-à-dire capable de répondre rapidement et économiquement à un changement (fabrication multi-produit, introduction d'une commande urgente, modification d'une norme etc.) ou à un aléa. Ces aléas peuvent provenir soit du système de production (défauts d'alimentation, défauts de réalisations d'une tâche, pannes des machines, rebuts) soit de son environnement (approvisionnements des matières premières).

La réactivité d'un système de production est définie comme l'aptitude à répondre (réagir) dans un temps requis aux changements de son environnement interne ou externe (aléa, situation nouvelle, perturbation, sollicitation, ...) par rapport au régime (fonctionnement) permanent (stable).

La réactivité se pose en terme de mesure de la qualité d'une certaine performance du système de production. Celle-ci implique une maîtrise du système observé, une maîtrise du type de performance à évaluer et de la pertinence sémantique et logique des données et des traitements mis en œuvre. Il est donc plus que nécessaire de disposer d'une excellente connaissance sur la composition interne du système, sa frontière, son environnement, ses interactions intra et extra système, ses aspects technologiques, humaines, opérationnels, organisationnels, décisionnels et économiques selon un horizon temporel d'évolution. On peut donc considérer des indicateurs de réactivité : un indicateur d'a priori en vue de l'évaluation d'une réactivité potentielle, un indicateur temps réel pour l'évaluation d'une activité courante et un indicateur d'a posteriori en vue d'une archive historique des réactivités considérées dans le passé. Selon leur niveau de considération, ses indicateurs sont de type spécifiques ou généraux, sélectifs ou universels (réactivité induite par les perturbations), absolus ou relatifs (réactivité différentielle), instantanés ou cumulés, locaux ou globaux.

La réactivité d'un système de production impose une vision dynamique des événements qui se passent dans le système. Afin d'assurer cette propriété de réactivité du système de production, trois fonctions annexes s'avèrent nécessaires :

- une fonction d'observation qui collecte les variables nécessaires au suivi, afin de connaître l'état courant du système (disponibilité et état des produits, disponibilité et état des moyens de production) ;
- une fonction de surveillance qui détecte (suite au résultat d'une observation) et interprète les écarts et les changements entre le plan prévisionnel et le plan courant par anticipation ;
- une fonction de correction qui tente à tout instant de corriger les écarts entre ces plans, ce qui implique un ordonnancement dynamique.

4-1-3 Proactivité

Aujourd'hui, l'évolution rapide de l'environnement, la complexité croissante des processus de production conduisent à considérer comme nécessaire une adaptation permanente, dans un monde où l'aléa constitue la

règle et non l'exception. La réactivité est donc nécessaire, mais elle n'est pas suffisante et les systèmes de production doivent présenter une nouvelle propriété : la proactivité.

La proactivité d'un système de production se caractérise par ses capacités d'anticipation (prévoir et/ou provoquer) les changements d'état, d'apprentissage et d'enrichissement des connaissances (pour améliorer sa réactivité), d'adaptation ses règles de fonctionnement et par sa capacité de réorganisation reposant sur une architecture décentralisée et une délégation de responsabilité.

Un système de production proactif est avant tout un système réactif. La proaction sous-entend l'existence de la réaction. La réaction consiste dans l'application de règles fixées, en réponse aux événements, tandis que la proaction, en considérant la définition donnée ci-dessus, ajuste en quelque sorte son environnement et modifie les règles de fonctionnement afin de gérer et maîtriser les aléas néfastes à la performance industrielle.

A côté des fonctions d'observation, de surveillance et de correction, nécessaires pour assurer la réactivité d'un système, la proactivité implique une quatrième fonction d'enrichissement des connaissances, qui permet d'améliorer les processus d'interprétation et de décision.

4-1-4 Robustesse :

Une autre exigence du client est d'acquiescer sa commande avec la garantie d'une certaine qualité. Cela oblige le concepteur du système de production à imposer au système de production une certaine robustesse.

La robustesse d'un système de production se définit par son aptitude à produire conformément aux résultats attendus. Cela suppose la garantie de l'obtention des performances souhaitées en présence d'incertitudes dans le système.

L'acquisition de ces quatre propriétés est liée à une réorganisation notable du système de production existant, notamment au niveau de la conduite du système par la prise en compte des nouvelles approches.

4-2 La conduite des systèmes de production

De manière générale on peut décomposer un système de production en deux parties complémentaires : la partie opérative, qui désigne le flux matériel et la partie conduite, qui traite le flux informationnel. La partie opérative est constituée des entités appartenant à trois populations : la population des produits, la population des moyens de production et la population des opérateurs de production. Elle a pour fonction de fabriquer (qualité, quantité, délais) des produits (finis) à partir des produits bruts avec les moyens de production et les opérateurs de production. La partie conduite a pour fonction d'élaborer les ordres nécessaires à la partie opérative.

Le rôle de la conduite des systèmes de production est de diriger, guider et piloter, de manière à assurer la pertinence et la cohérence du système dans un environnement donné. La conduite peut être considérée comme l'art d'adapter en permanence les objectifs de l'entreprise à l'évolution de l'environnement à travers l'analyse des contraintes et des opportunités. En tenant compte de la définition de la réactivité donnée ci-dessus, la conduite réactive d'un système de production se définit ainsi comme la capacité à répondre à une demande fluctuante en nature et en quantité de produits variés et personnalisés, dans des délais respectés et de plus en plus courts. C'est une démarche visant à répondre à la demande du client et

correspond à l'un des facteurs mesurant la compétitivité industrielle de l'entreprise. Un système est réactif si les conditions de flexibilité sont assurées au sein de l'entreprise.

Les principales missions du système de conduite peuvent être résumées de la façon suivante : auto-organisation, adaptation, optimisation et régulation.

D'une manière générale, le système de conduite se trouve à tous les niveaux de l'entreprise, il est en relation étroite avec les autres fonctions de l'entreprise soit par les actions de coordination, soit par des actions de coopération.

On peut distinguer essentiellement cinq structures différentes :

- structure centralisée, caractérisée par un pilotage localisé au sein d'une ressource unique qui supervise la production ;
- structure hiérarchisée, dont chaque niveau coordonne les unités de pilotage du niveau inférieur, et ce jusqu'au niveau le plus bas ;
- structure coordonnée, correspond à un ensemble de structures hiérarchisées où une coopération est possible au sein d'un même niveau ;
- structure distribuée, fondée sur une distribution totale des capacités de décision ;
- structure distribuée supervisée, caractérisée par un ensemble d'entités coopérantes sous le contrôle d'une entité superviseur dont le rôle est d'imposer, de conseiller ou de modifier une décision afin de respecter un objectif plus global.

Le choix de structure dépend essentiellement d'un compromis entre le degré d'autonomie et la cohérence de décision.

La conduite d'un système de production consiste à utiliser un système de décision pour faire exécuter par le système physique l'ensemble des opérations de fabrication qui lui sont affectées :

- en respectant au mieux les objectifs de production fixés, tout en satisfaisant les contraintes spatiales, temporelles et de coûts ;
- en s'assurant que chaque ordre transmis est cohérent vis-à-vis du caractère perturbé de l'environnement dans lequel évolue le système ;
- en utilisant un système d'information cohérent réalisant une interface robuste entre le système physique et le système de décision.

Le système de décision définit des cadres de décisions dans lesquels il précise les opérations à accomplir, les grandeurs sur lesquelles il est possible d'agir, les méthodes à suivre ainsi que les limites. Il s'articule autour d'une organisation en boucle (figure 8) constituée de quatre activités suivantes :

- la planification, qui consiste à mettre en œuvre des techniques d'ordonnancement. Intégrée dans le processus global de conduite, la planification propose une affectation pour les différentes opérations, dans le temps et l'espace. C'est un moyen unique et incontournable pour s'assurer du respect des objectifs fixés. Néanmoins les méthodes de calcul employées pour sa mise en œuvre sont souvent pénalisantes dans le temps.
- le lancement, qui répartit et transmet les ordres au système en tenant compte de l'état des entités de production ;

- le suivi, qui recueille l'ensemble des événements survenant dans l'atelier et qui met à jour une image interne du système opérant ;
- la réaction, qui corrige les déviations induites par les aléas de production. Cette activité est très liée à celle de la planification, car il s'agit de prendre des mesures correctives tout en s'assurant du respect des objectifs de production.

La conduite en temps réel d'un système de production est une tâche complexe qui requiert des connaissances dans les domaines de l'informatique, de l'automatique, de la production, de la communication homme - machine etc. Sa difficulté est due :

- à la complexité du problème d'ordonnancement ;
- à la nécessité de résoudre le problème d'ordonnancement dans un contexte perturbé ;
- au problème intrinsèque du suivi, souvent banalisé dans la plupart des systèmes ;
- à l'intégration du système de conduite dans le système global de gestion de production.

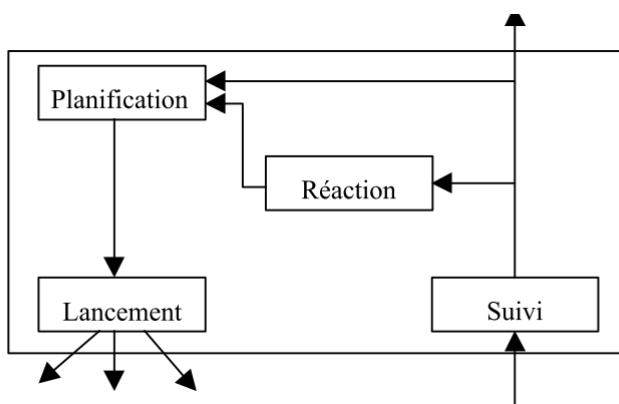


Figure 8 : Le modèle conceptuel du système de décision

Pour gérer le déroulement des opérations sur les moyens de production la conduite doit respecter les contraintes techniques suivantes :

- une machine exécute au plus une opération à la fois (contrainte d'exclusion mutuelle) ;
- une opération commencée sur une machine doit être terminée sans interruption sur la même machine (contrainte de non - préemption) ;
- la fabrication d'une pièce nécessite un ensemble d'opérations qui doivent être effectuées dans un ordre spécifique (contrainte de précédente).

La partie conduite d'un système de production doit disposer d'un modèle de la partie opérative du système, afin de réaliser son objectif. Dans ce but, plusieurs approches de modélisation du système de production ont été envisagées.

4-3 La simulation des systèmes de production

La performance globale d'un système de production est le résultat d'une interaction complexe de nombreux facteurs aussi variés que : la vitesse d'un engin de manutention, le temps de changement d'outil sur une machine, les principes d'ordonnancement utilisés ou encore la dextérité d'un opérateur. Cette superposition de facteurs nécessite de représenter le système industriel comme un modèle où toutes ces composantes interagissent, qu'elles soient des

flux physiques ou des flux d'informations. On utilise un modèle quand on veut comprendre un système réel que l'on ne peut pas observer ou expérimenter directement, parce que le système n'existe pas encore ou parce que cela est trop difficile à manipuler. Ensuite, par simulation, il est possible de mesurer l'impact relatif de chacune de ces composantes sur la performance globale du système de production. Ainsi, la modélisation et la simulation de la partie opérative du système permet de fournir les informations nécessaires au système de conduite.

La modélisation est le processus de conception d'un modèle d'un système, tandis que la simulation est le processus d'implantation du modèle et les simulations faites sur ce modèle dans le but de comprendre le comportement du système et/ou d'évaluer différentes stratégies pour différentes opérations du système.

La simulation est l'un des plus puissants outils d'analyse des systèmes complexes.

Aujourd'hui, elle est devenue indispensable pour résoudre les problèmes d'optimisation des flux physiques ou des flux d'informations dans les systèmes de production manufacturiers.

4-3-1 Objectifs de la simulation

La simulation permet d'évaluer les performances d'un système de configuration donnée :

- au niveau de la structure physique (conception de nouveaux systèmes) ;
- au niveau du système de décision (exploitation, réorganisation).

La simulation permet de répondre à la question : « Qu'obtiendra-t-on si l'on fait ceci ? » mais ne permet pas de répondre à la question : « Que faut-il faire pour obtenir cela ? ». Pour aboutir à une solution intéressante, il faut tester un nombre suffisant de scénarios afin de les comparer et de retenir le plus intéressant. Donc la simulation est une démarche par induction (étude de cas particuliers afin d'aboutir à une conclusion, la plus générale possible) et non par déduction (solution obtenue par un raisonnement, un algorithme).

En production, la simulation permet d'évaluer les effets suivants :

- suppression/adjonction de machines/de main d'œuvre ;
- modification du processus de fabrication : gammes, temps de fabrication et de préparation ;
- présence d'aléas de fabrication : pannes machines, rupture des stocks, commandes urgentes ;
- capacité des stocks ;
- ordonnancement : politiques de lancement, règles de gestion des files d'attente, affectation des ressources, ...
- insertion de nouveaux produits/suppression de produits existants.

4-3-2 Etapes et critères dans la réalisation d'une simulation

C'est hors de la partie proprement informatique qu'une étude de simulation requiert le plus de temps et de savoir-faire. On peut découper un projet de simulation avec l'enchaînement de phases suivant (figure 9) :

Analyse :

- identification du problème ;
- définition des objectifs (cahier des charges) ;
- collecte des données/analyse des données ;

- rédaction d'un dossier d'analyse fonctionnelle ;
- validation.

Modélisation :

- modélisation logico-mathématique :
 - choix des entités, des attributs ;
 - modélisation de l'évolution du système ;
- identification des paramètres ;
- modélisation initiale ;
- programme de simulation ;
- validation et tests.

Simulation (exploitation du modèle) :

- expérimentation (jeux de simulation),
- analyse des résultats,
- interprétation des résultats.

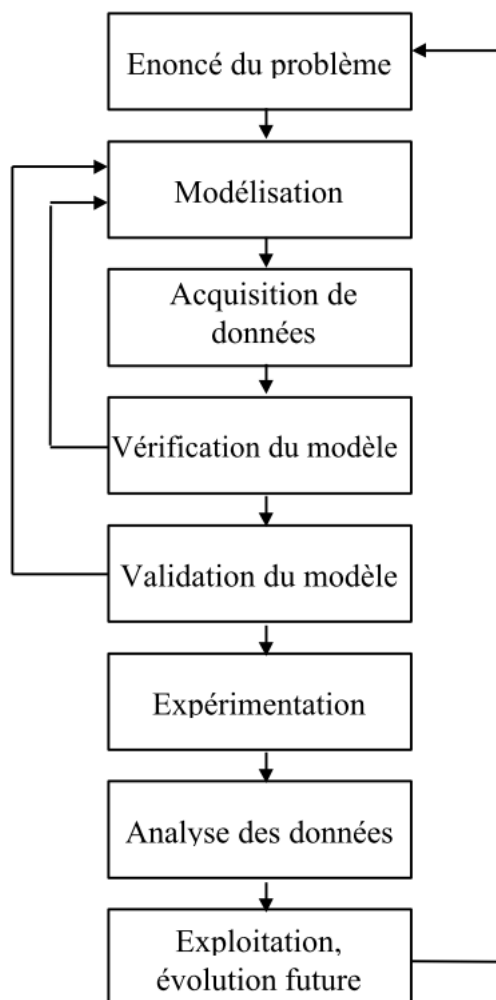


Figure 9 : Etapes d'une étude de simulation

Avant de commencer la simulation d'un système nous devons fixer les critères pour pouvoir obtenir des bons résultats. Quelques critères d'un bon modèle de simulation sont :

- connaissance du but de la simulation ;
- compréhension parfaite du système ;
- modèle évolutif (démarrer simple ==> complexe) ;
- modèle complet sur les caractéristiques principales (décrit les phénomènes principaux avec exactitude) ;
- modèle flexible, facile à modifier et à mettre à jour ;
- modèle solide, qui reste valide face à un grand nombre de situations ;
- modèle facile à mettre au point ;
- modèle qui donne des résultats de façon claire.

4-3-3 Concepts de simulation des systèmes de production

La simulation se divise en deux mondes très distincts : celui des simulations discrètes et celui des simulations continues. Les termes de discret et continu s'appliquent en fait à la nature des flux examinés et, par extension, à la nature des modèles.

Dans les simulations discrètes, les flux essentiels que l'on examine sont composés d'éléments isolables que l'on peut dénombrer et identifier individuellement. Ces éléments sont couramment appelés « entités ».

Dans les simulations continues, il n'est pas possible d'isoler quoi que ce soit dans le flux étudié, parce qu'il est continu.

Le regard que l'on porte sur les systèmes peut être soit statique, soit dynamique. Le regard statique prend pour base un instantané du système ou bien une approximation. En revanche, l'approche dynamique, parce qu'elle tient compte de l'évolution dans le temps des paramètres et des états va rendre avec plus de justesse les phénomènes réels.

Certains outils de résolution du problème ne permettent qu'une approche déterministe, où les mêmes causes produisent inmanquablement les mêmes effets, avec une exactitude arithmétique parfaite, infiniment reproductible.

La simulation se démarque en pouvant prendre en considération l'aspect stochastique des phénomènes aléatoires.

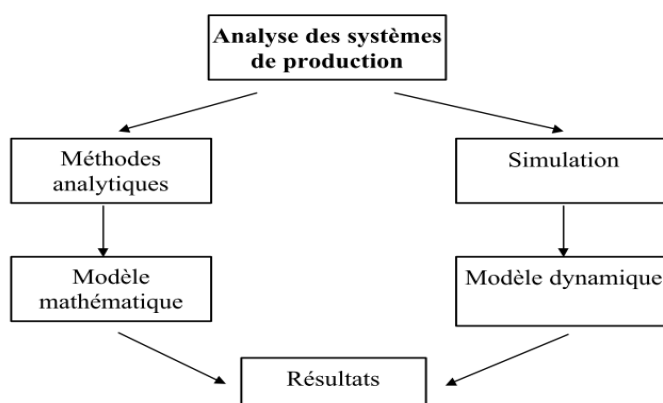


Figure 10 : Analyse des systèmes de production

Il existe plusieurs méthodes d'analyse des systèmes de production (figure 10) :

- méthodes analytiques (réseaux de files d'attente, réseaux de Petri, chaînes de Markov) ;
- la simulation (SIMAN/Arena, Sirphyco, Cadence, QNAP, Automod).

4-4 Classification des systèmes productifs :

On peut classer les modes d'organisation de la production en quatre grandes classes :

- l'organisation en série unitaire;
- l'organisation en ateliers spécialisés;
- l'organisation en ligne de production;
- l'organisation en industries de processus.

Nous examinerons, dans chaque cas, le type de ressources à mettre en œuvre et le problème principal de leur utilisation.

4.1 Organisation de type série unitaire

Définition 1.2 La production de type "série unitaire" est une production mobilisant sur une période assez longue l'essentiel des ressources d'une entreprise pour réaliser un nombre très limité de projets.

Comme exemples, on peut citer la construction de navires de grande taille (qui se font, le plus souvent, en quelques exemplaires), les grands travaux publics (tel que le creusement du tunnel sous la manche ou la construction d'un pont suspendu).

En ce qui concerne les ressources mobilisées, on fait le plus souvent appel à un personnel hautement qualifié vu le caractère non répétitif des tâches.

En ce qui concerne le problème d'ordonnancement, le problème majeur est l'arbitrage entre la recherche d'un coût compétitif et le respect des délais. En effet, d'une part, les commandes seront rapidement honorées si beaucoup de ressources sont mises en œuvre. Mais, d'autre part, le coût des ressources est généralement croissant avec leur niveau d'utilisation : la location de machines supplémentaires et l'engagement d'intérimaires coûtent généralement plus cher que l'utilisation des ressources propres de l'entreprise.

Dans les deux cas, l'ordonnancement des tâches, c'est-à-dire la détermination de l'ordre d'exécution des tâches) est essentiel. En effet, non seulement l'ordre d'exécution des tâches détermine la date de livraison, il influence les coûts dans la mesure où une mauvaise coordination s'accompagne souvent de chômage technique pour certaines ressources et du paiement de pénalités pour non-respect des délais.

4.2 Organisation en ateliers spécialisés

Définition 1.3 On parle d'organisation en ateliers spécialisés lorsque tous les équipements assurant une fonction spécialisée sont réunis en un même lieu.

Comme exemple, on peut citer un atelier d'emboutissage des tôles de voitures ou un atelier de peinture dans une usine d'assemblage automobile.

En ce qui concerne les ressources mobilisées, la main d'œuvre est plutôt qualifiée et les équipements sont polyvalents.

En ce qui concerne le problème de l'organisation efficace des ressources, deux problèmes principaux sont à considérer :

- Lors de la conception de l'atelier, le problème principal est la gestion des coûts de manutention entre les différents postes de travail. Afin de diminuer ces coûts on détermine la meilleure localisation des machines les unes par rapport aux autres dans l'atelier. Ceci fait appel aux méthodes d'agencement dans l'espace.
- Lors de la gestion quotidienne de l'atelier, le problème principal est de déterminer l'ordre d'exécution des diverses tâches sur une ou plusieurs machines.

4.3 Organisation en lignes de production

Définition 1.4 On parle d'organisation en lignes de production lorsque qu'un flux régulier de produits passe d'un poste à l'autre, l'ordre de passage étant fixé.

Comme exemple, on peut citer les lignes d'assemblage d'automobiles.

En ce qui concerne les ressources mises en œuvre, les équipements sont généralement très spécialisés. En ce qui concerne l'organisation efficace des ressources, le problème majeur consiste en l'équilibrage de la chaîne : c'est-à-dire à définir les tâches à réaliser à chaque poste de manière à avoir le même temps de réalisation à chaque poste. En effet, un mauvais équilibrage de la chaîne entraînera une sous-utilisation des ressources puisque la chaîne tourne à la vitesse de l'élément le plus lent.

Deux autres problèmes sont très importants dans ce mode d'organisation de la production. Il s'agit de : la fiabilité de la chaîne (un maillon défectueux et toute la chaîne s'arrête) et de la fiabilité du système d'informations.

4.4 Les industries de process

Définition 1.5 On parle d'industries de process lorsque le mode d'organisation est caractérisé par un flux régulier et important de matières premières destinées à être transformées en matières plus élaborées.

Comme exemples, on peut citer la sidérurgie, la pétrochimie, le secteur de la chimie lourde, le secteur agro-alimentaire, etc. .

En ce qui concerne l'organisation efficace des ressources, vu l'importance et la régularité de la demande, le problème d'organisation au coût minimum est généralement assez simple. Il peut être résolu par la programmation linéaire.

