

APPLICATION DE LA THEORIE DES VARIATIONS A L'EXPLOITATION DU TAUX DE RENDEMENT GLOBAL DES EQUIPEMENTS TRG OU TRS

Les entreprises qui utilisent la mesure du TRG¹ rencontrent souvent (lorsqu'elles se posent la question) des difficultés pour fixer l'horizon d'analyse de leurs résultats et se trouvent bien souvent noyées sous des plans d'action trop chargés. D'où une démarche vouée à l'échec et génératrice de déceptions et de frustrations.

La méthode d'analyse du TRG que nous proposons est basée sur la théorie des variations élaborée en 1931 par Walter A. SHEWHART. Théorie qui fut largement diffusée par ses élèves JM. JURAN ET W.E. DEMING.

Cette théorie est surtout connue en qualité par son application au contrôle statistique de procédé. Mais toutes les décisions que nous avons à prendre dans notre activité professionnelle (technique, commerciale, économique, managériale, . . .) devraient être passées au crible de cette théorie.

En effet lorsqu'on mesure les caractéristiques d'un système (un système étant un réseau de composants interdépendants qui agissent ensemble pour atteindre le but qui est leur est propre) on constate que ces caractéristiques varient. Cette variabilité est due à 2 familles de causes. L'ignorance ou une erreur de jugement sur ce type de causes nous conduira inmanquablement à une erreur de jugement et donc à une perte de temps, d'argent, de déception et parfois même à une dégradation des relations sociales.

1. Rappel de la théorie des variations

La variabilité des caractéristiques d'un système est due à un nombre important de causes qui appartiennent à 2 familles différentes. Elles sont issues, suivant W.A. SHEWHART, soit du système lui-même (**Causes communes**) soit d'événements particuliers (**Causes spéciales**).

-Causes communes ou aléatoires : Dues au hasard² - fréquentes - d'effet individuel faible - ayant des origines nombreuses et variées, indépendantes les unes des autres et très difficilement identifiables telles que : interactions entre les fonctions de l'entreprise, entre les personnes - définition imprécise du travail, des objectifs - imprécision des modes opératoires, des standards, des procédures - qualité des outils, de la machine - formation du personnel - qualité encadrement. Par définition les défauts qui sont dus au système lui-même sont des causes communes.

-Causes spéciales ou sporadiques ou assignables = Secousses : Soudaines / peu fréquentes - issues de facteurs de variation peu nombreux - identifiables telles que : erreurs de manipulation - mauvais réglages - pannes machine - matières défectueuses - dégradations forcées au sens de la TPM^{®3}
Les problèmes qui proviennent d'événements passagers sont issus de causes spéciales.

On dit qu'un système est dans un **état stable** ou **sous contrôle statistique** lorsqu'on a supprimé dans ce système toutes les causes spéciales.

¹ Le TRG mesure la performance des équipements. Pour le JIPM ce n'est pas un simple un indicateur c'est un outil de progrès (Est-ce qu'il vaut mieux compter les œufs ou s'occuper de la santé de la poule ? - Michel Greif). L'AFNOR a édité une norme EN 60-182 qui à partir du concept du JIPM permet de compter les œufs.

² Suivant E. Borel un phénomène aléatoire est un phénomène résultant de la présence simultanée de 3 conditions : un grand nombre de causes - indépendantes les unes des autres - aucune d'entre elles n'étant prépondérante.

³ Cf. "Le guide de la TPM® - Jean BUFFERNE Editions Eyrolles

Un système stable existe rarement à l'état naturel. Sa stabilité est le résultat d'un effort d'élimination des causes spéciales de variation. Ce n'est qu'après avoir établi un état de contrôle statistique que l'on peut s'engager vers l'amélioration du processus avec quelques chances de succès (J.M. JURAN)

Des problèmes existent aussi bien dans un système stable que dans un système instable, mais leurs causes sont de types différents. Celui qui ne connaît pas cette théorie risque de faire 2 types d'erreurs que nous évoquerons ci-dessous.

Système stable ou sous contrôle statistique



La série chronologique de résultats représentatifs du fonctionnement d'un système stable est similaire à une série que l'on aurait obtenue par des tirages aléatoires dans une population homogène.

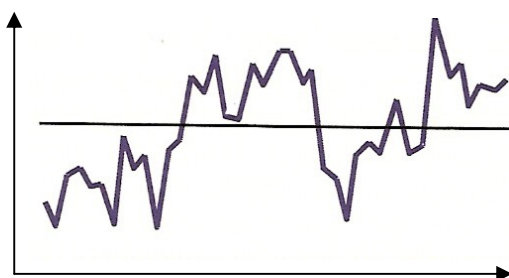
Les performances d'un tel système sont prévisibles puisqu'elles sont distribuées de façon aléatoire autour d'une moyenne.

Adopter une stratégie d'action intensive dans un système stable c'est rechercher des causes qui n'existent pas, c'est risquer d'augmenter l'amplitude des variations, de le rendre instable et de dépenser inutilement de l'argent. (Parfois le besoin instinctif de certains d'agir en toute circonstance fait des ravages !)

Dans cette situation le seul chemin vers la performance industrielle est d'adopter une stratégie de veille pour :

- détecter le plus tôt possible des signes éventuels d'instabilité et y remédier,
- analyser sur le long terme les causes de variations répétitives (l'enregistrement des causes principales de pertes de TRG devrait nous faciliter la tâche à condition que les déclarations d'arrêts soient fiables),
- appliquer les méthodes traditionnelles d'analyse des causes,
- utiliser des outils statistiques (analyse de la variance - corrélation) pour déplacer la moyenne des résultats obtenus et diminuer la variabilité.

Système instable



Un système instable soumis à des phénomènes exceptionnels, à des secousses, à des "catastrophes" est par contre mathématiquement imprévisible.

Adopter une stratégie de veille, vouloir prendre du recul, attendre confirmation par d'autres résultats dans un système instable c'est perdre de bonnes occasions favorables pour améliorer les résultats ("le temps efface les indices du crime").

Pour un système instable les causes d'instabilité doivent être identifiées le plus tôt possible pour :

- standardiser les conditions, dans le cas d'obtention d'un meilleur résultat,
- éliminer les dysfonctionnements le plus rapidement possible. Ceux-ci nous empêchant de "compter" sur une certaine reproductibilité des performances et ayant bien entendu pour effet de les minimiser.

Dans l'industrie tant que le système en cause n'est pas stable, il est illusoire de vouloir :

- faire des prévisions rationnelles d'augmentation de capacité d'équipements existants en se basant sur des possibilités d'augmentation du TRG,
- planifier la charge d'un atelier et respecter les délais (Juste à temps),
- mobiliser le personnel (" les ouvriers en ont assez de tenter vainement d'améliorer leur travail. Le management doit jouer son rôle en s'attaquant aux causes communes" W.E. DEMING),
- améliorer la performance des ressources de production (il ne faut pas dépenser de l'argent, de l'énergie, des capacités d'études techniques pour rechercher des modifications alors qu'il suffit d'appliquer correctement les conditions de base),
- bâtir des plans d'actions réalistes.

Erreurs possibles de décision :

"Les managers et les employés doivent garder à l'esprit que dans la plupart des systèmes 80 à 85 % des problèmes sont dus au système et 15 à 20 % sont dues aux employés et aux équipements" W.E. DEMING.

La confusion entre les causes communes et les causes spéciales conduit à une frustration générale, à une plus grande variabilité et à des coûts élevés".⁴

ETAT	DIAGNOSTIC	DECISIONS	
		Agir sur un élément supposé responsable	Agir sur le système ou ne rien changer
<i>STABLE</i>	Causes communes de variation	Erreur de type 1 La performance se dégrade	OK
<i>INSTABLE</i>	Causes spéciales de variation	OK	Erreur de type 2 Le problème subsiste

Erreur du type 1 : Recherche d'un fautif, d'un dysfonctionnement particulier.

"Aucun défaut propre au système ne peut être compensé par un plus grand effort des ouvriers. Si les ouvriers réalisaient que le management s'efforce vraiment de travailler pour améliorer le système, donner à l'atelier des responsabilités adaptées à ses possibilités d'action et supprimer les obstacles que le système a placés sur sa route, ils auraient aussitôt un moral extraordinaire".⁵

Erreur de type 2 : Vouloir agir sur le système (organisation, conception équipement, mode opératoire).

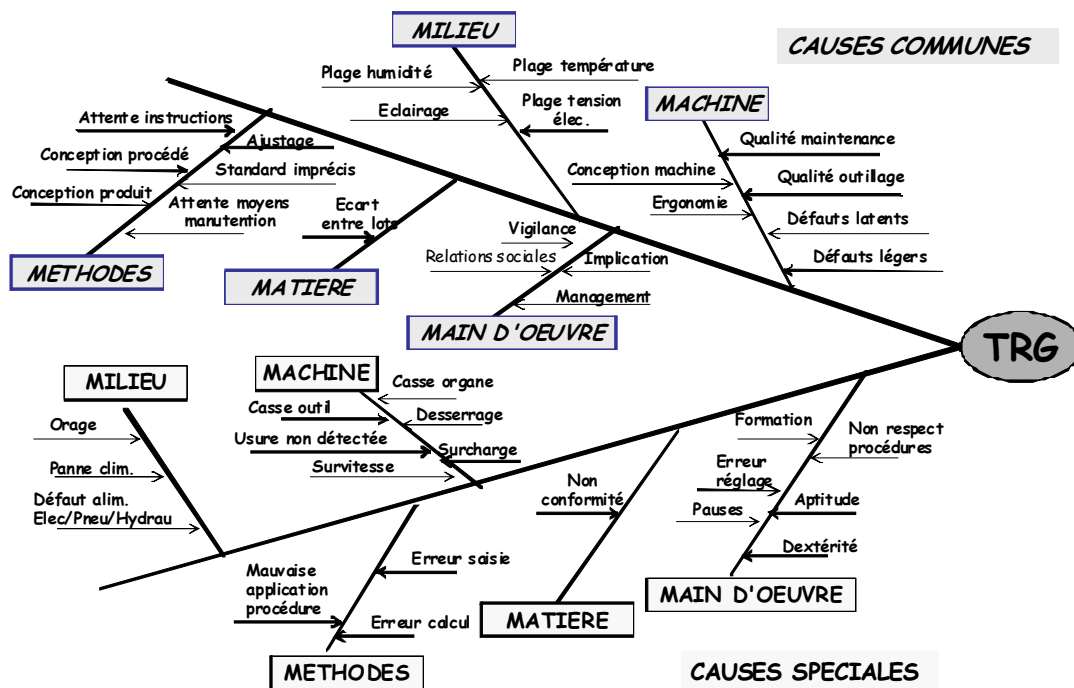
"Une erreur d'interprétation des résultats . . . que l'on commet très souvent consiste à supposer que chaque accident ou chaque défaut est imputable à un événement particulier bien connu, généralement parce qu'il est d'actualité. Il peut arriver, par exemple, qu'un défaut soit imputable à une erreur flagrante d'un employé; mais la plupart du temps les désordres que l'on trouve dans une activité de production ou de service proviennent du système. Nous dirons par définition que les défauts qui proviennent du système proviennent de causes communes et que les défauts qui proviennent d'événements passagers proviennent de causes spéciales. . .".⁶

⁴ Cf. "Hors De La Crise" - W.E Deming Traduit Par J.M. Gogue - Economica 1991 & site <http://demingfr.free.fr>

⁵ idem

⁶ Cf. "Hors De La Crise" de W.E Deming Traduit Par J.M. Gogue - Editions Economica 1991

2. Causes communes et spéciales propres au TRG



Certaines causes spéciales ne peuvent être éliminées que par le management. Par exemple report d'un investissement pour réviser une machine et la remettre en bon état, exigence vis-à-vis du fournisseur de matière première, etc.

3. Les conditions de progrès

- 1/ On ne peut commencer à améliorer un processus avant qu'il ne soit absolument stable. Attention au mot absolument car il n'y a pas, surtout dans le domaine industriel, de faits aussi tranchés.
- 2/ Les employés sont responsables des activités dans le système et le dirigeant est lui-même responsable de l'amélioration du système.
- 3 / Aucun défaut propre au système ne peut être compensé par un plus grand effort ou une plus grande habileté des ouvriers.
- 4/ Le management est responsable de l'amélioration du système. Il apporte les changements sur la base des informations fournies par les employés.
- 5/ On ne peut améliorer un processus sans la participation de tous ceux qui interviennent dans celui-ci. Aucune personne ne doit ignorer ce qui se fait (Difficulté de communication et d'information dans le travail posté).
- 6/ On doit s'assurer que le processus concerné est connu de tous et qu'il est bien compris dans l'état où il est.

La TPM® s'appuie fortement sur cette philosophie en particulier dans ses piliers :

- 1 : Amélioration au cas par cas** : respecter les conditions normales d'exploitation pour détecter et traiter les vrais problèmes.
- 2 : Maintenance autonome** : retrouver l'état normal des équipements - supprimer les causes de détériorations forcées - standardiser les conditions de base de conduite, de maintenance et d'état des équipements - Savoir écouter le personnel, profiter de son expérience et de son savoir-faire.

L'étude de la variabilité du Taux de Rendement Global des équipements permettant de distinguer les causes spéciales et les causes communes et donc de répartir les actions entre ces 2 premiers piliers.

3 : Maintenance planifiée : tant qu'il existe des causes de dégradations forcées la maintenance préventive est peu efficace et onéreuse.

6 : Maîtrise de la qualité : Après avoir supprimé les causes spéciales de défauts ou de pannes, il devient possible d'améliorer les résultats et de diminuer la dispersion. Pareto n'a jamais dit qu'il fallait s'arrêter lorsqu'on avait traité 80 % des problèmes !

4. Application à la mesure du TRG

La mesure du TRG se fait par enregistrement des différents motifs d'arrêts ou de non performance (seule la saisie de la durée des arrêts pouvant être automatisée). Ceux-ci sont déclarés par le personnel d'où l'importance qu'il soit convaincu de l'efficacité de la méthode pour qu'il ait envie d'enregistrer les bonnes informations.

Le management doit lui montrer qu'il exploite les enregistrements, qu'il choisit une stratégie appropriée en fonction du type de causes (communes ou spéciales) pour éviter de commettre les erreurs de type 1 ou 2 évoquées précédemment et qu'il agit. (Participation aux analyses, réalisme su plan d'action, qualité des résultats obtenus).

Si l'exploitation du TRG est favorisée par le fait que l'on déclare les différents motifs de pertes de rendement il faut porter une attention particulière au manque de fiabilité des informations dû par exemple :

- au classement dans une rubrique divers de certains motifs de pertes,
- aux motifs de pertes inconnus,
- aux pertes " oubliées" qui apparaissent seulement lorsqu'on compare le TRG obtenu par enregistrement des différents motifs de pertes : $(\text{Temps d'ouverture} - \Sigma \text{Pertes}) / \text{Temps d'ouverture}^7$

et le calcul du TRG effectué à partir des quantités fabriquées :

Quantités pièces bonnes fabriquées / Quantités théoriques possibles

Remarques :

1 / On devra garder en mémoire qu'il n'y a pas d'amélioration possible tant que l'on n'obtient pas un état stable. Seul le graphique permet de le savoir. W.E Deming nous rappelle : "La suppression d'une cause spéciale ne fait que remettre le système dans l'état où il aurait dû toujours rester. Lorsque le contrôle statistique est une chose acquise les Ingénieurs peuvent s'engager dans l'amélioration continue du processus".

2/ Application des principes du cycle du PDCA :

*** PLAN = Préparer**

- Définir le problème que l'on veut traiter, son importance,
- Observer minutieusement la situation du terrain,⁸
- Vérifier s'il est dû à une cause spéciale ou une cause commune,
- Etudier le problème et choisir une solution,
- Définir l'indicateur de résultat qui nous permettra de vérifier que l'on a gagné.

***DO = DEVELOPPER**

⁷ Définition du TRG par le JIPM

⁸ Principe du GENNCHI GEMBUTSU appliqué chez Toyota : Complétez toujours les informations provenant du système par l'observation personnelle sur place. Le modèle Toyota J.LIKER

- Faire ce que l'on a décidé, si possible à petite échelle.

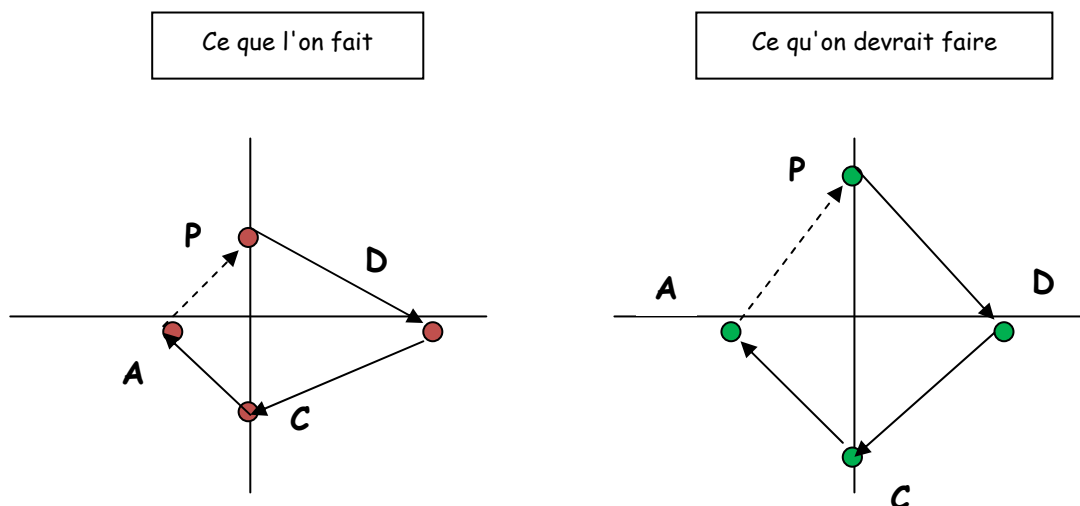
*** CHECK = COMPRENDRE**

- Vérifier que le plan d'action défini dans PLAN a été fidèlement appliqué,
- Etudier les résultats obtenus pour vérifier que l'on a obtenu un état stable et une amélioration du résultat (Indicateur).
- Se demander, éventuellement, POURQUOI les résultats ne sont pas conformes aux objectifs.

***ACT = ADOPTER & GENERALISER**

- Adopter le changement⁹
 OU Abandonner, ne pas donner suite à l'étude,
 OU Recommencer le cycle PDCA,
 ET Garder la mémoire du problème.
- Reproduire horizontalement¹⁰ la solution et standardiser les conditions d'exploitation,
- Garder la mémoire du problème : "le vrai péché industriel c'est d'inventer chez soi ce qui a été trouvé ailleurs" - Hervé SERIEYX.

Les 4 étapes du PDCA sont aussi importantes les unes que les autres alors que l'on a tendance à privilégier l'action (Le lièvre et la tortue).



Données :

On construit un graphique de contrôle (GC) à partir d'une trentaine de relevés du TRG journalier ou par équipe. Le GC permet de vérifier visuellement si le processus semble stable ou non. Il n'est pas nécessaire, à ce stade, de s'inquiéter s'il existe ou non une loi statistique. Le tracé des limites peut être utilisé pour visualiser les écarts. On pourra, lorsqu'on aura traité les points hors contrôle, recalculer les limites.

- Calculer sur l'échantillon obtenu :
 - * l'étendue (valeur glissante) :
 La moyenne des étendues mobiles : \bar{R}
 La limite supérieure de contrôle de R : $UCLR = 3.27. \bar{R}$

⁹ Voir le site de l'association DEMING <http://demingfr.free.fr>

¹⁰ Le JIPM utilise cette expression dans sa démarche TPM® pour indiquer que les sujets d'améliorations doivent être diffusés au sein de l'entreprise. Chaque acteur de la TPM® a la responsabilité d'étudier si cette amélioration peut être appliquée dans son secteur.

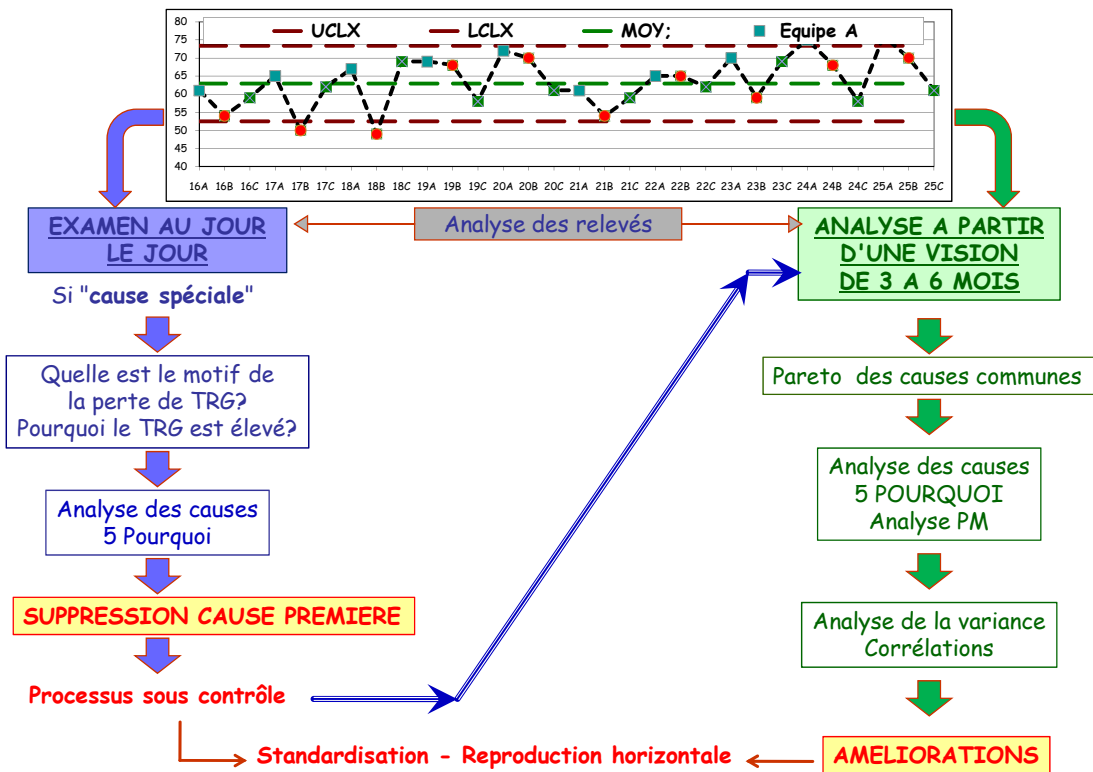
- * la moyenne et ses limites supérieure et inférieure :
 Ligne moyenne : \bar{X}
 Limite supérieure de X : $UCLX = \bar{X} + 2.66. \bar{R}$
 Limite inférieure de X : $LCLX = \bar{X} - 2.66. \bar{R}$

Exploitation :

Porter sur le GC les relevés individuels du TRG,

Le graphique de contrôle peut être utilisé suivant 2 horizons :

- * le mois glissant avec prise en compte immédiate (après validation sur le terrain) des causes spéciales.
- * 6 mois glissants (mois par mois) pour mise en évidence des résultats obtenus et une fois le système sous contrôle analyse des causes communes a partir des relevés des causes de pertes.



Si processus instable :

- Analyser immédiatement les causes spéciales à partir des relevés des pertes.
- Corriger les erreurs :
 - * Vérifier si les procédures sont bien définies et appliquées,
 - * Retrouver les conditions de base : Analyse 5 POURQUOI, etc.
 - * Standardiser - Réparer - Améliorer le savoir-faire.

Si processus semble stable : (Eventuellement si encore quelques points semblent correspondre à des causes spéciales on peut les éliminer pour affiner les limites du GC).

- Mettre en place un plan de surveillance pour **REAGIR RAPIDEMENT SUR LES CAUSES SPECIALES**. La condition "loi normale" permet d'appliquer les règles principales suivantes pour détecter les causes spéciales :
 - * tout point en dehors des limites de contrôle,

* une suite de 8 points du même côté de la ligne moyenne.

- Améliorer le processus pour augmenter la moyenne du TRG et diminuer la dispersion. Il est généralement plus difficile de réduire la dispersion que de déplacer la moyenne. Pour cela on devra :

- * Exploiter les relevés des motifs de pertes,
- * Trouver les causes premières : 5 POURQUOI, analyse PM,
- * Effectuer une étude statistique : analyse de la variance, tests de corrélation,
- * Modifier le système : amélioration du processus, du procédé, de l'organisation, de la conception de l'équipement, définition des conditions optimales, standardisation.

Jean BUFFERNE

Instructeur TPM® certifié JIPM

Extraits du livre "Hors De La Crise" de W.E Deming Traduit Par J.M. Gogue

"Une erreur d'interprétation des résultats . . . que l'on commet très souvent consiste à supposer que chaque accident ou chaque défaut est imputable à un événement particulier bien connu, généralement parce qu'il est d'actualité. Il peut arriver, par exemple, qu'un défaut soit imputable à une erreur flagrante d'un employé ; mais la plupart du temps les désordres que l'on trouve dans une activité de production ou de service proviennent du système. Nous dirons par définition que les défauts qui proviennent du système proviennent de causes communes et que les défauts qui proviennent d'événements passagers proviennent de causes spéciales. . .

La confusion entre les causes communes et les causes spéciales conduit à une frustration générale, à une plus grande variabilité et à des coûts élevés.

Aucun défaut propre au système ne peut être compensé par un plus grand effort des ouvriers, même s'ils font preuve d'une habileté exceptionnelle. Si les ouvriers réalisaient que le management s'efforce vraiment de travailler pour améliorer le système, donner à l'atelier des responsabilités adaptées à ses possibilités d'action et supprimer les obstacles que le système a placés sur sa route, ils auraient aussitôt un moral extraordinaire".

