

SYSTEME D'INDICATEURS DE PERFORMANCE POUR LA MAITRISE DES DELAIS DE LIVRAISON

Rachid Benmoussa*, Said El Fizazi', Driss Bouami**

Résumé. - Dans cet article, nous proposons un système d'indicateurs de performance pour la maîtrise des délais de livraison de produits conformes. Pour ce faire, nous préconisons l'approche processus et nous présentons à cet égard une méthode de découpage s'appuyant sur l'analyse fonctionnelle. Nous appliquons ensuite une procédure de mise en place des systèmes d'indicateurs de performance se basant sur la déclinaison des objectifs stratégiques sur les processus et les activités.

Mots-clés : sélectivité, transversalité, déclinaison des objectifs, délai de livraison, indicateur de performance, facteur de progrès.

1. Introduction

Face au contexte économique et social actuel, fortement concurrentiel et instable, la majorité des entreprises industrielles se trouvent confrontées aux problèmes d'amélioration de leurs performances. Ces problèmes étant nombreux et diversifiés, on se retrouve, dans le domaine de l'amélioration des processus de production avec une panoplie d'approches qui se diversifient de par leurs objectifs et leurs méthodologies (Total quality management (TQM), Kaizen, business process reengineering (BPR), juste à temps (JIT)...). Mais l'objectif sous-jacent à toutes ces méthodes est toujours le même : l'amélioration de la performance.

La mesure de la performance est une étape primordiale dans tout processus d'amélioration. C'est une problématique qui est toujours à l'ordre du jour et qui a suscité les travaux de nombreux chercheurs [Afgi 92, BER 97, CER 92, CprodC 97, LOR 91, 96, 01, POU

* Enseignants chercheurs à l'Ecole Supérieure de Technologie Safi, Université Cadi Ayyad,
** Directeur de recherche à la Faculté des Science et Technique de Fès.

94, 96...]. Certaines approches, qui privilégient la compétitivité basée sur les coûts et la notion de productivité, sont qualifiées de classiques et relèvent en général de l'approche du contrôle de gestion. D'autres sont émergentes et privilégient d'autres formes de performance qui se sont progressivement imposées, induites par une compétitivité basée non seulement sur les coûts, mais aussi sur la qualité et surtout sur les délais. Elles préconisent ainsi une approche globale et multicritère qui se traduit par un déploiement de la performance à tous les niveaux de l'entreprise. Une conséquence intéressante de cette mouvance dans les approches, les nouveaux tableaux de bord sont construits autour du propos qu'une entreprise désireuse d'instaurer un système d'indicateurs cohérent avec la stratégie fixée doit effectuer un déploiement de cette stratégie à travers l'ensemble de ses processus et de ses activités.

Préconisant cette approche émergente, nous proposons dans cet article un système d'indicateurs de performance pour la maîtrise des délais de livraison de produits conformes. Après avoir défini les bases fortes et situé le cadre de notre travail, nous présentons l'approche processus sur laquelle nous nous appuyons ainsi que les concepts qui lui sont sous-jacents. Nous proposons à cet égard une méthode de découpage des processus de production se basant sur l'analyse fonctionnelle. Nous définissons ensuite les concepts et la terminologie liée à la procédure de construction des systèmes d'indicateurs de performance préconisée et à son application particulière envisagée. Nous déclinons enfin notre objectif stratégique à travers les processus et les activités dans le but de définir les indicateurs de performance pertinents, qui permettront de ressortir au bout de la chaîne, à travers des audits performance, les actions prioritaires à mettre en œuvre pour améliorer les délais de livraison. La conclusion analyse l'intérêt et les limites de l'étude et présente quelques perspectives.

2. Problématique et objectif

2.1 Problématique

La mesure de la performance est un sujet qui a fait couler jusqu'à présent beaucoup d'encre. Nous sommes convaincus, à travers l'analyse d'une bibliographie riche et diversifiée dans ce domaine, que pour toute tentative de construction pratique d'indicateurs de performance, nous sommes conduits à considérer les contraintes suivantes :

- La performance globale est multicritère ;
- Les processus de production sont complexes ;
- Les capacités cognitives humaines sont limitées ;
- L'organisation hiérarchique est un handicap pour la visibilité ;
- La performance a deux dimensions en interaction. La première est endogène, contrôlée par l'entreprise, la seconde est exogène, soumise à l'influence et aux caprices du marché.

2.2 Objectif et cadre

L'objectif global de notre travail consiste à construire un système d'indicateurs de performance prenant en considération les contraintes citées plus haut. Les bases fortes de ce travail s'articulent en conséquence autour des concepts suivants : sélectivité, transversalité et déclinaison des objectifs.

Nous privilégions la sélectivité pour des raisons de simplicité et de faisabilité. Les systèmes de production sont en général très complexes et les capacités cognitives humaines sont très limitées pour pouvoir prendre en compte à la fois tous les problèmes de non-performance. Tout système conçu en milieu industriel sans prendre en considération la facilité de son exploitation risque d'engendrer un échec après son implémentation. La sélectivité au cours de notre travail s'exprime à plusieurs niveaux, commençant par le choix de l'objectif stratégique et du produit/gamme phare susceptibles d'entraîner le progrès global vers l'excellence, et se terminant, au bout de la chaîne, par le choix des facteurs sur lesquels un jugement de valeur sera porté lors des audits performance, afin de ressortir les actions de progrès les plus prioritaires, en vue d'atteindre l'objectif stratégique vis-à-vis de ce produit/gamme. L'objectif que nous nous sommes fixé est : la réduction des délais de livraison de produits conformes. La raison en est que celui-ci est le plus générateur du progrès global. Il ne peut se réaliser significativement en effet que lorsque la qualité des produits est maîtrisée et entraîne forcément la réduction des coûts de non-performance, l'amélioration de la productivité, la réactivité... Le produit/gamme phare considéré dans ce travail est celui qui est considéré par l'entreprise comme étant le plus important, soit parce qu'il engendre le chiffre d'affaires le plus élevé, la non-performance la plus visible... ou l'opportunité d'amélioration la plus riche, étant donné la nature du processus de production. Tous les concepts cités par la suite dans cet article sont implicitement ou explicitement liés à ce produit/gamme phare. Aussi, pour alléger le texte, nous confondrons «produit/gamme phare» et «produit».

Nous privilégions ensuite la transversalité pour des raisons de visibilité. L'entreprise est perçue traditionnellement comme une organisation gérée de façon verticale, hiérarchique qui respecte les regroupements fonctionnels des activités. Ce cloisonnement rend difficile l'analyse de la performance globale. A l'inverse, si on adopte une vision transversale, on constate que les objectifs organisationnels mobilisent des activités appartenant à des services et à des niveaux hiérarchiques différents le long du processus. L'analyse de la performance devient en conséquence plus pertinente. A cet égard, notre travail adopte l'approche processus et propose une méthode de découpage se basant sur l'analyse fonctionnelle.

Nous privilégions enfin la déclinaison des objectifs pour des raisons de pertinence. En effet, la performance n'est pas seulement multicritère, elle est multiniveaux. L'analyse de la performance est une approche qui se doit d'être guidée par une vision stratégique dont le déploiement à travers les processus et les activités permet d'instaurer un système d'indicateurs cohérent avec cette vision. Nous utilisons au cours de notre travail une procédure de mise en place d'indicateurs de performance adoptons ce principe.

3. Approche processus

La nouvelle norme ISO 9000 (2000) [AFN 00] appelle d'approche processus l'identification méthodique des processus utilisés au sein d'un organisme, leurs interactions, ainsi que leur management. Cette approche est compatible avec les normes en vigueur (ISO), ainsi qu'avec la majorité des outils et des méthodes existant sur le marché. En effet, le modèle processus sur lequel se base le système de management de la qualité de l'ISO 9000 (2000) la préconise dans une logique d'amélioration continue selon le cycle PDCA. Elle est aussi privilégiée par plusieurs méthodes de modélisation des processus (CIMOSA, IEM, IDEF) [AMI 93, MAY 92, SPU 96, VER 96], travaux dans le domaine de BPR [HAM 93, JAG 93] et outils informatiques comme les workflows et les groupewares existant sur le marché. L'évolution même de la comptabilité analytique et du contrôle de gestion (ABC : Activity based costing et ABM : Activity based management) est fondée sur les concepts d'activités et de processus [BES 94, COO 93, LER 97, LOR 93, MEV 94]. Nous commençons dans ce qui suit par définir ces concepts et nous terminons en proposant une démarche de découpage utilisant l'analyse fonctionnelle. En guise d'illustration, nous présentons le long de cet article des exemples simplifiés extraits d'une application industrielle (processus de fabrication des bâches) effectuée par nos soins [BEN 98].

3.1. Concepts d'activité et de processus

De nombreuses définitions ont été proposées dans la littérature pour le concept d'activité, en privilégiant souvent un ou plusieurs points de vue [ELM 97]. Nous retenons la définition proposée par la norme ISO 9000 (2000).

L'activité concerne tout ce que l'on peut décrire par un verbe dans la vie de l'entreprise : visser, couper, élaborer une facture, former. C'est une succession de tâches élémentaires :

- accomplies par un individu ou un groupe d'individus ;
- faisant appel à des ressources (équipement, matériels, informations) ;
- permettant d'obtenir un résultat avec valeur ajoutée (une pièce coupée, une facture, etc.), c'est à dire un produit destiné à un client interne ou externe.

Le processus est défini par la même norme de la manière suivante :

Système d'activités qui utilisent des ressources pour transformer des éléments d'entrée en éléments de sortie.

Note 1 Les éléments d'entrée d'un processus sont généralement les éléments de sortie d'autres processus.

Note 2 Les processus d'un organisme sont généralement planifiés et mis en œuvre dans des conditions maîtrisées afin d'apporter une valeur ajoutée.

Note 3 Lorsque la conformité du produit résultant ne peut être immédiatement ou économiquement vérifiée, le processus est souvent qualifié de «procédé spécial».

En réalité, ces concepts sont difficilement définissables dans l'absolu [VER 96, BER 97]. La cartographie (découpage) en activités et processus dépend de la finalité escomptée de son utilisation. Si la norme ISO 9000 (2000) [AFN 00] impose une approche processus, elle laisse en revanche libre le choix de délimitation des processus à l'entreprise en fonction de la stratégie qui fait appel à leur usage. P. Lorino affirme que la cartographie peut être guidée par [LOR 91, 96] :

- les produits, process, marchés... visés ;
- un facteur de déclenchement commun ;
- une finalité commune ;
- un diagramme de flux mettant en évidence les principaux flux de matière ou d'information (chaînes input-output) dans l'entreprise.

3.1 Méthode de découpage des processus de production

La méthode que nous proposons s'appuie sur l'analyse fonctionnelle des processus de production. Rappelons tout d'abord quelques notions fondamentales :

- Un état est une situation dans laquelle se trouve le produit ou un de ses composants à un instant donné dans un lieu donné.
- Une fonction principale (FP), dans le cas des processus est une fonction de changement d'état. Exemple : Enduction (fonction du processus de fabrication des bâches qui consiste à déposer la pâte sur la toile).
- Un état stable (ES) est un état où il y a eu acquisition d'une caractéristique de l'état final (qui n'existait pas dans l'état initial) par rapport à l'état précédent. C'est le juste nécessaire du processus. Exemple : toile en polyester. Etat obtenu après déploiement de la fonction tissage (entrecroisement de deux fils en polyester perpendiculairement).
- Un état fugace (EF) est un état résultant d'une opération donnant des caractéristiques (physiques, spatiales ou temporelles) provisoires (qu'on ne retrouve pas à l'état final) au produit ou à l'un de ses composants. C'est la fonction de conception du processus. Exemple : toile enroulée, toile transportée, toile en attente.

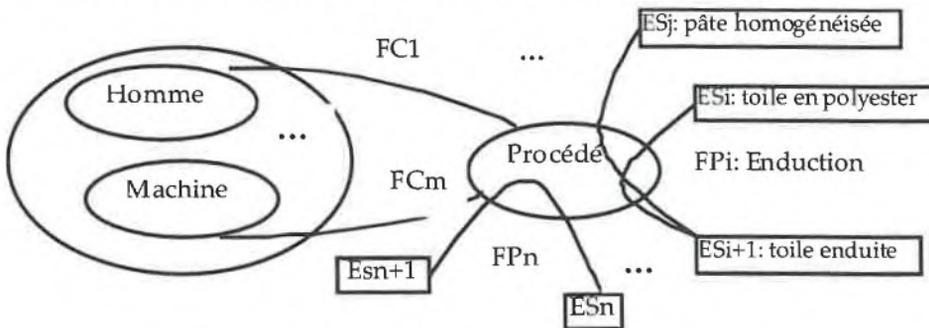


Figure 1 : Identification des fonctions principales du processus

A partir de la documentation technique du procédé et de l'analyse de l'existant (Suivi des flux de production, Analyse de déroulement,...), on recense les états stables du processus que l'on valide en posant les questions suivantes :

- Qu'a-t-on obtenu dans cet état ?
- Le retrouve-t-on dans l'état final ?
- Etait-ce déjà dans l'état initial ?

Si les réponses sont oui à la deuxième et non à la troisième question, l'état est stable. Ensuite, on relie les états stables dont les uns permettent d'obtenir d'autres par l'intermédiaire du procédé et aussi les différents éléments extérieurs qui influent sur le procédé avec ce dernier. On obtient la figure proposée par APTE [DEL 91, RAK 92, MER 95], qui permet de ressortir les fonctions principales du processus et de placer le procédé dans son milieu environnant (figure 1).

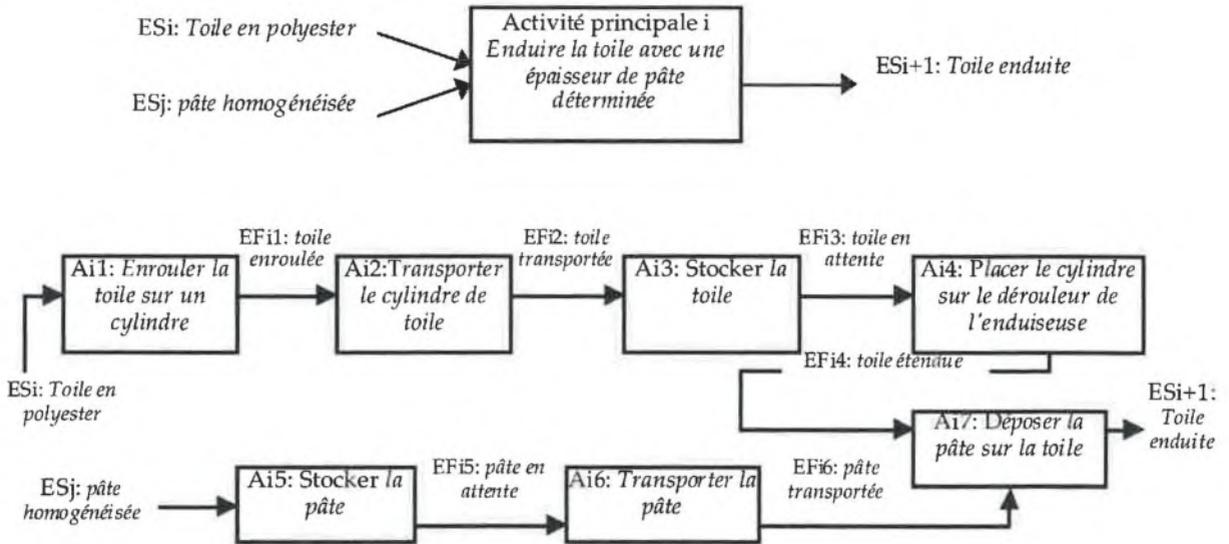


Figure 2 : Découpage d'une activité principale en sous activités

Tenant compte des concepts précédents, le processus de production¹ est composé d'un ensemble d'activités principales. Celle-ci s'exprime par le biais de la fonction principale qu'elle permet de déployer. Elle est composée à son tour d'une combinaison de sous-activités de différents types. Dans le domaine industriel, nous distinguons en général, selon le type de modification principale opérée, des sous-activités stables (caractéristiques du produit), fugaces (caractéristiques provisoires du produit), de stockage (temps), de transfert (lieu), et de contrôle (connaissance des caractéristiques) [BEN 98]. Autrement dit, une activité principale se compose d'un ensemble de sous activités qui concourent en fin de compte à obtenir les mêmes états stables finaux partant des mêmes états stables initiaux de cette activité principale, donnant naissance au passage à plusieurs états fugaces (figure 2).

L'intérêt de cette approche réside dans le fait qu'elle permet de :

¹ Bien entendu nous écartons de ce cadre les processus non structurés (objectif et/ou enchaînement non défini) [ELM 97]

- formaliser le mode de découpage qui devient une technique dont le déploiement rigoureux évite l'oubli ou la duplication des activités ;
- distinguer les sous-activités à valeur ajoutée (stables) des autres sous-activités (fugaces, stockage, transfert, contrôle) et favoriser ainsi une approche d'amélioration et/ou de mesure de performance se basant sur les sous-activités sans valeur ajoutée [BEN 98].

Dans ce qui suit, nous confondrons "activité principale" et "activité" pour des raisons d'allègement du texte.

4. Elaboration du système d'indicateurs de performance

Nous nous inspirons pour la construction de ce système en partie de la procédure de mise en place d'un système d'indicateurs de performance par la déclinaison des objectifs stratégiques de l'entreprise [LOR 91, 96, Afgi 92, CER 92, POU 94, BER 97, CprodC 97]. Nous estimons notre valeur ajoutée à ce niveau en l'application assez particulière de cette procédure pour la maîtrise des délais de livraison des produits conformes. Nous résumons le résultat de cette application dans la figure 3 inspirée de [BER 97, CprodC 97].

Cette procédure en appelle aux notions suivantes que nous rappelons brièvement :

- les facteurs clés de succès (FCS), qui identifient les facteurs stratégiques ayant un impact sur la compétitivité de l'entreprise ;
- les facteurs clés de performance (FCP), qui sont la traduction des FCS sur les processus de l'entreprise ;
- les facteurs de performance, qui illustrent la contribution d'une activité au FCP du processus auquel elle est rattachée ;
- les facteurs clés de progrès (ou plus communément variables d'action majeures), qui sont les facteurs sur lesquels on peut agir pour faire évoluer l'activité.

Avant d'entamer les différentes étapes de cette procédure, il nous semble judicieux, pour faciliter la lecture de cet article, de définir les notions qui leurs sont sous-jacentes :

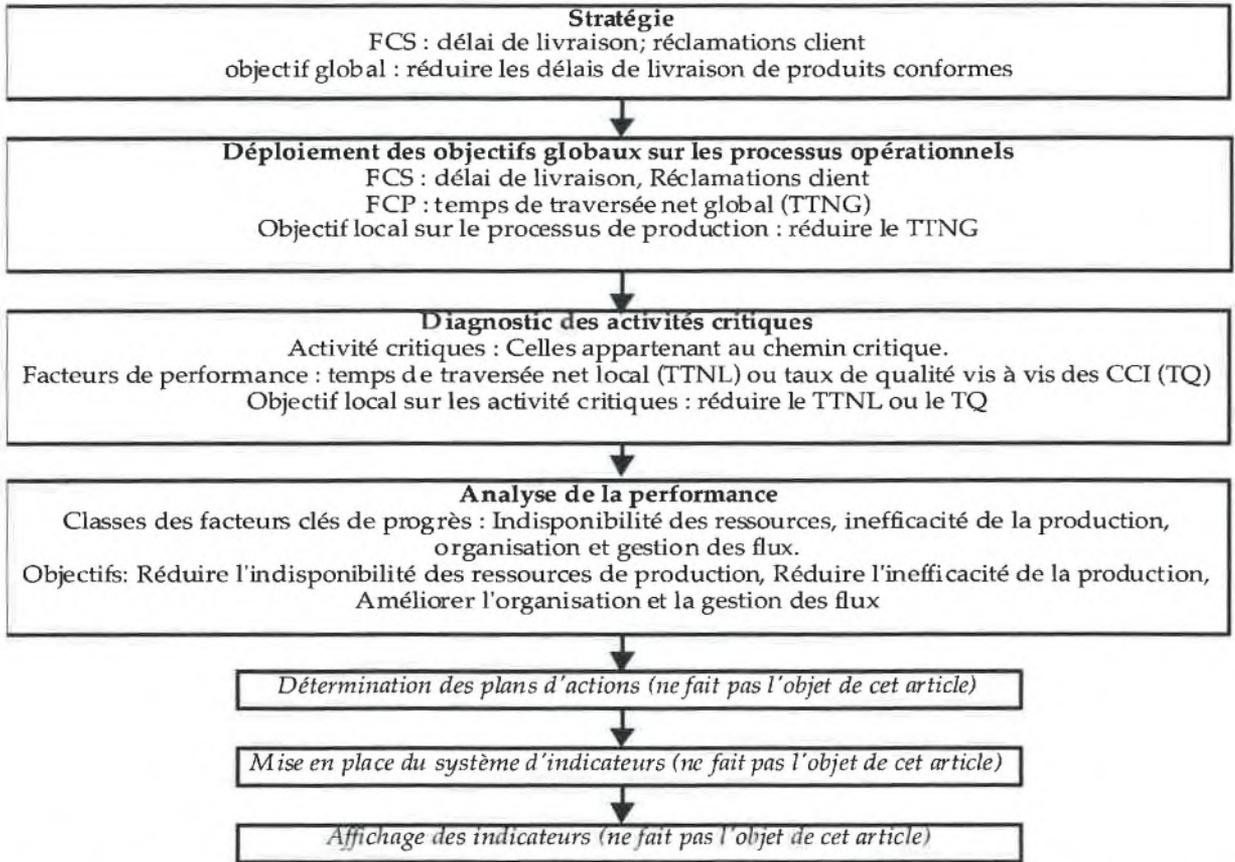


Figure 3 : Récapitulatif de l'application de la procédure de mise en place d'un système d'indicateurs pour la maîtrise des délais de livraisons

- Pour chaque activité, nous définissons le temps de traversée net local (TTNL) comme étant le délai d'écoulement¹ d'un produit conforme. Ce délai inclut l'allongement dû aux différentes sources de dysfonctionnement à tous les stades de l'activité (voir figure 4) :

$$TTNL = \frac{\text{nombre moyen d'encours à tous les stades (sous activités) de l'activité}}{\text{débit moyen de produits (sous activité stable) conformes journalier}} \quad (1)$$

Exemple : on suppose que l'inventaire des volumes d'encours à tous les stades de l'activité i (§ 3.2) sur la période d'audit (à des heures déterminées suivant la méthode des Observations Instantanées [CHA 98]) donne les valeurs moyennes suivantes : A_{i1} (1Rouleau Standard (RS)), A_{i2} (3RS), A_{i3} (10RS), A_{i4} (1RS), A_{i5} (20Kg), A_{i6} (0Kg), A_{i7} (4Kg). Si la production journalière conforme moyenne pendant la même période d'audit est de 4RS et la fabrication d'un RS de "toile enduite" nécessite 2 Kg de pâte, alors le $TTNL_i(\text{toile})$ est égal à 4 jours (16/4) et le $TTNL_i(\text{pâte})$ est égal à 3 jours (24/8). Le $TTNL_i$ est alors de 4 jours ($\text{Max}(TTNL_i(\text{toile}), TTNL_i(\text{pâte}))$).

¹ C'est le délai d'écoulement maximal des composants dans le cas d'un assemblage (éventuellement pondéré par le coût de possession pour tenir compte de l'importance relative des composants). Voir exemple.

- Au niveau du processus de production, nous définissons le temps de traversée net global (TTNG) comme la somme des TTNL des activités appartenant au chemin critique du délai. Ceci nous amène à définir ce chemin.
- Nous définissons le chemin critique du délai en nous inspirant de la notion de criticité au sens de la méthode PERT [NOL 94, TAR 96] qui définit les activités critiques comme celles sur lesquelles on ne peut prendre du retard sans modifier la durée d'obtention du produit. Selon le vocabulaire PERT, elles correspondent aux activités dont le délai d'exécution au plus tôt est égal au délai d'exécution⁴ au plus tard. Les temps considérés dans cette méthode correspondent aux temps d'exécution standard ou temps de gamme développés par le bureau des méthodes. L'utilisation de ces temps ne permet pas de prendre en compte les diverses sources de dysfonctionnement de nature aléatoire qui allongent les délais d'exécution des activités et d'obtention du produit fini. De ce fait, le chemin critique au sens PERT est une notion absolue. Pour pallier cette insuffisance et ainsi déterminer le chemin critique à notre sens, nous remplaçons les temps d'exécution standard des activités par le TTNL. Ces délais étant variables en fonction de l'ampleur des dysfonctionnements, les activités critiques ne sont plus forcément situées sur la branche principale du processus⁵ et ne sont plus critiques indéfiniment.

Dans la mesure où les délais sont variables, l'estimation des TTNL (et, par la suite, du TTNG —du produit/gamme phare rappelons le— par simple application de la méthode PERT) doit se faire périodiquement à travers des audits de performance, et suppose qu'un contrôle de conformité des produits finis et semi-finis est mis en place. Dans le même esprit de recherche de la satisfaction du client et de déclinaison soit des objectifs le long des processus, il s'agit de ressortir les caractéristiques sur lesquelles ce contrôle devrait s'effectuer d'une manière sélective et prioritaire. Nous définissons à cet égard à l'instar de R. Galva [GAL 96] :

- les caractéristiques critiques finales (CCF) du produit. Ce sont les spécifications commerciales ou techniques internes que le client utilise implicitement ou explicitement pour un jugement ultime de la performance du produit. L'analyse fonctionnelle de ce dernier, combinée à une enquête auprès des clients, permet de ressortir facilement ces CCF. *Dans notre exemple, la résistance des bâches à la traction est l'une des CCF retenues ;*
- les caractéristiques critiques intermédiaires (CCI). Ce sont des caractéristiques qui permettent d'apprécier la performance de l'exécution de l'activité en termes de qualité fonctionnelle. Elles correspondent ainsi aux caractéristiques des états stables générés par cette dernière. Elles sont commercialement critiques car leur maîtrise est nécessaire à celle d'une CCF sélectionnée. *Pour la résistance des bâches à la traction par exemple, le poids spécifique de la "toile enduite" est une CCI relative à l'activité "enduire la toile d'une épaisseur de pâte déterminée".*

R. Galva [GAL 96] formalise cette relation CCF-CCI par les concepts d'arbres MIP et de filières. Les méthodes de résolution des problèmes et d'analyse causale⁶ développées par la qualité [ISH 84, MIT 89, PIL 01] permettent de sélectionner les CCI de plus forte influence vis-à-vis de chaque CCF. Nous définissons ainsi le chemin critique de la qualité comme étant formé des activités possédant une CCI influençant au moins une CCF retenue.

⁴ Il est fixe tant qu'il n'y a pas de révision du mode opératoire, et correspond au temps gamme développé par le bureau de méthodes.

⁵ La branche principale se définit au sens PERT par le chemin critique déterminé en utilisant les temps gamme.

4.1 Stratégie

La norme ISO 9000 (2000) [AFN 00] fait de la satisfaction du client un élément de première importance. La voix du client se traduit dans ce contexte par ses exigences dont le respect procure un avantage concurrentiel pour l'entreprise. Dans l'esprit de notre démarche, nous privilégions le délai de livraison accepté par le client (DLAC). Le DLAC renseigne sur le temps que chaque client est prêt à attendre pour se faire livrer une commande conforme en quantité et en qualité (du produit / gamme phare, rappelons-le). La détermination du DLAC est une recherche continue de compromis nécessitant une négociation commerciale implicite ou explicite qui tient compte à la fois de la conjoncture du marché, la performance des concurrents les plus sérieux, de l'importance du client et du positionnement du produit. Plusieurs techniques, qui relèvent du domaine du marketing relationnel existent [KOT 00] pour la mesure de la satisfaction du client en général, et qui peuvent être utilisées plus particulièrement pour déterminer périodiquement le DLAC pour chaque client. Elles se basent plus ou moins sur l'établissement d'un système d'écoute des facteurs cités plus haut. La satisfaction du client dans ce sens consiste à respecter son DLAC et la mesure de cette satisfaction se traduit par le rapprochement de ce délai et des délais réels de livraison de produits conformes, qui est dans cet esprit un facteur clé de succès. L'objectif de l'entreprise consistera alors à faire tendre continuellement ce facteur vers le DLAC pour tous les clients, tout en gardant à l'esprit que ce dernier est lui-même une information à mettre à jour périodiquement. Nous appelons l'indicateur de performance qui s'impose à ce niveau de réflexion : le ratio du retard moyen (RRM). Il peut être calculé globalement pour tous les clients ou spécifiquement pour chacun d'entre eux. Notre approche étant toujours sélective, l'estimation du RRM pour quelques clients (par exemple ceux qui sont les plus exigeants ou qui génèrent le chiffre d'affaires le plus élevé...) peut s'avérer suffisante. En effet, la maîtrise de cette mesure par la conduite des actions d'amélioration qui s'imposent sur le processus entraînera forcément la maîtrise des délais vis-à-vis des autres clients. Dans tous les cas, la formule de base (à adapter dans le cas de plusieurs clients) du RRM pour un client est :

$$RRM = \frac{\text{moyenne}(\text{délai de livraison} - \text{DLAC})}{\text{DLAC}} \quad (2)$$

Dans cette relation, les produits livrés sont perçus comme conformes au moment de l'expédition chez le client. Cette perception peut s'avérer non pertinente plus tard et générer ainsi des réclamations de la part du client. L'exploitation de cet indicateur doit donc se faire conjointement avec celle du taux de réclamation des clients (TRC). En résumé, la réduction des délais de livraison de produits conformes consisterait à réduire à la fois le TRC et le RRM.

⁶ Parmi les outils les plus utilisés nous citons : le diagramme Paréto, le diagramme d'ishikawa, le diagramme des affinités et des relations, les fiches de contrôle, les cartographies et diagrammes de flux, la MSP, l'AMDEC, les plans d'expériences...

4.2 Déploiement de la stratégie sur les processus opérationnels

Le déploiement de la stratégie sur les processus opérationnels⁷ consiste à répondre à la question "comment réaliser les objectifs globaux fixés dans le niveau supérieur ?". Les FCS faisant référence aux exigences des clients sont déployés le long des processus opérationnels de l'entreprise et traduits en facteurs clés de performance (FCP). Le cadre de notre étude se limite au processus de production. Nous écartons par exemple les dysfonctionnements émanant du processus (opérationnel) de commercialisation consistant à ne pas transmettre à l'usine des DLAC fiables. Dans ce contexte, le TTNG est en étroite liaison avec les délais de livraison. R. Biteau [BIT 98] exprime cette liaison par le ratio d'incertitude⁸. En effet, la situation idéale pour l'entreprise est d'être capable de produire sur commande. Cela suppose que son TTNG est au plus égale au DLAC le plus faible. Nous pouvons en déduire que plus le TTNG est faible, plus l'entreprise est capable d'honorer ses commandes à temps. Le TTNG est de ce fait un FCP qui contribue fortement au respect des délais de livraison.

4.3 Diagnostic des activités critiques

Cette étape répond à la question "améliorer quoi ?" Il s'agit de traduire le TTNG et l'objectif éventuel qui lui est associé au niveau des activités formant le processus. Logiquement, ces activités n'ont pas la même importance vis-à-vis de l'objectif escompté. On appelle activités critiques [LOR 91] ou clés celles qui sont "effectives", c'est-à-dire qui influent effectivement sur la caractéristique considérée dans le FCP, "significatives", c'est-à-dire exerçant la plus forte influence.

A l'issue de cette étape, est déterminé le chemin critique que nous définissons de la manière suivante :c'est l'ensemble des activités qui allongent le TTNG, soit parce qu'elles contribuent fortement à l'obtention de la qualité du produit ou à sa dégradation vis-à-vis de l'une des CCF retenues et se trouvent par ce fait sur le chemin critique de la qualité, soit parce qu'elles subissent fortement les effets des aléas de la production et se situent ainsi sur le chemin critique du délai.

Pour les activités faisant partie de ce chemin, les facteurs de performance sont le délai d'exécution réel ou la conformité vis-à-vis des CCI retenues pour chaque CCF. Les indicateurs de performance qui se dégagent à ce niveau de réflexion pour la mesure de ces facteurs sont le taux de qualité (TQ) vis-à-vis de chaque CCI ou le TTNL (qui englobe le TQ dans le cas d'une activité qui se situe sur le chemin critique du délai).

4.4 Analyse de la performance

Cette étape répond à la question "comment améliorer le TTNL des activités critiques ?". A ce stade, notre travail se croise fortement avec le volet mesure de la performance adopté par la TPM [NAK 89, MON 90, ZWI 96, BOU 98, CHA 98] notamment dans la manière d'estimer l'indisponibilité des ressources, la sous-performance et la non-qualité. Nous situons par contre notre originalité par rapport à ces travaux dans les points suivants :

⁷ De manière globale, on distingue cinq processus majeurs (génériques) de l'entreprise [Afgi 92] : Conception/Industrialisation - Approvisionnement - Production - Vente/Marketing - Après vente.

⁸ Ratio d'incertitude : nom déposé à l'INPI par ISEPA / R. Biteau.

- Nous adoptons un raisonnement par activité (non par équipement), qui permet de rester cohérent avec l'approche processus et d'élargir éventuellement la représentation globale du système de production. Les activités sont au centre des flux physiques, informationnels et décisionnels ;

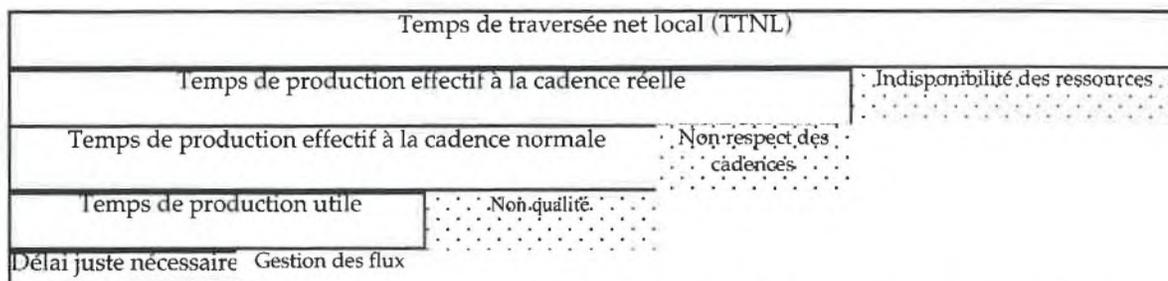


Figure 4 : Classification des causes d'allongement des temps de traversée net local des activités

Nous proposons un système de mesure du rendement globale de l'activité intégrant la non-performance des quatre valeurs d'exploitation (machine, main-d'œuvre, matière et flux). C'est le rapport entre le TTNL et le délai juste nécessaire (figure 4). La TPM, en guise de comparaison, privilégie le rendement global des équipements (considérés localement sans viser la performance globale du processus) à travers le taux de rendement synthétique (TRS) excluant l'impact de cette productivité sur la performance en termes de gestion des flux (coût de possession par exemple). R. Chapeaucoup [CHA 98] a tenté de minimiser cette limitation en appliquant la logique TPM (mais de manière toujours non intégrée) aux autres valeurs d'exploitation dans une quête de maximisation des rendements. Or "la somme des performances locales ne conduit pas à la performance globale" [CprodC 97].

Motivé par les objectifs précédents, nous proposons de classer les facteurs de progrès⁹ qui allongent les TTNL des activités critiques selon les trois types de dysfonctionnement qui caractérisent la non-performance d'un système de production (figure 4) : indisponibilité des ressources, production inefficace (non-maîtrise de la qualité & non-respect des cadences normales de production) et méthodes d'organisation et de gestion des flux. D'autres classifications existent dans la littérature :

- classification selon les pertes en productivité des équipements (arrêt d'une machine, sous-performance, non-qualité) conformément à la logique TPM ;
- classification faisant extension de cette dernière suivant la même logique aux autres valeurs d'exploitation (main-d'œuvre, machine, matière, flux) [CHA 98] ;
- classification conformément aux grandes familles de variables d'action obtenues à partir d'une adaptation de la typologie¹⁰ définie dans les approches ABC / ABM pour "l'inducteur de performance" (ressources techniques, produit/process, gestion des flux, ressources humaines) [BES 94, COO 93, LER 97, LOR 93, MEV 94].

⁹ Plusieurs appellations synonymes existent dans la littérature : inducteur de performance, levier d'action, variable d'action.

¹⁰ Cette typologie rejoint quelque peu celle que l'on connaît sous le vocable 5M : Méthode, Matière, Main-d'œuvre, Machine, Milieu.

L'intérêt de cette classification par rapport à ces dernières réside dans le fait qu'un facteur ne contribue qu'à un seul indicateur, évitant ainsi une prise en compte redondante de son effet. *Exemple : le changement de série cause un arrêt qui affecte à la fois le rendement de la machine et de la main d'œuvre. Dans notre classification, il n'est associé qu'à l'indisponibilité des ressources.*

4.4.1 Indisponibilité des ressources.

Globalement, l'indisponibilité des ressources au sens large peut être mesurée par le taux d'activité brut (TAB) de l'activité. C'est le rapport entre le temps d'activité brut (tab) de l'activité et le temps d'ouverture (to), l'écart entre les deux étant la somme des arrêts (au niveau de la sous activité stable) à cause de l'indisponibilité d'au moins une ressource de production hors micro-défaillances (facteur relevant de l'inefficacité de la production) et indisponibilité pour affectation à une autre activité (n'est pas un facteur de non-performance).

$$TAB = \frac{\text{Temps d'activité brut}(tab)}{\text{Temps d'ouverture}(to)} \quad (3)$$

Cependant, il peut s'avérer nécessaire de mesurer la performance de chaque ressource à part, afin d'être capable d'attribuer une non-performance globale à une ressource particulière prise en compte à tous les stades de l'activité et non seulement au niveau de la sous-activité stable. Nous proposons dans ce qui suit les indicateurs de performance qui s'imposent.

□ Indisponibilité de la machine :

Ce facteur représente tous les arrêts dus uniquement à l'indisponibilité des équipements assignés à l'activité critique hors occupation (affectation à une autre activité...). Exemple : panne, maintenance préventive, indisponibilité des pièces de rechange ou d'outils... On entend par équipement les machines, les outils, les fluides et l'énergie nécessaires à tous les stades de l'activité (y compris les ressources de manutention par exemple). Cette non-performance peut être mesurée par le taux d'indisponibilité machine (TIM).

$$TIM = \frac{\text{Temps d'indisponibilité}}{\text{Temps d'ouverture}} \quad (4)$$

□ Indisponibilité de la Main-d'œuvre :

Ce facteur se traduit par l'absence des opérateurs assignés à tous les stades de l'activité critique (hors affectation à une autre activité), pendant une période de charge. L'indicateur de performance qui s'impose alors est le taux de présence (TP).

$$TP = \frac{\text{temps de présence}}{\text{temps rémunéré}} \quad (5)$$

Si le manque de charge est très fréquent, le temps rémunéré doit être remplacé par le temps de charge. L'objectif final, rappelons-le, est de déterminer les dysfonctionnements qui allongent les délais de livraison. L'information est une ressource de production dans la mesure où le manque d'instructions peut causer l'arrêt de la production. Nous affectons cette indisponibilité à

la main-d'œuvre et nous considérons par prolongement qu'un opérateur non informé est un opérateur absent.

□ *Indisponibilité d'une matière:*

Ce facteur représente les ruptures d'approvisionnement de la matière au niveau de l'activité critique, ce qui entraîne son arrêt. Les causes de cette rupture peuvent être de natures diversifiées : indisponibilité des ressources de manutention et de transfert, rupture des stocks d'encours et de matière première ... Cette non-performance peut être appréciée par le nombre de ruptures, le temps de rupture, ou mieux, l'intégration des deux à travers le temps moyen de rupture (TMR) :

$$TMR = \frac{\text{somme des temps de rupture}}{\text{nombre de rupture}} \quad (6)$$

Notons que ces trois indicateurs doivent être utilisés uniquement pour expliquer le TAB, et non dans un objectif de maximisation des rendements. Leur agrégation ne permet pas d'obtenir le TAB avec exactitude car :

- si plus d'une ressource est indisponible, le temps d'indisponibilité est pris en compte dans plus d'un indicateur ;
- même si l'activité produit, un équipement (de transfert par exemple) peut être indisponible donc comptabilisé.

4.4.2 Production inefficace

Dans cette catégorie, nous rassemblons, en supposant que les ressources de production sont disponibles, les facteurs de progrès responsables de l'inefficacité du processus de production. Nous présentons, sans prétendre à l'exhaustivité, dans un diagramme d'Ishikawa développé au premier niveau de profondeur (figure 5), une liste de facteurs connus dans la littérature pour être susceptibles de causer l'inefficacité de la production. L'intérêt d'un tel diagramme est qu'il peut être considéré comme un point de départ pour l'approfondissement d'un cas spécifique.

□ *La non maîtrise de la qualité*

Les facteurs faisant partie de cette catégorie influencent les CCI relevés pour chaque activité critique. R. Galva [GAL 96] les appelle paramètres critiques du processus/activité et les qualifie d'éléments internes qui influencent les caractéristiques des produits... Il n'y a pas de méthodologie générale pour faire un inventaire exhaustif. Néanmoins, les méthodes d'analyse causale peuvent être utilisées dans ce sens pour faciliter la prospection. La mesure de ces facteurs doit se faire selon la nature de chacun d'entre eux. L'indicateur de performance (de processus) préconisé à chaque fois doit être centré sur les dérives du facteur par rapport à sa valeur objective ou à ses limites de tolérances. Dans tous les cas, le taux de dérive d'un paramètre peut se présenter ainsi :

$$\text{Taux de dérive} = \frac{\text{nombre de valeur hors limite}}{\text{nombre de mesures}} \quad (7)$$

Si le paramètre est suivi par des cartes de contrôle, le taux de dérive s'identifie aux indices de capabilité et de stabilité [PIL 98]. Globalement, l'effet de dérive de ces paramètres génère de la non-qualité que l'on mesure habituellement par le taux de qualité (TQ) vis-à-vis des CCI de l'activité.

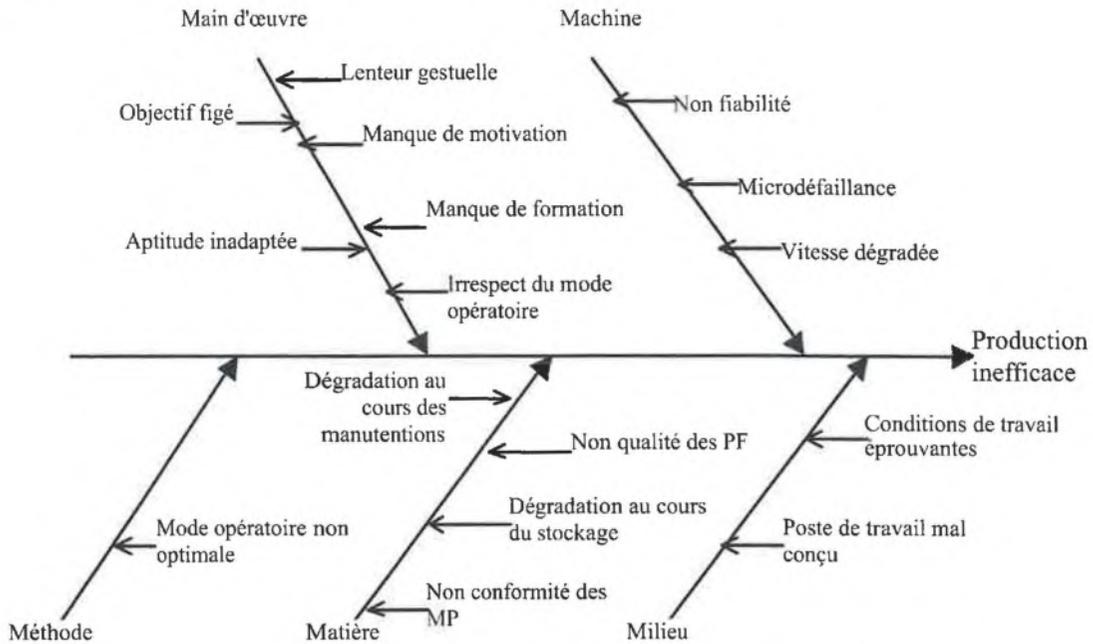


Figure 5 : Classification des causes de non efficacité

□ Le non-respect de la cadence normale de production

Les facteurs faisant partie de cette catégorie sont responsables de la baisse de productivité de l'activité pendant le temps où celle-ci fabrique des produits conformes (donc ressources disponibles). L'estimation de l'effet de ces facteurs peut se faire globalement ou séparément selon leurs natures par des indicateurs de performance propres (figure 6). Tout dépend du degré de visibilité nécessaire pour l'analyse. Le taux d'activité net (TAN) est un indicateur global pour l'estimation de cet effet. C'est le rapport entre le temps d'activité nécessaire au volume de production avant décompte de la non-qualité (temps d'activité net (tan)) et le temps d'activité brut de l'activité. L'écart entre les deux est le non-respect des cadences normales de production.

$$TAN = \frac{\text{Temps d'activité net}(tan)}{\text{Temps d'activité brut}(tab)} \quad (8)$$

4.4.3 Organisation et gestion des flux

Même si les ressources de production sont disponibles et si la production est efficace, les délais peuvent être allongés à cause des attentes des produits auprès des machines en vue d'être traités. Ce type d'attente est dû particulièrement aux méthodes, au choix et à l'organisation préconisées pour la gestion des flux. Nous citons, sans prétendre être exhaustifs :

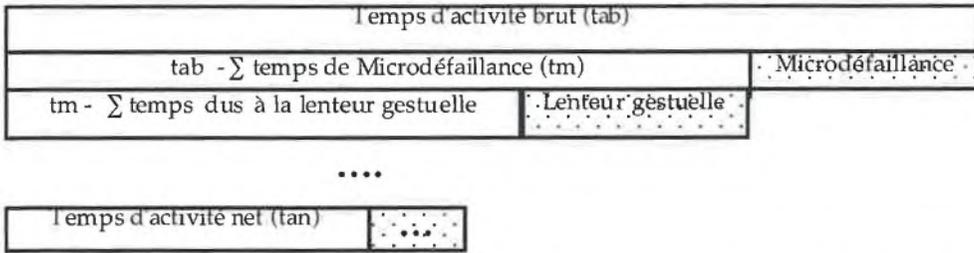


Figure 6 : Classification des causes de non respect des cadences normales de production

- la politique de lotissement : en effet, plus la taille des lots (qui est en elle-même un indicateur de performance) de manutention est importante, plus le temps opératoire est long à chaque poste de travail ;
- l'implantation des équipements : la typologie d'implantation [CHA 98] choisie peut générer l'allongement des délais à cause des trajets parcourus par les produits et des contraintes imposées par les moyens de manutention. Ce facteur peut être mesuré par le temps de transfert moyen vers l'activité critique considérée ;
- équilibrage de la chaîne : une chaîne déséquilibrée entraîne logiquement des encours importants ou des ruptures fréquentes dus à la non-concordance entre les volumes produits par l'aval et consommés par l'amont. L'écart d'équilibrage E_q peut être utilisé pour estimer ce déséquilibre pour tous le processus ou uniquement pour la partie centrée sur l'activité critique considérée [CH 98, TAR 96] :

$$E_q = \frac{nC_m - \sum t_i}{nC_m} \quad (9)$$

n est le nombre d'activités, C_m est la durée réelle du cycle ou durée des opérations affectées à l'activité la plus chargée telle que $C_m \leq C$ (cycle opératoire souhaité) et $\sum t_i$ est la somme des temps opératoires affectés aux n activités.

- Méthodes de pilotage des flux : ces méthodes (point de commande, MRP 2, kanban, OPT...) consistent en général, lorsqu'elles sont utilisées, à préciser quand et combien il faut produire de chaque référence, en tenant compte entre autres des contraintes de régulation qui s'imposent selon les cas, et qui se traduisent en général par la détention de stocks supplémentaires pour pallier les variations de la demande et les dysfonctionnements éventuels du système de production. Un dimensionnement peu précis gonfle ces stocks, qui sont en eux-mêmes des indicateurs de performance (stock de sécurité, tampon, d'alerte ou nombre de cartes kanban) et allonge les délais.

Globalement, ces facteurs gênent des attentes que l'on ne peut pas distinguer aisément, lors de l'analyse du flux, de qui c'elles qui sont générées par l'indisponibilité des ressources et/ou l'inefficacité de la production. C'est pourquoi il est difficile d'apprécier correctement l'impact global des méthodes d'organisation et de gestion des flux par un unique indicateur de performance. Néanmoins, nous pouvons utiliser dans cet objectif le ratio de tension des flux¹¹ modifié (RTFM), de façon à ne pas tenir compte, lors d'un audit de performance, des pertes de

¹¹ Dans la littérature [BIT 98, CHA 98] le ratio de tension des flux est défini comme étant le rapport entre le délai global et le temps juste nécessaire pour la fabrication du produit fini.

délais dus à l'indisponibilité des ressources et à l'inefficacité de la production. En utilisant les notations de la figure 4, ce ratio s'obtient de la façon suivante :

$$RTFM = \frac{\text{temps de production utile}}{\text{délai juste nécessaire}} \quad (10)$$

Le temps de production utile (figure 4) est le temps de fabrication unitaire dans un contexte de production à la cadence normale sans aléas (non-qualité, indisponibilité des ressources).

A l'issue de cette étape sont sélectionnés selon le cas les facteurs clés de progrès critiques. Ce sont les facteurs considérés comme ayant une influence effective et significative sur le TTNL de l'activité en question selon sa nature et ses spécificités. Les méthodes d'analyse causale sont bien adaptées pour effectuer cette analyse de la performance. Elle peut aussi être appréhendée par la simulation si cette performance est conjointement influencée par plusieurs facteurs [CprodC 97].

5. Conclusion

Afin de mesurer la performance d'un système de production, étape primordiale dans toute approche d'amélioration continue, nous avons construit un système d'indicateurs de performance pour la maîtrise des délais de livraison de produits conformes. Pour appréhender les processus, nous avons proposé une méthode de découpage comme préalable à la mise en place de ce système. Si nous nous sommes focalisés sur la performance-délai, c'est que nous la considérons comme étant la plus génératrice de performance globale et la plus critique à l'heure actuelle, le temps étant une contrainte fondamentale difficilement maîtrisable.

Au cours de ce travail, nous avons essentiellement tenté de relier tous les facteurs du niveau opérationnel influençant la maîtrise des délais de livraison de produits conformes au niveau stratégique. Si nous ne pouvons pas prétendre être exhaustifs, nous estimons par contre avoir tracé, selon notre propre logique, la voie pour une prospection spécifique dans ce sens. Le choix des facteurs pertinents en termes de qualité de réponse (réduction du délai de livraison) au regard de l'action sur le facteur (c'est l'effet de levier), et en termes de temps de réponse entre l'action et le résultat (c'est l'inertie), n'a pas été étudié dans cet article et fait l'objet d'un travail en perspective. Une autre voie de recherche que nous prospectons concerne l'intégration de ce système dans des approches d'amélioration visant à injecter une perturbation dans le processus (réduction des stocks autorisés, suppression/réduction d'une mesure palliative...) en vue de ressortir les actions prioritaires à mettre en œuvre pour garder la même qualité de service en termes de respect des délais de livraison.

6. Bibliographie

[Afgi 92] Association Française de gestion industrielle, Evaluer pour évoluer, Les indicateurs de performance au service du pilotage industriel, ouvrage collectif AFGI, octobre 1992.

- [AFN 00] AFNOR, NF EN ISO 9000, Système de management de la qualité, principes essentiels et vocabulaire, exigences, lignes directrices pour l'amélioration des performances, AFNOR, 2000
- [AIT 00] Ait Hssain A., Optimisation des flux de production : Méthode et simulation, Dunod, 2000
- [AMI 93] AMICE, CIMOSA : Open System Architecture for CIM, 2nd revised and extended version. Springer-Verlag, Berlin, 1993.
- [BEN 98] Benmoussa R., Bouami D., Diagnostic des processus de production : Approche par l'analyse fonctionnelle, Mémoire du DESA de L'EMI, 1998.
- [BER 97] Berrah L., Une approche d'évaluation de la performance industrielle : Modèle d'indicateur et techniques floues pour un pilotage réactif, Thèse de l'université de Savoie, 1997.
- [BIT 98] Biteau R., Maîtriser les flux industriels : les outils d'analyse, Editions d'organisation, 1998.
- [BES 94] Besson P., Où va la gestion par activité : d'une culture de l'allocation à une culture de la modélisation, Revue Française de comptabilité, septembre 1994.
- [BOU 98] Boucly F., Le management de la maintenance : Evolution et mutation, 2^{ème} édition, Afnor, 1998.
- [CER92] Cérutti O., Gattino B., Indicateurs et tableaux de bord, éditions AFNOR Gestion, octobre 1992, 92 pages.
- [CHA 98] Chapeaucoup R., Techniques d'amélioration continue en production, Dunod, Paris, 1998
- [COO 93a] Cooper R., Comment mener à bien un projet de comptabilité par activité (1^{ère} partie), Revue Française de gestion, octobre 1993.
- [COO 93b] Cooper R., Comment mener à bien un projet de comptabilité par activité (2^{ème} partie), Revue Française de gestion, octobre 1993
- [CprodC 97] De la pierre à la cathédrale, les indicateurs de performance, ouvrage collectif Club production et Compétitivité, édition Londez Conseil, 1997, 262 pages.
- [DEL 91] Delafollie G., Analyse de la valeur'', Edition Hachette - Technique, 1991.
- [DOM 99] Dommartin A., Le guide qualité de la gestion de production, Dunod 1999
- [ELM 97] El Mhamedi A., Lerch C., Sonntag M., Modélisation des activités et des processus des systèmes de production : Une approche interdisciplinaire, RAIRO-APII-JESA, V 31, n° 4/1997, pages 669 à 693.
- [FER 00] Fernandez A., les nouveaux tableaux de bord des décideurs, les éditions d'organisation, 2^{ème} édition, 2000.
- [GAL 96] Galva R., Optimisation et maîtrise des processus de production par la méthode MIP, Maxima, Paris, 1996
- [HAM 93] Hammer M., Champi J., Reengineering the corporation. A Manifesto for Business Revolution. M. Hammer and James compagny, New York, NY.
- [ISH 84] Ishikawa K., La gestion de la qualité, outils et applications pratiques, Dunod, Paris, 1984.
- [JAG 93] Jagou P., Concurrent Engineering : la maîtrise des coûts, des délais et de la qualité, Ed. Hermès, Paris, 1993.
- [KOT 00] Kotler P., Dubois B., Marketing management, Publi-union, 10^{ème} édition, Paris, 2000.
- [LER 97] Lerch Ch., La pertinence de l'instrumentation de gestion et de son intégration au sein de l'entreprise, thèse de l'ULP Strasbourg.

- [LER 01] Lerville Anger V., Gazengel A., Eymery J., Frery F., Ollivier B., Conduire le diagnostic global d'une unité de production, les éditions d'organisation, 2001.
- [LOR 91] Lorino P., Le contrôle de gestion stratégique : la gestion par les activités, Dunod, 1991.
- [LOR 93] Lorino P., Pour un paradigme économie/gestion non cartésien : l'économie/gestion comme science des processus cognitifs collectifs, miméo, Paris, 1993.
- [LOR 96] Lorino P., Méthodes et pratiques de la performance, les éditions d'organisation, 1996.
- [LOR 01] Lorino P., Méthodes et pratiques de la performance - le pilotage par les processus et les compétences, les éditions d'organisation, Paris 2001.
- [MAR 96] Marty C., Boniface F., Brulat P., Cauchy D., al, Le juste à temps : de la théorie à la pratique, Paris : Hermès, 1996
- [MAY 92] Mayer R.J. et al., Information Intégration for concurrent Engineering (IICE), IDEF3 Process Description Capture Method Report, AL-TR-1992-0057, Air Force Systems Command, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 45433
- [MER 95] Merlaud C., Outils de représentation et d'analyse fonctionnelle, Séminaire, Rabat 1995.
- [MEV 94a] Mevellec P., Coûts à base d'activités : un succès construit sur un malentendu ; du renouvellement au dépérissement, Revue Française de gestion
- [MEV 94b] Mevellec P., La comptabilité à base d'activités : une question de sens ?, Colloque HEC Montréal, 21 avril.
- [MIT 89] Mitonneau H., Changer le management de la qualité : sept nouveaux outils, éditions Afnor Gestion, Paris, 1989.
- [MON 90] Monchy F., La fonction maintenance : Formation à la gestion de la maintenance industrielle, 2^{ème} édition, Masson, Paris, 1990.
- [NAK 89] Nakajima S., La maintenance productive totale (TPM) : Nouvelle vague de la production industrielle, Afnor, 1987
- [NOL 94] Nollet J., Kelada J., O.Diorio M., La gestion des opérations et de la production : Une approche systémique, Gaëtan Morin, 1994.
- [PIL 98] Pillet M., Appliquer la maîtrise statistique des procédés MSP/SCP, les éditions d'organisation, Paris, 1998.
- [PIL 01] Pillet M., La qualité en production, les éditions d'organisation, Paris, 2001.
- [POU 94] Pourcel C., La méthode AICOSCOP : principe, méthodes et pratique, Habilitation à diriger les recherches (HDR), Université de Tours, Juin 94.
- [POU 96] Pourcel C., Recherche des inducteurs de performance d'une activité, GI5 5^{ème} congrès international de génie industriel, Grenoble, 2-4 Avril 1996, tome II, PP. 51-57.
- [RAK 92] Rak I., Teixido Ch., Favier J., M.Cazenaud M., La démarche de projet industriel'', Foucher, 1992.
- [SAN 94] A. Sandras W., Mettre en œuvre juste à temps : Libérer la puissance du perfectionnement continu, 4^{ème} édition
- [SPU 96] Spur G., Mertins K., Jochem R., Integrated Entreprise Modeling, Beuth Verlag, Berlin, 1996.
- [TAR 96] Tarondeau J., La gestion de production, que sais je ?, 1996

- [VER 96] Vernadat F., *Entreprise Modeling and integration : Principles and Applications*, Chapman & Hall, 1996.
- [ZWI 96] Zwingelstein G., *La maintenance basée sur la fiabilité : Guide de la RCM*, Hermès, Paris, 1996.