

Prof Safia Lamrani

Support de Cours :

Amélioration des performances industrielles

Techniques de productivité

Octobre 2018

Plan

- Concept de Productivité
- Concepts de gaspillages en Lean Manufacturing
- Main d'œuvre dans les systèmes de production manufacturières
- Productivité des machines et TRS
- Indicateurs et tableaux de bord

NB : Ce document est réalisé à partir d'extraits du livre de christian Hohmann ; « Techniques de productivité ».

Productivité

Le terme *productivité* désigne le rapport entre ce qui est retiré en sortie d'un système et ce qui lui a été fourni en entrée. Le *rendement*, un de ses synonymes, se définit comme la production évaluée par rapport à une norme ou à une unité de mesure, ou comme le rapport entre la production en sortie d'un système et les ressources consommées en entrée.

Voici quelques exemples.

Rendement d'un four micro-ondes	Puissance restituée/Puissance consommée	Indique le caractère économe ou gourmand en énergie de l'appareil
Rendement d'un investissement	Intérêts servis/Capital investi	Caractérise la performance et donc l'attractivité pour les investisseurs
Productivité de la main-d'œuvre	Temps alloué/Temps passé	Caractérise la performance individuelle de l'exécutant

Dans un contexte industriel, la productivité ou le rendement désignent le ratio entre une quantité produite et les moyens mis en œuvre pour l'obtenir. Il s'agit d'un paramètre fondamental d'analyse, de gestion et de prise de décision¹.

L'APPROCHE QCDSE

Pour être apte à la compétition, une entreprise ne peut en aucune manière négliger les attentes de ses clients, qui sont multiples, complexes et souvent implicites. Il faut maîtriser au minimum et simultanément :

- la qualité des produits et services associés,
- l'ensemble des coûts;
- les délais;
- la sécurité;
- le respect de l'environnement.

Les trois premiers paramètres, regroupés sous le sigle QCD pour qualité, coûts, délais, sont des préoccupations déjà anciennes et désormais totalement intégrées dans le management des entreprises. La prise en compte de la sécurité et de l'environnement s'est développée plus récemment, mais prend une importance croissante et tend à enrichir le sigle QCD en QCDSE.

Notons que ces thèmes sont portés par des normes, des réglementations ou des référentiels récents tels que ISO 9001 pour le management de la qualité, englobant le respect des délais, ISO 14001 pour le management environnemental, OHSAS 18000 pour le management de la santé et de la sécurité au travail, ou encore REACH pour l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et les restrictions des substances chimiques.

La maîtrise de la qualité

Dans une économie de pénurie, les besoins à combler sont tels que la qualité est rarement la préoccupation première des fabricants. Le choix étant restreint, les clients doivent se contenter de la qualité proposée. La situation change du tout au tout en situation d'abondance. Le client ayant le choix, il recherche le meilleur rapport qualité-prix. Les concurrents doivent donc maîtriser non seulement leurs coûts mais également leur qualité.

Il est intéressant de constater que la qualité des produits a d'abord été une promesse marketing des industriels pour se démarquer de leurs concurrents, avant de devenir la norme indispensable et non négociable une fois que l'ensemble des concurrents était au même niveau de maîtrise de la qualité.

Outre l'argument marketing, la maîtrise de la qualité constitue également un levier de la maîtrise des coûts, car la non-qualité, les rebuts constituent un gaspillage de matière, de temps, de ressources, etc.

On a coutume de dire que la non-qualité constitue un double gaspillage :

- temps et ressources consommés pour produire une pièce mauvaise;
- temps et ressources consommés pour remplacer ou retoucher la pièce mauvaise.

La maîtrise des coûts

Traditionnellement, pour fixer le prix de vente d'un produit manufacturé, on additionne l'ensemble des coûts (matière, main-d'œuvre, frais, etc.) et on ajoute la marge que l'on désire dégager, ce qui permet d'écrire l'équation :

$$\text{Prix de vente} = \text{coûts} + \text{marge} \quad (\text{équation 1})$$

Cette façon de construire le prix de vente exprime bien la volonté du fabricant de faire porter à l'acquéreur l'ensemble des coûts, de l'élaboration à la livraison du produit, en passant par sa rétribution de fabricant.

À terme, la multiplication des offres concurrentes, stimulées par la profitabilité du secteur, redonne le choix aux clients et, ce faisant, leur restitue le pouvoir dans un contexte d'offres désormais abondantes. Par opposition à l'économie de pénurie, cette situation est dite *économie de l'offre* ou *économie d'abondance*, l'offre dépassant la demande.

Dès lors, pour sauvegarder sa profitabilité, chaque fabricant doit prendre en compte un prix de vente sur lequel il n'a plus de prise, car celui-ci est fixé par le jeu concurrentiel au sein du marché, et maîtriser ses coûts pour maximiser sa marge. L'équation s'écrit alors :

$$\text{Prix de vente} - \text{coûts} = \text{marge} \quad (\text{équation 2})$$

La maîtrise des délais

Maîtriser la qualité d'un processus, d'un produit ou d'un service est indispensable, mais plus suffisant, car les exigences des clients ont évolué.

Alors que l'ensemble des concurrents maîtrisent leurs coûts et sont relativement comparables en termes de qualité, la nouvelle dimension sur laquelle se distinguer de la concurrence sont les délais. Les clients deviennent de plus en plus exigeants à mesure que les fabricants les choisent et répondent à leurs désirs, et ils ne supportent plus d'attendre.

Un nombre croissant de produits subit les effets de mode, ce qui contraint les fabricants à accélérer les études, le développement, l'industrialisation et la production, pour accélérer globalement la mise sur le marché et profiter d'une période de rentabilité de plus en plus courte.

La maîtrise de la sécurité

L'allongement de la durée de vie de la population et l'augmentation des coûts liés aux accidents et aux maladies accentuent le besoin de maîtriser gestes et postures, sécurité et ergonomie au travail, afin de conserver les salariés dans le meilleur état de santé, le plus longtemps possible.

Si certains secteurs, comme l'industrie nucléaire, ont toujours été très contraints par la réglementation, d'autres secteurs développent volontairement leur maîtrise de la sécurité, à l'aide du référentiel OHSAS 18001 par exemple.

Le respect de l'environnement

Très lié à la maîtrise de la sécurité, le renforcement des contraintes concernant le respect de l'environnement fait lui aussi suite aux évolutions sociétales, à des catastrophes écologiques, à des nuisances et à des bouleversements perceptibles par tout un chacun. La prise en compte de l'environnement, au sens large, s'inscrit également dans une évolution de l'éthique dans les affaires, qui a donné naissance au concept de *développement durable*. Celui-ci est fondé entre autres sur une exploitation responsable et respectueuse des ressources naturelles, et sur la prise en compte de l'environnement.

LE LEAN MANUFACTURING

Le mot anglais « *lean* » signifie littéralement « maigre ». Le *lean manufacturing*, le plus souvent traduit par « production au plus juste », est fondé sur la recherche du minimalisme, du juste nécessaire pour produire, et plus largement pour satisfaire le client. Le lean manufacturing est une approche, un mode de pensée issu des expériences de Toyota, après des décennies de tâtonnements et d'apprentissage par essais et erreurs. Il procède du constat que les processus mis en œuvre pour satisfaire un client sont alourdis, en quelque sorte rendus obèses, par une multitude de gaspillages, d'opérations inutiles, qui ne créent aucune valeur mais consomment néanmoins des ressources. La communauté industrielle doit aux équipes de Toyota, dirigé par Taiichi Ohno, l'identification des sept types de gaspillages dans les ateliers :

1. Gaspillages provenant de la surproduction.
2. Gaspillages provenant des temps d'attente.
3. Gaspillages occasionnés par les transports.
4. Gaspillages dus aux stocks inutiles.
5. Gaspillages dans les processus de fabrication.
6. Gaspillages dus aux mouvements inutiles.
7. Gaspillages dus aux pièces défectueuses.

Type de gaspillage	Indices
Surproduction	Stocks et encours entre les différentes phases du processus, manque de fluidité
Temps d'attente	Personnel inoccupé, micro-arrêt de machines
Transports	Nombre de manutentionnaires, mouvements de chariots élévateurs et/ou de tire-palettes à vide
Stocks inutiles	Dates sur les étiquettes, poussière sur les pièces ou les conditionnements
Mouvements inutiles	Se pencher, se baisser, marcher, se tourner vers le poste de travail
Pièces défectueuses	Nombre de postes de retouche et de réparation, encours de pièces à retoucher, taille des zones réservées (zones prisons), nombre de conditionnements et/ou de pièces à rebuter, contenu des bennes à ferraille, des poubelles
Processus de fabrication	Goulot d'étranglement chronique et connu, gammes anciennes sans mise à jour récente, absence de gamme

LA MAIN-D'ŒUVRE

La main-d'œuvre forme traditionnellement, avec les achats (ce sujet relevant d'expertises et de techniques particulières, il n'entre pas dans le cadre de cet ouvrage), le plus gros levier d'économies. C'est également l'un des plus délicats à exploiter, ne serait-ce qu'à cause de ses aspects émotionnels et parfois irrationnels, ou des risques sociaux associés.

Les managers opérationnels, le plus souvent issus de formations techniques, n'ont au mieux reçu que le discours sur *l'art du management*, mais celui-ci ne s'apprend réellement que par la pratique sur le terrain.

Par ailleurs, pour un scientifique ou un technicien, un procédé, un processus ou une machine est modélisable et maîtrisable, ses paramètres sont quantifiables et sa performance est optimisable. L'humain en revanche est une ressource complexe, résistante à la modélisation, et dont les paramètres sont extrêmement variables. La performance humaine est la résultante de ces facteurs multiples et en interaction constante, telles la compétence ou la motivation pour ne citer que ces deux-là.

	Performance	
	Homme	Machine
Principaux paramètres influents de la performance	Compétence Motivation	Conditions d'utilisation Maintenance
Caractéristiques principales	Variabilité dans les actes et les comportements Variabilité dans le temps	Maîtrisable Quantifiable Modélisable Optimisable

Les coûts standards

Les coûts standards sont des coûts prédéterminés, calculés à partir du coût des matières incorporées, du coût de la main-d'œuvre directe et des frais généraux. Ils servent :

- à la prise de décision ;
- au calcul des budgets ou des devis ;
- à l'étude préalable des effets de choix et de décisions ;
- au pilotage : mesurer l'efficacité des opérations de fabrication, comparer les coûts réels avec les coûts standards et analyser les écarts.

Les coûts standards sont établis sur des bases historiques, sur des analyses et sur des hypothèses de « conditions normales ».

Pour que les bonnes décisions puissent être prises et que le pilotage d'activité soit pertinent, il faut que les coûts standards soient justes et réalistes. Par ailleurs, il est indispensable de les mettre à jour lorsque des changements se produisent, notamment dans le processus de fabrication.

Le coût standard se définit de la manière suivante :

**Coût standard = coût des matières + coût de la main-d'œuvre directe
+ quote-part des frais généraux**

**Coût de la main-d'œuvre directe = temps standard
× coût horaire de la main-d'œuvre directe**

Parmi les composantes du coût standard, le coût des matières et le coût horaire sont des données «externes», provenant respectivement des fournisseurs, souvent *via* le service achats, et du contrôle de gestion.

Les temps standards sont en général déterminés par le service méthodes. La production est tenue de les respecter ou, à défaut, de demander leur révision.

En matière de levier d'amélioration sur les coûts standards, les responsables opérationnels de la production et des méthodes disposent du temps standard, de la gamme et de la nomenclature.

Quoi	Qu'est-ce ?	Que faire ?
Temps standard	Temps alloué pour réaliser le travail dans des conditions « normales » et selon un mode opératoire défini	Réaliser une cotation juste et réelle, basée sur un mode opératoire revu
Gamme	Description de l'enchaînement des tâches et des ressources à utiliser	Retirer toute étape non nécessaire, dimensionner les ressources au plus juste
Nomenclature	Liste des composants et des quantités à utiliser	Veiller aux consommations et aux rendements matières
Mode opératoire	Description détaillée de la réalisation d'une tâche	Éliminer les tâches et les gestes inutiles

La détermination des temps et l'établissement des gammes et des modes opératoires sont des prérogatives des spécialistes des méthodes depuis Taylor et autres fondateurs de l'organisation scientifique du travail (OST). À partir des années 1980, avec le déploiement du lean manufacturing (approche basée sur les flux et l'éradication des gaspillages – voir le chapitre «Le voyage vers l'excellence» dans la première partie de cet ouvrage), les industriels ont transformé, de manière opportune dans un premier temps, leurs méthodistes et leurs spécialistes des études de postes et des études de temps en hommes-flux. Ce faisant, et sans qu'on y ait pris garde, les techniques d'analyse de temps et d'équilibrage de lignes se sont progressivement perdues. Ce phénomène s'est amplifié avec les départs à la retraite d'une bonne partie des anciens spécialistes, sans que ceux-ci aient transmis leurs savoirs.

L'approche traditionnelle de mesure de la productivité de la main-d'œuvre est la comparaison du temps alloué pour réaliser une tâche avec le temps réellement passé à son exécution.

Le temps est une grandeur qui s'impose naturellement, car les employés sont généralement payés à l'heure, à la semaine, au mois, etc. Par ailleurs, un des héritages de l'organisation scientifique du travail est le mode opératoire assorti d'un temps *standard* pour son exécution.

Pour des raisons pratiques, le temps peut être laissé de côté et traduit en nombre de pièces à réaliser, ce qui rend la perception et/ou la gestion plus simple :

$$\text{Productivité} = \frac{\text{quantité effectivement réalisée}}{\text{quantité à réaliser}}$$

LA PRODUCTIVITÉ DES MACHINES

La productivité d'une machine se définit comme le rapport entre la production réalisée dans des conditions données et la production théoriquement réalisable dans les mêmes conditions.

$$\text{Productivité} = \frac{\text{quantité effectivement réalisée}}{\text{quantité théoriquement réalisable}}$$

La quantité théoriquement réalisable est généralement définie dans un cas idéalisé :

- ni aléas ni pannes;
- réglages parfaits et pas de dérives;
- machine fonctionnant à la cadence nominale;
- personnels compétents, présents et motivés;
- matières et énergies approvisionnées sans retards ni anicroches;
- etc.

Cette quantité porte bien son nom de *théoriquement réalisable*, car, en réalité, les différentes conditions idéales sont rarement réunies durablement. Elle est difficile à produire, et, de ce fait, une productivité de 100% représente un objectif ambitieux et souvent inatteignable.

Par ailleurs, lorsqu'une machine produit, elle peut produire aussi bien des pièces bonnes que des pièces mauvaises. Or, les pièces mauvaises doivent être retouchées ou rebutées et remplacées, ce qui entraîne des coûts supplémentaires que les clients ne sont pas disposés à payer. Pour piloter son activité au plus juste, le fabricant doit tenir compte de la part de non-qualité produite, chercher à la réduire, voire, idéalement, à l'éradiquer.

Il faut donc corriger l'équation précédente en remplaçant la *quantité effectivement réalisée* par la *quantité de pièces bonnes*.

$$\text{Productivité} = \frac{\text{quantité pièces bonnes}}{\text{quantité théoriquement réalisable}}$$

Ce faisant, pour la mesure de la productivité, on se place dans les conditions les plus sévères et l'on met en évidence la part de capacité de production gaspillée (voir figure 2.8).

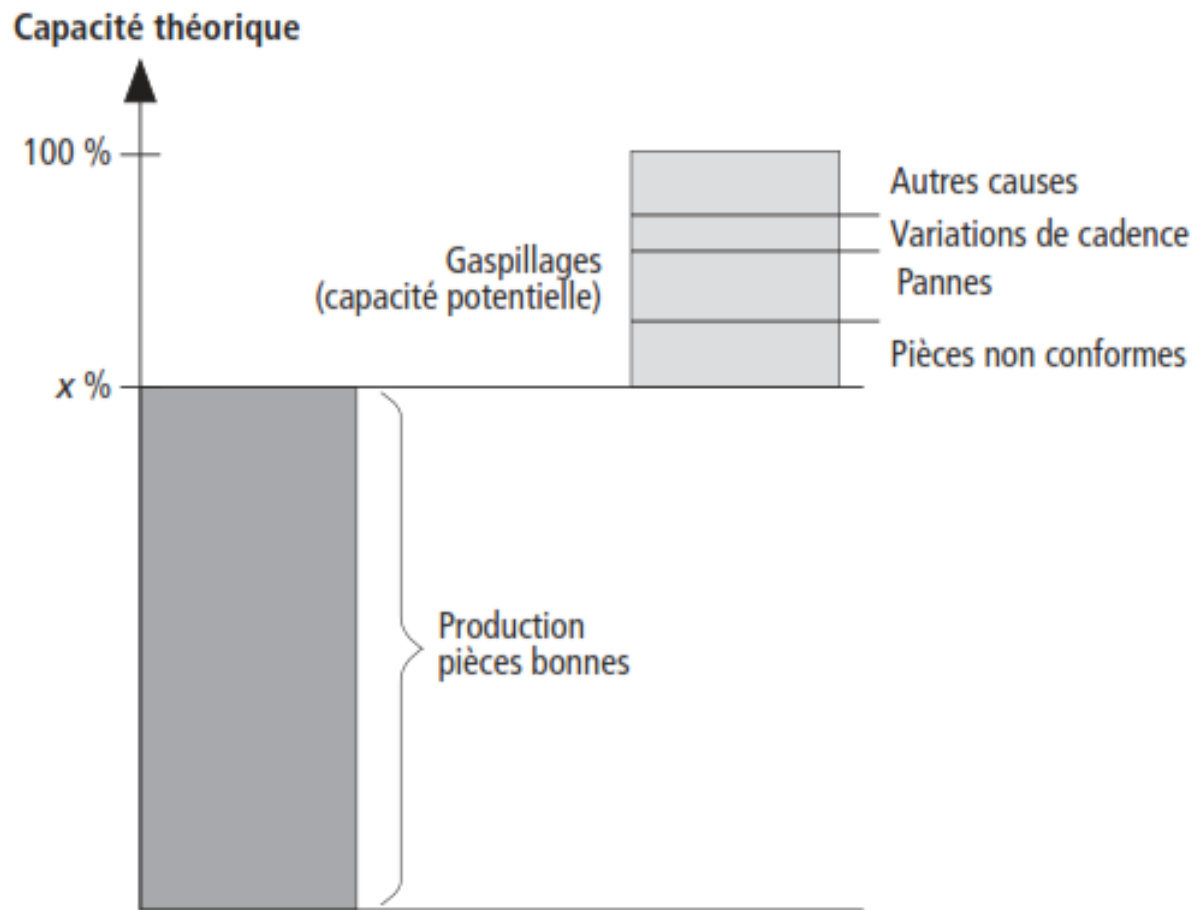


Figure 2.8. Le taux de rendement synthétique.

Cet indicateur de productivité des machines, le plus sévère et probablement le plus répandu, est appelé *taux de rendement synthétique* (TRS).

Pour permettre de comparer les TRS suivant les sites et les entreprises, une norme française fixe les règles depuis mai 2002 : c'est la NF E 60-182. Elle fractionne les temps de référence de la manière suivante :

Temps total (Tt)	
Temps d'ouverture (To)	
Temps requis (Tr)	
Temps de fonctionnement (Tf)	
Temps net (Tn)	
Temps utile (Tu)	

Voir etude de cas calcul TRS
_IMALUM

La structure arborescente du TRS

La mesure du TRS est relativement simple : il suffit de compter la production réalisée et de la comparer à celle théoriquement réalisable. Dans le cadre d'une recherche d'amélioration de la productivité, le véritable intérêt se porte sur la part de perte de TRS, que nous avons définie précédemment comme du gaspillage de capacité.

Pour comprendre pourquoi le TRS n'est pas à 100%, il faut récolter des données sur les causes de sous-performance et les analyser.

La structuration de cette récolte peut se préparer en « démontant » les composants du TRS de manière arborescente. On sait, de par la structure ou la définition du TRS, que les trois catégories dont il est la synthèse sont :

- la disponibilité opérationnelle ;
- la performance ou les écarts de cadence ;
- la qualité.

Chacune de ces catégories peut ensuite être divisée à son tour en composants, jusqu'à obtenir un arbre des causes (voir figure 2.9). Cette décomposition théorique des causes doit ensuite être validée par les faits et les données recueillis sur le terrain.

Le relevé des pertes et leur analyse peuvent vite devenir fastidieux, aussi faut-il limiter au juste nécessaire les catégories de causes et choisir le mode de relevé.

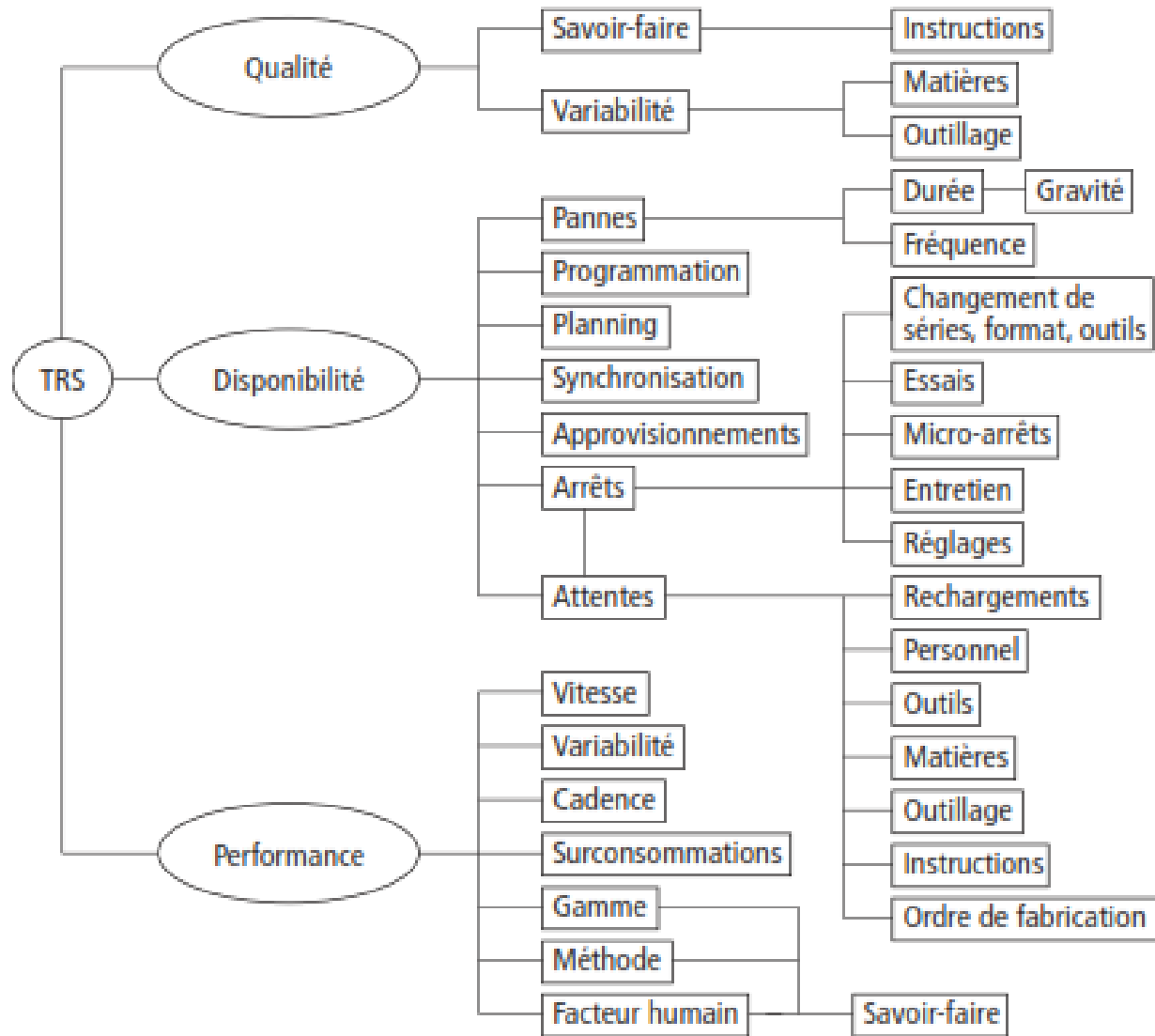


Figure 2.9 : La structure du TRS.

INDICATEURS ET TABLEAUX DE BORD

La mesure grâce à des indicateurs est indispensable à la connaissance et au progrès, mais installer des indicateurs n'est pas suffisant. En effet, la multiplicité des indicateurs et leur éparpillement dans les sections et les services ne favorisent pas leur analyse, et ils finissent par n'être au mieux que des chiffres produits par l'habitude. Pour que les indicateurs soient utiles, il faut qu'ils soient mis en perspective dans une synthèse qui autorise une analyse globale.

Le *tableau de bord* est un outil de gestion regroupant un nombre limité d'indicateurs pertinents, fournissant des indications sur quelques paramètres clés, que l'on désigne souvent par l'acronyme KPI (Key Performance Indicator). On peut employer l'analogie d'un tableau de bord d'une automobile, dont les différents indicateurs sont utiles au conducteur, mais qui ne sauraient suffire pris individuellement.

- Indicateurs de performances opérationnels (exemples) :
 - Qualité : % de pièces non conformes → PPM (Nombre de pièces Non conformes par millions), utilisé dans les projets 6 sigmas
 - Productivité :
 - PPH (nb de pièces produites par heure)
 - TRS (productivité du capital au niveau de l'usine)
 - Logistique :
 - OTD (On Time Delivery) dit aussi taux de service : pourcentage de commandes livrées à temps :
 - MPM (Misdelivery per millions) [= $(1 - \text{OTD}) \times 10^4$] = nombre de commandes non livrées à temps exprimé par million.
 - Financier : RNI (retour Net sur investissement)

Quatre Indicateurs *lean* clefs : PPH, PPM, MPM et TRS