

QUELS CRITÈRES DE PERFORMANCE POUR LES NOUVEAUX ATELIERS

par Bruno ANCELIN

Régie RENAULT

Responsable de département - Usine du Mans

Résumé : La modernisation de la technologie dans les ateliers d'une part, des critères de jugement de performances de ces mêmes ateliers d'autre part, s'effectue à des vitesses très différentes. Les techniques mises en oeuvre sont de plus en plus sophistiquées, conduisant à de nouvelles organisations. Les critères de jugement, hérités du passé et ancrés dans la culture de l'entreprise, induisent, lorsqu'ils sont appliqués à ces nouveaux ateliers, de nombreux effets pervers.

S'appuyant sur son expérience dans le domaine de l'évaluation de performances des systèmes de production, et en particulier sur de nombreuses études de cas, la Direction de la Recherche de la Régie RENAULT propose l'ébauche d'un nouveau tableau de bord de suivi des ateliers, qui tienne compte de la nouvelle réalité technique des systèmes de fabrication.

Mots-clés : Evaluation de Performances
Systèmes de Production
Gestion d'atelier

Introduction :

Depuis une bonne dizaine d'années, l'environnement technologique des ateliers s'est considérablement modifié. De nouveaux moyens de production automatisés sont apparus : robots, machines à commande numérique, machines spéciales flexibles, machines d'assemblage automatique, etc. La demande de produits fabriqués dans ces ateliers s'est également profondément transformée : les années passées ont vu la fin des grandes séries, la forte croissance de la production en petite série, et l'émergence dans les grandes entreprises manufacturières comme l'automobile d'une catégorie intermédiaire très importante en volume, la moyenne série avec variante. Cette structure de la production est la conséquence de la demande de diversité de la part des consommateurs, ainsi que de l'exigence de renouvellement rapide et continu des produits.

D'autres contraintes imposées par le marché sont venues conforter le recours massif à l'automatisation : exigence de la qualité des produits, respects des délais de livraison, etc. Pour faire face à cette profonde transformation des produits et des moyens de production, l'organisation des ateliers s'est elle-même modifiée et de nouvelles formes de systèmes de production sont apparues ; lignes d'usinage et d'assemblage flexibles, ateliers flexibles, îlots de fabrication résultant de la T.G.A.O., etc. La gestion "physique" des pièces et des flux, tant en conception qu'en exploitation, a également été transformée par l'apparition de nouvelles techniques : G.P.A.O., T.G.A.O., pilotage des ateliers en temps réel par ordinateur, etc.

Même si de nombreuses difficultés restent à résoudre, en ce qui concerne la mise en oeuvre technologique des nouveaux matériels et logiciels d'une part, le financement de ces investissements d'autre part, la rénovation technique des ateliers est d'ores et déjà au stade industriel : ainsi sont mis à la disposition des fabricants des outils de production de plus en plus performants.

Mais, pour produire dans les meilleures conditions, techniques, économiques et sociales, disposer d'un bon système de production ne suffit pas. Celui-ci vient s'insérer dans de nombreuses contraintes économiques et sociales. Notre propos dans cette communication n'est pas de disctuer les incidences sociales de l'arrivée des nouveaux systèmes de production automatisés, même si ce problème n'est pas déconnecté de ceux qui vont être traités.

Parmi les contraintes auxquelles ont à faire face les exploitants des ateliers, celles qui sont générées par les procédures et outils actuels de gestion et d'évaluation des performances sont très préoccupantes. On peut constater une très grande disparité entre l'évolution de la technologie de production et des ateliers, et des critères d'évaluation de performances de ces ateliers. Nous nous proposons de montrer dans le présent article cette différence et ses conséquences sur l'organisation des ateliers en prenant un exemple d'atelier dont le stéréotype est assez répandu dans la grande industrie manufacturière. Ensuite, nous essaierons de montrer comment une réflexion globale sur l'analyse des systèmes de production peut générer de nouveaux critères d'évaluation des performances des ateliers.

1. La gestion actuelle des ateliers : critères et effets pervers

1.1 Le poids du passé

Les procédures actuelles de gestion des ateliers sont héritées de l'être "tayloriste". Le taylorisme, qui est à la base de l'organisation industrielle des grandes industries manufacturières comme l'automobile, a eu pour objectif principal et quasi-unique l'organisation "rationnelle" du travail ouvrier, avec, comme principes de base (Midier 81) :

- La division du travail entre conception et exécution, et à l'intérieur même de ces deux domaines,
- l'analyse scientifique du travail ouvrier et la décomposition des tâches,
- un système de sélection et de formation des ouvriers,
- un système de rémunération adapté.

Cette doctrine et l'organisation pratique qui en résulte ont profondément marqué et influencé la culture des grandes industries manufacturières, tant au niveau des dirigeants que des exécutants. Les modèles de systèmes de fabrication inspirés par le taylorisme (chaîne de production) sont encore en application dans certains domaines d'activité où l'automatisation n'a fait que de furtives apparitions : c'est le cas dans l'automobile pour l'assemblage final du véhicule (montage de la sellerie, des organes mécaniques et des équipements).

Dans ces activités, la main d'oeuvre est encore très importante. L'objet même du système tayloriste est donc encore présent ; indépendamment des approbations ou des critiques que l'on peut formuler à l'égard du système, il faut au moins reconnaître que la doctrine tayloriste est l'UNE des réponses qui peuvent être apportées au problème de l'organisation du travail dans ce type d'activités où l'homme et son travail direct jouent encore un grand rôle.

Mais il existe maintenant bien d'autres formes de systèmes de production que la chaîne de montage. Ces systèmes de production qu'ils soient des lignes d'usinage, d'assemblage, des ateliers flexibles ou des flots de fabrication sont tous caractérisés par :

- une automatisation massive, conséquence de l'arrivée de technologies permettant de produire plus vite, à meilleure qualité et sans main d'oeuvre,
- une réduction concomitante et tout aussi massive de la main d'oeuvre (directe), c'est-à-dire des opérateurs directement productifs en atelier,
- une interpénétration des fonctions de production, d'entretien, de contrôle de plus en plus grande, liée à l'automatisation et à l'intégration dans un même système.

Dans ces systèmes de fabrication, le rôle de l'homme a profondément évolué, vers moins de travail direct et plus de qualification, permettant un élargissement des tâches productives vers le dépannage, le petit entretien, le contrôle, etc.

Le modèle de Taylor s'éloigne donc très sensiblement, mais les pratiques de gestion qu'il a générées sont encore bien présentes.

1.2 Les critères de gestion et d'évaluation de performance actuellement utilisés.

Comme toute organisation, les fabricants (d'automobiles) et les services fonctionnels qui les entourent ont secreté leurs propres critères de jugement de performances. Ces critères sont toujours utilisés dans les systèmes de gestion actuels des ateliers, bien qu'ils aient été hérités d'un passé très différent (organisation tayloriste et production en grande série).

1.2.a le rendement de la main d'oeuvre directe

Conséquence immédiate du taylorisme qui érige la productivité de l'ouvrier en critère de jugement, un indice adimensionnel a été construit pour mesurer cette productivité. Cet indice, appelé "rendement d'atelier", peut être défini comme suit :

$$r = \frac{\text{Nombre de pièce produites} \times \text{temps alloué}}{\text{Somme des temps de présence du personnel (MOD)}}$$

Notons tout d'abord l'ambiguïté de l'appellation de cet indice, qui tend à faire croire que tout l'atelier se résume à sa main d'oeuvre directe.

Cet indice vise à sensibiliser les ateliers à l'engagement de la main d'oeuvre directe, qui était il y a quelques années pour tous les systèmes de production la part principale et nettement majoritaire du prix de revient de fabrication.

Cet indice dépend de 3 variables :

- le nombre de pièces produites : les conditions de cette production et l'état des pièces ne sont pas pris en compte. On verra ci-après que cette variable est à la source de nombreux effets pervers,
- le temps alloué : il s'agit d'un temps déterminé par les services de Méthodes, qui constitue la norme de temps de fabrication par pièce. Les budgets des ateliers sont d'ailleurs élaborés grâce à la comptabilité analytique au prorata de ce temps alloué,
- les temps de présence du personnel : seule la main d'oeuvre directe (opérateurs) est prise en compte dans ces temps.

1.2.b le volume de pièces produites

Avec la "culture de la grande série s'est généralisé l'usage, comme indicateur de jugement des performances de l'atelier, du volume de pièces fabriquées. "Faire du volume" est apparu comme le nec-plus-ultra du bon chef d'atelier ou du bon directeur d'usine. Or, l'indicateur de volume ne précise absolument pas dans quelles conditions ont été faites les pièces. Les problèmes de qualité, mais également d'adéquation de la variété produit aux objectifs de production, sont complètement évacués. Cet indicateur, pertinent pour la fabrication de très grande série, et en situation de pénurie (demande supérieure à l'offre), est devenu obsolète, mais continue néanmoins à être utilisé parce qu'ancré dans la culture des entreprises. De plus, son suivi au jour le jour de la part des dirigeants augmente encore les effets pervers de cet indicateur (cf ci-dessous).

1.3 les effets pervers des indicateurs

1.3.a généralités

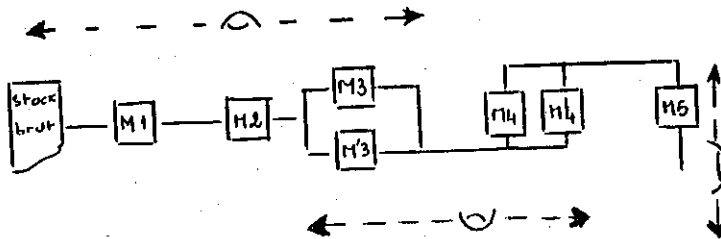
Les indicateurs précédents sont utilisés pour contrôler l'activité des ateliers. Or, une difficulté majeure de la gestion vient du fait que les critères de contrôle sont quasi-universellement utilisés comme critères de choix par les acteurs qui se sentent contrôlés. En d'autres termes, chaque acteur va avoir tendance à chercher à optimiser localement le critère de contrôle selon lequel il se sent jugé (Riveline 75). Ainsi, l'acteur recherche cet optimum dans son propre domaine de responsabilité, même s'il se rend compte que son comportement est plus ou moins contradictoire avec les objectifs globaux de l'entreprise.

Dans les ateliers, comme dans toute organisation humaine, ce phénomène induit, du fait de l'existence d'indicateurs tels que ceux qui ont été présentés, de nombreux effets pervers. Cette perversité est accentuée par l'évolution fulgurante au cours de ces dernières années de l'objet (l'atelier) auquel ces indicateurs sont appliqués.

1.3.b exemple d'effets pervers : les lignes d'usinage ou d'assemblage automatiques flexibles

Une ligne de fabrication automatique flexible est un ensemble de moyens de production fonctionnant automatiquement (chargement, usinage ou assemblage et déchargement de la pièce sur la machine sont automatiques). Ces moyens sont reliés par des manutentions ou convoyeurs automatiques (tables à rouleaux, tapis roulants...) qui servent également de stocks-tampons inter-opérations pour absorber les petits aléas de temps de fabrication (dépassement des temps de cycles, coincements de pièces, petites pannes, changements d'outils...)

Une telle ligne fabrique chaque jour un certain nombre de variantes dans une famille de pièces données, grâce à la relative flexibilité des moyens de production. Pour minimiser les temps morts passés à reconfigurer les moyens de production, on procède en général par campagne (ou rafale) de pièces (Sautory, Villebasse 1985)



Sur ces lignes, les hommes ne sont plus postés en tant qu'opérateur sur une machine, mais se déplacent le long d'un tronçon de la ligne pour :

- surveiller les machines
- effectuer les changements d'outils usés et les réglages
- modifier la configuration des machines si la variante produite change
- lancer les pièces en fabrication
- favoriser l'écoulement du flux (décoincement de pièces, remise en cycle des machines)
- effectuer le petit entretien (graissage, changements de flexibles, nettoyage...) et les petites réparations en cas de panne.

Ce type d'atelier sera maheureusement jugé sur les deux critères définis au 1.2 ; ce qui aura les effets suivants :

- on lancera en fabrication tout le stock de pièces brutes dont on dispose afin d'engager au maximum le personnel, même si le programme de fabrication n'exige pas une telle production. A la limite, on ira même à "la chasse à la matière première" dans les magasins de l'usine ou dans d'autres ateliers pour éviter d'arrêter l'installation.
- lors d'une panne longue, le stock en amont de la machine sur laquelle se produit la panne est limité (quelques pièces). Pour éviter de laisser le personnel de la ligne inactif, mais aussi parce que l'on croit qu'il est bon de se constituer des réserves de sécurité, on demande au personnel de "dépoter" des pièces de la ligne dans les allées. Se créent ainsi des stocks "pirates" avec toutes leurs conséquences bien connues (engorgement des flux, délais de livraison non respectés, "perte de vue" de certaines pièces rares, vieillissement de pièces, désorganisation du programme de fabrication, immobilisation financière...)

- à l'inverse, lors d'une "famine" de pièces, et toujours pour engager le personnel, mais aussi pour ne pas "perdre du temps machine", on demande au personnel de "rempoter" sur la ligne les pièces qui lui tombent sous la main à l'endroit de la famine, avec les conséquences que l'on devine sur le respect du programme de fabrication. L'usage d'outils de calcul scientifique et de nouvelles théories ont permis de démontrer la vanité de ces pratiques : selon la configuration de l'atelier, des heures perdues peuvent ne jamais être rattrapées (Eicher, Frinault 86), et la constitution de stock ne jamais accroître le nombre de pièces produites (Ancelin, Semery 86).
- néanmoins, la volonté de faire coûte que coûte la production prévue, ou plus, est renforcée par le suivi "au plus près" du volume (jour par jour, voire heure par heure) que font les dirigeants de production.
- la qualité de production n'a pas besoin d'être soignée opération par opération, puisque seul le volume compte. Il vaut même mieux, si le personnel n'est pas très engagé, l'occuper à faire des retouches en fin de ligne.
- les changements d'outils sont des temps improductifs, qui font diminuer le volume de production. Il ne faut donc pas :
 - * changer régulièrement les outils usés : mieux vaut attendre la casse. On a l'impression de "gagner des pièces faites" alors qu'en général la casse est très pénalisante en temps lorsqu'elle se produit.
 - * changer trop souvent de variante produite : d'où les rafales longues et la constitution de stocks. Il arrive même que l'on justifie la longueur de rafale par une formule "scientifique" ("la rafale économique") dont personne ne sait au juste comment elle est calculée.
- de même pour l'entretien préventif.

On pourrait multiplier les remarques à l'infini pour montrer les effets pervers de ces critères de jugement. Les fabricants, pris ici comme exemple, ne sont pas les seuls à être en cause. Chaque service intervenant autour de la production, en cherchant à optimiser localement le critère suivant lequel il se sent jugé, apporte sa contribution à la désorganisation de la production : l'entretien doit engager son personnel 39 h par semaine et respecter son budget fixé au prorata du volume produit par l'usine, les Méthodes modifient les installations pour rechercher toujours plus de productivité (instantanée) par la diminution des temps de cycle en se souciant peu de fiabilité.

2. Vers de nouveaux critères d'évaluation de performances

2.1 Genèse et objectifs

Depuis plusieurs années, la Direction de la Recherche s'efforce de promouvoir dans l'ensemble du Groupe RENAULT les techniques d'évaluation prévisionnelle des performances des systèmes de fabrication. En plus des aspects théoriques et techniques liés aux méthodes et outils (développement d'algorithmes de calcul nouveaux en modélisation analytique, développement de simulateurs d'ateliers...), de nombreuses études de cas industriels ont été traitées à la demande de fabricants, de services de méthodes ou d'entretien.

Dans tous les cas, des éléments de preuve scientifique ont été fournis pour justifier les remèdes préconisés pour améliorer la productivité de l'atelier étudié, grâce à l'usage raisonné d'outils de calcul de performances (méthodes de files d'attente, simulation, méthodes de fiabilité type graphes de Markov, etc). Pourtant, très souvent, et bien que nos interlocuteurs aient montré qu'ils ont été convaincus par les résultats de l'étude, une certaine réticence, voire même une opposition ferme se sont faites jour pour mettre en application les solutions recommandées.

La raison en est évidente : ces solutions vont, dans la quasi-totalité des cas à l'encontre des critères de jugement en usage dans les ateliers. Ainsi, "il paraît utopique de vouloir remédier à de telles situations sans changer les critères de jugement appliqués aux responsables" (Rivelién 75).

Utilisant son expérience dans le domaine de l'étude des systèmes de productions complexes et les critères de jugement qu'elle a choisis pour analyser les résultats de ces études, la Direction de la Recherche vient récemment de proposer aux responsables centraux des fabrications et à quelques dirigeants d'usine "innovateurs" de nouveaux critères de suivi de performances des ateliers.

Le suivi des performances des systèmes de production doit s'appuyer sur un ensemble d'indicateurs :

- simple à mesurer
- permettant d'émettre un jugement sur ces performances,
- permettant d'analyser la situation de l'installation, et d'engager si nécessaire des actions correctives,
- montrant la mobilisation concomitante de l'ensemble des ressources de l'atelier pour atteindre les objectifs de production, en quantité, qualité et coût.

Cet ensemble d'indicateurs, liés entre eux par des relations quelquefois complexes, doit constituer un véritable tableau de bord de suivi des performances dynamiques d'un système de fabrication. Pour cela, il est nécessaire de ne pas réduire ce suivi à un nombre trop restreint d'indicateurs : en effet, les acteurs de la fabrication (fabricants, maintenance, méthodes...), en essayant d'optimiser localement et "à leur profit" un petit nombre d'indicateurs, risquent de créer ainsi une situation de tension préjudiciable à la marche sereine de l'installation.

Cette proposition s'appuie en partie sur les notations, définitions et notions de la norme RENAULT E41.50.505 R "Indicateurs de suivi de performances des moyens de production" (cf. Extrait en Annexe), qu'elle tente d'élargir aux systèmes complexes et multi-ressources industriels tels que nos systèmes de fabrication.

2.2 Définitions

- un système de production est un ensemble de moyens et de ressources liés par un flux de pièces et possédant une cohérence technique ou organisationnelle (ex : ligne de fabrication, atelier traditionnel ou flexible). On utilisera dans toute la suite l'abréviation S.P.
- L'objectif de production est la valeur théorique du volume de production pour une variante de pièce donnée, et sur un horizon donné (jour, semaine, mois). Cette valeur est classiquement fixée par le Service Central de Production.
- Le stock sera considéré comme l'ensemble des pièces brutes en attente d'être consommées par le S.P. ou des pièces finies en attente d'être envoyées dans un autre S.P. On devra veiller, dans la mesure où les S.P. sont enchaînés, à ne pas comptabiliser 2 fois un stock (comme celui des pièces finies du S.P. amont et celui des pièces brutes du S.P. aval).
- L'en-cours est constitué des pièces semi-finies en cours de gamme dans le S.P. L'état de semi-finition est apprécié bien entendu par rapport au S.P. considéré. Ex : le contenu d'un magasin de stockage intermédiaire sera comptabilisé en en-cours.

2.3 Propositions d'indicateurs

Le jeu d'indicateurs ci-après est encore très incomplet et ne constitue qu'une première approche. Seuls des indicateurs de type "physique" sont présentés ; les notions économiques seront proposées par la suite, bien que leur suivi risque d'être extrêmement difficile à cause des déformations qu'introduit la comptabilité analytique dans leur calcul.

Les indicateurs physiques illustrent 5 notions qui semblent importantes pour une production sereine : le volume produit (en qualité et en type), la qualité de la production, l'engagement des ressources, la fluidité du système de production et sa flexibilité.

2.3.a Indicateurs de volume

a) Volume de pièces produites :

- pour chaque variante de pièces distinctes "i" que le S.P. peut produire :
 $V(i)$ = nombre de pièces produites sur un horizon donné (jour, semaine, mois) (unité : pièce).

b) Productivité opérationnelle :

- $P_o(i)$: nombre de pièces de variante "i" que le S.P. produit par unité de temps requis (unité : pièce/unité de temps).
- Cette notion, appliqué aux machines dans le norme E 41.50.505 R (cf Annexe) est extensible aux systèmes.

c) Ecart de production :

- Sur l'horizon défini en a), soient $O(i)$ les objectifs de production par variante de pièces et $V(i)$ l'indicateur de volume produit. On définit :

$$EP = 100 \sqrt{\frac{(\sum O(i) - V(i))^2}{\sum O(i)}}$$

- \sum désignant la somme de $i = 1$ à n
- n étant le nombre de variantes de pièces fabriquées
- $\sqrt{\quad}$ désignant la racine carrée

- L'écart de production sert à vérifier l'adéquation de la production réalisée aux objectifs fixés. La recherche d'un écart de production le plus faible possible nécessite une bonne maîtrise de la programmation d'une part (O_i), de la fabrication d'autre part (V_i).
- Exemple : soient les objectifs suivants pour une journée de travail : 1 000 pièces A, 500 pièces B, 200 pièces C, et la production effectivement réalisée : 800 pièces A, 300 pièces B, 600 pièces C.

Bien que la production globale (1 700 pièces) soit correcte, on a :

$$EP = 100 \times \frac{((1\ 000 - 800)^2 + (500 - 300)^2 + (600 - 200)^2)}{1\ 000 + 500 + 200}$$

soit un écart de production de 28,8 % !

d) Variation des en-cours

- Sur l'horizon défini en a) sur lequel sont calculés $V(i)$, $Po(i)$ et EP , on définit l'indicateur suivant :

$$VEC = 100 \frac{\Delta EC}{ECO}$$

avec :

EC : variation (en valeur algébrique sur la période) des en-cours (somme pour toutes les variantes "i")
 ECO = nombre de pièces en-cours en début de période

e) Taux d'en cours

- A tout instant, on peut calculer le taux d'en cours défini par :

$$TEC = 100 \frac{EC}{EC \text{ objectif}}$$

Avec :

EC = nombre de pièces en-cours à cet instant
 $EC \text{ objectif}$ = objectif d'en-cours fixé pour ce S.P.

- Le taux d'en cours est utilisé pour mesurer l'écart du niveau d'en cours réel par rapport au niveau objectif

f) Temps de production équivalent aux en-cours

- A tout instant, on peut calculer le temps de production équivalent aux en-cours, pour chaque variante "i" fabriqué, par :

$$TPEE (i) = \frac{EC (i)}{Po(i)}$$

Avec :

$EC(i)$: nombre de pièces en cours de la variante "i"
 $Po(i)$: productivité opérationnelle du S.P. en variante "i"

g) Variation des stocks

- Sur l'horizon défini en a) sur lequel sont calculés $V(i)$, $Po(i)$ et EP , on définit l'indicateur suivant :

$$VS = 100 \frac{\Delta S}{S_0}$$

Avec :

S = variation (en valeur algébrique sur la période) des stocks (pour toutes les variantes "i")
 S_0 = nombre de pièce en stock en début de période (pour toutes les variantes "i")

2.3.b Indicateurs d'engagementa) Rendement opérationnel :

$$R_o = \frac{\text{Nombre de pièces bonnes réalisées}}{\text{Nombre de pièces théoriquement réalisables}}$$

- Le nombre de pièces théoriquement réalisables est le nombre de pièces réalisables par le système si tous les composants de ce système n'avaient aucun arrêt, fonctionnaient au temps de cycle théorique et n'engendraient aucun rebut pendant le temps requis.

ex : pour une ligne automatique, c'est le nombre de pièces réalisables par la machine qui a le temps de cycle le plus long.

- Remarque importante :

La bonne maîtrise du rendement opérationnel passe par :

- le bon dimensionnement du S.P.
- le haut niveau de fiabilité et de disponibilité des moyens
- la bonne maîtrise et la vraisemblance des temps de cycle théoriques
- le haut niveau de qualité de fabrication

b) Engagement (hors surveillance) des opérateurs

$$E_o = 100 \frac{T_{Op}}{TR}$$

avec T_{Op} : temps de travail requérant la présence d'un opérateur : ce travail n'est plus nécessairement lié à une machine, mais peut être constitué de chargement/déchargement de pièces, entretien, dépannage, contrôle, ect sur plusieurs machines du même S.P.

TR : temps requis de l'opérateur (temps de présence hors pause et casse-croûtes).

2.3.c Indicateur de fluidité du système

- On définit l'indicateur :

$$f = 100 \frac{TTOR + TMT}{TSM}$$

avec TTOR = somme de tous les temps de cycle nécessaires à la réalisation d'une pièce (ou de toutes les pièces pour un processus d'assemblage)

TMT = temps mini total de transport entre opérations

TSM = temps de séjour moyen de la pièce dans le système (s'écoulant entre l'entrée du brut et la sortie de la pièce finie).

- Exemple : usinage sur une ligne de fabrication comprenant 4 postes de temps de cycle respectifs 0,30 0,26 0,28 et 0,29 mn. Temps de transport entre les postes : 1,00 mn (déplacement sur tables à rouleaux)

Temps de séjour de la pièce dans la ligne = 25 mn.

$$f = 100 \frac{0,30 + 1,00 + 0,26 + 1,00 + 0,28 + 1,00 + 0,29}{25} = 16,5 \%$$

- L'indicateur de fluidité contient le pourcentage du temps de présence de la pièce dans le système pendant lequel la pièce reçoit de la valeur ajoutée (usinage, assemblage, etc). Il n'en est qu'un majorant très grossier, car le TTOR contient éventuellement des temps de manipulation (ex : mise en place pièce sur machine), ou des temps opératoires "non valorisants", le transport n'apportant pas non plus de valeur ajoutée.
- Cet indicateur est égal à 100 % lorsque la pièce ne rencontre aucun obstacle (pas d'attente entre opérations, pas de dépassement de temps de cycle et pas de panne sur les postes).

2.3.d Indicateurs de flexibilité

a) Nombre de variantes

- NVAR = nombre de variantes de pièces fabriquées dans l'installation à un moment donné
- On comptabilisera l'ensemble des variantes donnant lieu à variation de l'une des caractéristiques des opérations de gamme.

b) Nombre théorique de pièces perdues en conversion

$$NTPPC = \max_{\substack{j=1, \dots, N_i \\ i=1, \dots, n}} \left(\frac{TC_{ij}}{t_{ij}} \right)$$

avec :

TC_{ij} = temps de conversion (montage des nouveaux outils, réglage...) pour mettre en fabrication la variante i sur le moyen j
 $t_{ij} = \frac{\text{temps de cycle réel moyen de fabrication de la variante i sur le moyen j (pièce à mettre en fabrication)}}{N_i}$
 N_i = nombre d'opérations de la gamme de la variante i
 n = nombre de types de variantes

- Cet indicateur est homogène au nombre minimum (bien que ce soit un max.) de pièces qui n'ont pas pu être fabriquées du fait du temps d'immobilisation pour conversion de certaines machines. En effet, le NTPPC correspond au "trou" le plus long créé dans la production par l'arrêt pour conversion de la machine la plus pénalisante.
- remarque : comme pour les autres indicateurs, celui-ci peut être individualisé par variante.

c) Flexibilité en volume : taux de réquisition potentiel (*)

$$\begin{aligned} TRP (\%) &= 100 \frac{TT - (TR + TE)}{TR} \\ &= \frac{\text{Temps total} - (\text{temps requis} + \text{temps d'entretien})}{\text{temps requis}} \\ &= \frac{\text{Temps non requis} - \text{temps d'entretien programmé}}{\text{temps requis}} \end{aligned}$$

(cf. norme Annexe pour définitions)

- Le taux de réquisition potentielle représente la part de temps non requis "mobilisable" pour produire.

2.3.e Indicateur de qualité

- On définit l'indicateur de qualité du S.P. :

$$IQ = \frac{\text{nombre de pièces bonnes réalisées}}{\text{nombre total de pièces réalisées}}$$

- On peut également calculer cet indicateur IQ par variante (IQ(i)).
- Ainsi cet indicateur peut être analysé d'une double façon : IQ donne une évaluation de l'adéquation globale du système de production pour produire un produit de qualité IQ(i) permet, s'il dérive significativement de IQ pour une variante "i" donnée, de constater un problème de fabrication engendré par certaines variantes de pièces.

Conclusion :

Le résultat de ces réflexions est assez banal sur le plan théorique, puisqu'il ne s'agit que de suivre l'évolution de variables d'état que les analystes connaissent maintenant bien. Mais ces indicateurs posent deux problèmes difficiles :

- leur mise en application représente une véritable "révolution culturelle" de l'entreprise ; il faut donc en définir les modalités les moins "traumatisantes". Le suivi et le calcul de certains de ces indicateurs supposent de disposer d'un véritable système d'information d'atelier. C'est là l'un des problèmes-clefs : le manque d'informations pertinentes est bien souvent la cause des simplifications abusives et des comportements pervers ou irrationnels.
- Tout système de jugement induit ses effets pervers ; de plus, il utilise des agrégats d'informations irrémédiablement générateur de conflits. Celui qui est initialisé ici et qui devrait être mis en application après une large concertation entre les parties intéressées, n'échappera pas à cette règle. Il suffit que ces critères soient "moins mauvais", c'est-à-dire moins générateurs d'effets pervers que les précédents, par une meilleure adaptation au type de système de production jugé. Une contribution utile de la recherche en gestion à ce processus de rénovation pourrait être l'analyse a priori des effets pervers de ce nouveau système de jugement. La réflexion est ouverte...

Bibliographie sommaire :

(Ancelin, Semety 86) B. Ancelin et A. Semery : "CALIF, une méthode industrielle de calcul de la productivité des lignes de fabrication", proposition d'article à la revue RAIRO/APII, janvier 1986.

(Eicher, Frinault 86) C. Eicher et P. Frinault : "premier regards sur OPT ou une nouvelle théorie de la gestion d'atelier", revue Enjeux n° 67, mars 1986.

(Midler 81) C. Midler : "Choix technologiques et rationalité économique dans les grandes entreprises". Rapport de recherche RESACT-78-7-2475- Ecole Polytechnique juin 1981.

(Rivelién 75) C. Rivelién : "Evaluation des coûts". Cours ENSMP, Paris, 1975.

(Sautory, Villebasse 85) J.C. Sautory et M. Villebasse : "Objectif : produire les bonnes boîtes au bon moment". Mémoire de fin d'études, option Gestion Scientifique, RNUR/ENSMP, Paris, juillet 1985.

MOYENS DE PRODUCTION INDICATEURS DE SUIVI DE PERFORMANCE DEFINITIONS

Avant-propos

A la date de publication de la présente norme RENAULT, il n'existe pas de norme française ou internationale traitant du même objet.

Cette norme a été élaborée par un groupe de travail composé de représentants :

- de la Direction des Fabrications (principales usines + SMCE),
- de la Direction des Technologies de production (Méthodes Mécaniques + Méthodes Tôlerie - Carrosserie),
- de la Direction de la Recherche.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
1 - OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION.....	81
2 - TEMPS D'ETAT D'UN MOYEN DE PRODUCTION.....	82
2.1 → Définition d'un moyen de production.....	82
2.2 - Définitions des principaux temps d'état.....	82
SELECTION DES PRINCIPAUX INDICATEURS.....	84

1 - OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Cette norme, dans un but d'uniformisation du langage au sein du Groupe de RENAULT, définit :

- les différents temps d'état d'un moyen de production ;
- les indicateurs traduisant les notions de :
 - . rendement,
 - . productivité,
 - . disponibilité,
 - . fiabilité,
 - . promptitude à la remise en route,
 - . maintenabilité,
 - . temps de cycle.

Pour chacun d'eux, il est indiqué :

- . la dénomination,
 - . le sigle ou abréviation,
 - . le mode de calcul,
 - . l'unité éventuelle.
- les relations pouvant exister entre ces indicateurs.

Ces définitions s'appliquent à tout moyen de production destiné au Groupe RENAULT pour lequel on désire effectuer un suivi des performances.

2 - TEMPS D'ETAT D'UN MOYEN DE PRODUCTION

2.1 - Définition d'un moyen de production

C'est l'ensemble des ressources fixes nécessaires à la réalisation d'une opération.

2.2 - Définitions des principaux temps d'état

2.2.a - Temps total (TT)

Temps de référence couvrant tous les états possibles du moyen (ex : 24 heures, la semaine, le mois, l'année...)

2.2.b - Temps requis (TR)

Temps pendant lequel l'utilisateur engage son moyen avec la volonté de produire.

2.2.c - Temps de fonctionnement (TF)

Temps pendant lequel le moyen produit des pièces.

2.2.d - Temps de bon fonctionnement (TBF)

Temps pendant lequel le moyen produit sans anomalies.

2.2.e - Temps de fonctionnement dégradé (TFD)

Temps pendant lequel le moyen produit grâce à des dispositions exceptionnelles pour pallier une défaillance.

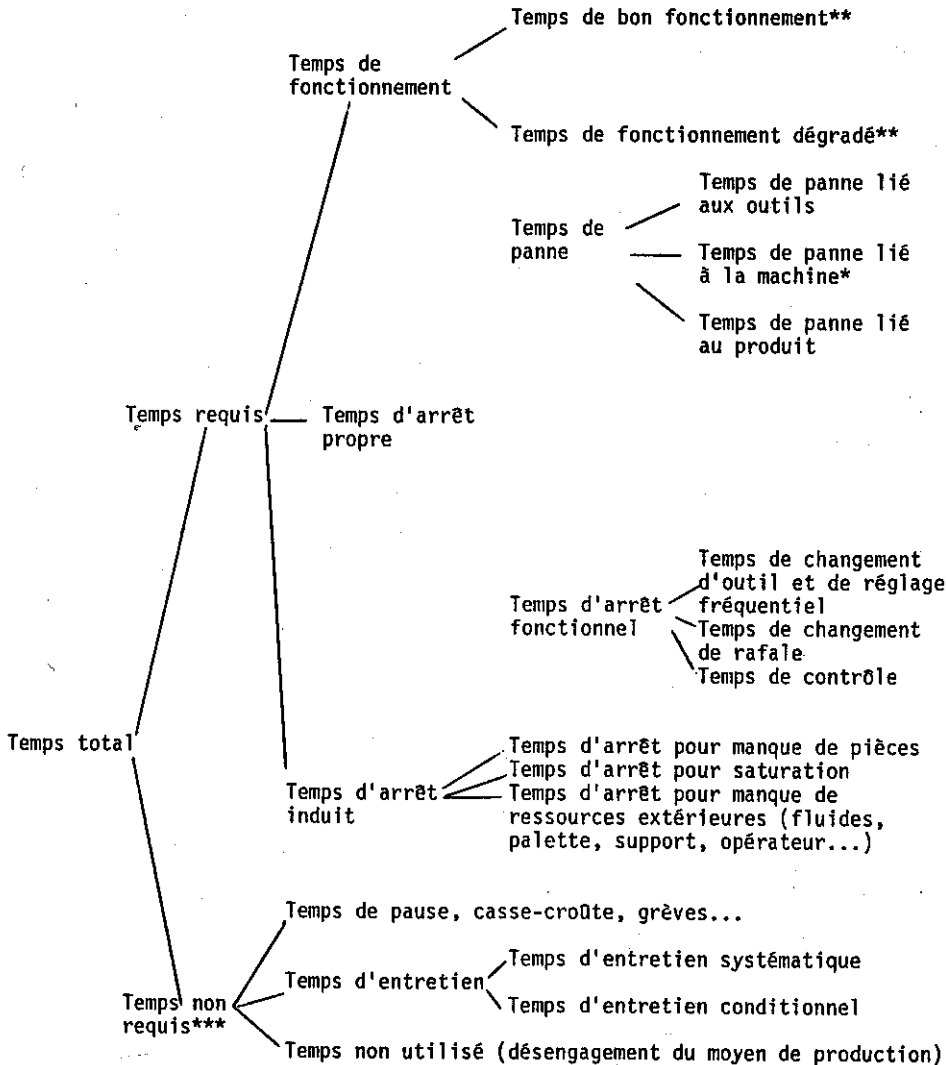
2.2.f - Temps d'arrêt propre (TAP)

Temps d'arrêt dont la cause appartient au moyen, à son outillage et à la gamme de fabrication.

2.2.g - Temps d'arrêt induit (TAI)

Temps d'arrêt provoqué par l'environnement de moyen.

2.2.h - Diagramme des temps d'état d'un moyen



* Le temps de panne lié à la machine peut être réparti en temps réglé par la fabrication et en temps réglé par l'entretien.

** Ce temps peut être réparti en temps de production de pièces bonnes et en temps de production de pièces mauvaises.

*** Il ne faut pas oublier que du temps non requis que l'on utiliserait se redécomposerait suivant la grille des temps requis.

SELECTION DES PRINCIPAUX INDICATEURS

Rendement opérationnel : Ro

$$Ro = \frac{\text{Nombre de pièces bonnes réalisées}}{\text{Nombre de pièces théoriquement réalisables}}$$

Productivité opérationnelle : Po

$$Po = \frac{NPR}{TR} \frac{\text{Nombre de pièces réalisées}}{\text{Temps requis}}$$

Disponibilité opérationnelle : Do

$$Do = \frac{TF}{TR} \frac{\text{Temps de fonctionnement}}{\text{Temps requis}}$$

Disponibilité propre : Dp

$$Dp = \frac{TF}{TF + TAP} \frac{\text{Temps de fonctionnement}}{\text{Temps de fonctionnement} + \text{temps d'arrêt propre}}$$

Temps de fonctionnement moyen : TFM (fiabilité)

$$TFM = \frac{TF}{NAP} \frac{\text{Temps de fonctionnement}}{\text{Nombre d'arrêts propres}}$$

Temps d'arrêt propre moyen : TAPM (promptitude à la remise en route)

$$TAPM = \frac{TAP}{NAP} \frac{\text{Temps d'arrêts propres}}{\text{Nombre d'arrêts propres}}$$

Temps de cycle réel moyen : Tcm

$$Tcm = \frac{TF}{NRP} \frac{\text{Temps de fonctionnement}}{\text{Nombre de pièces réalisées}}$$

SCHEMA RELATIONNEL DES PRINCIPAUX INDICATEURS

