

KAIZEN



SOMMAIRE

Définition et philosophie

1.	Qu'est-ce que le Kaizen ?	p.5
1.1	Définition	p.5
1.2	La philosophie	
2.	Pourquoi utiliser Kaizen ?	p.7
2.1	Affronter les compétitions	p.7
2.1.1	L'environnement de l'entreprise	p.7
2.1.2	Les contraintes dans l'entreprise	p.8
2.2	Optimiser les processus	p.13
2.3	L'exemple Goodyear	p.13
2.4	Où utiliser le kaizen	p.14
3.	Comment utiliser Kaizen ?	p.16
3.1	Amorcer la démarche	p.16
3.1.1	La planification	p.16
3.1.2	L'état des lieux	p.17
3.1.3	L'objectif à atteindre	p.17
3.2	Méthodologies de mise en place	p.17

Méthodes et applications

4.	Gemba Kaizen	p.19
4.1	Définition et philosophie	p.19
4.2	Exemple de Gemba Kaizen	P.21
5.	Les 5S	p.22
5.1	Origine et définition des 5S	p.22
5.2	5S, un puissant moteur de progrès	p.25
5.3	5S, enjeu de management	p.26
5.4	Un chantier 5S génère des gains en qualité de productivité	p.29
6.	Elimination des gaspillages : les Muda	p.31
6.1	Muri Mura Muda	p.31
6.2	Les gaspillages	p.32
7.	T.P.M. (Total Productive Maintenance)	p.37
7.1	Les idées de base	p.37
7.2	De quoi est fait la journée d'une machine	p.38
7.3	Mesurer la performance d'une machine	p.39
7.4	Les pertes et la TPM	p.40
7.5	Les buts de la TPM	p.41
7.6	Cinq mesures simples pour approcher puis atteindre le zéro panne	p.42

8.	Les Poka-Yoké	p.44
8.1	Les résultats escomptés	p.44
8.2	Méthodologie	p.45
8.2.1	Identifier et analyser	p.45
8.2.2	Prioriser les problèmes	p.45
8.2.3	Chercher les causes	p.45
8.2.4	Analyser le processus	p.46
8.2.5	Mettre en œuvre	p.47
9.	SMED et Kanban	p.48
10.	Aménagement	p.49

Evolution et suivi

11.	Kaizen, pilotage et suivi	p.51
11.1	Pilotage	p.51
11.2	Suivi	p.52
12.	Kaizen, écueils & alternative	p.53
13.	Conclusion	p.55
14.	Glossaire	p.56



1. Qu'est-ce que le Kaizen ?

Kaizen est assurément un mot à la mode. Pas une entreprise, pas un consultant ou un recruteur qui n'en fasse usage. A tel point que celui qui ne le connaît pas passe pour être « *out* ». L'amélioration permanente qu'il résume en un seul mot est une dynamique dont tout le monde se réclame et que certains recherchent. Car au-delà du simple souci de l'image de l'entreprise, la compétition mondiale oblige à innover, diversifier, réduire les coûts, améliorer la qualité et livrer de plus en plus vite.

1.1 Définition

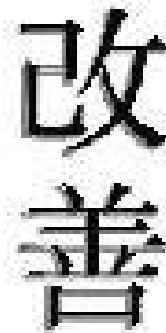
L'étymologie japonaise du mot Kaizen reflète sa finalité :

- Kai signifie changement
- Zen signifie bon, mieux

C'est une technique japonaise d'amélioration continue de la qualité ou de perfectionnement du processus de fabrication, reposant sur la somme d'aménagements ou d'améliorations de détail que chacun peut proposer de mettre en œuvre au poste qu'il occupe. Conformément à Masaaki Imai, fondateur du Kaizen, cette philosophie s'appuie sur des solutions simples et "bon marché", basées sur le bon sens du personnel, et sur la persistance de toutes les personnes impliquées à avoir à l'esprit l'idée de combattre toutes les pertes (étapes sans valeur ajoutée).

En résumé, le Kaizen,

C'EST QUOI ? de l'amélioration.
POURQUOI ? affronter la compétition.
OÙ ? en production sur le plancher.
PAR QUI ? une équipe multidisciplinaire.
COMMENT ? par nos propres moyens.
QUAND ? immédiatement



1.2 La philosophie

Cette amélioration, amélioration sans gros moyens, implique tous les acteurs, des directeurs aux ouvriers et utilise surtout le bon sens commun. La démarche repose sur des petites améliorations faites jour après jour, mais constamment ; c'est une démarche graduelle et douce qui s'oppose au concept plus occidental de réforme brutale du type "on jette tout et on recommence avec du neuf".

Le Kaizen s'applique à toutes les sphères de l'entreprise. La démarche la plus commune est de changer les opérations des exécutants pour rendre leur travail plus productif, moins fatiguant, plus efficace et plus sécuritaire. Pour assurer la collaboration des exécutants, ces derniers sont invités à coopérer activement (boîte à idées par exemple), à repenser leur travail avec l'aide de collègues ou le support d'un groupe Kaizen.

Une autre démarche est d'améliorer les équipements, notamment en installant des systèmes de détrompeurs et /ou en changeant la disposition des machines. La troisième voie est la révision des procédures.

Cette approche d'amélioration est fondée sur deux grands piliers, l'organisation et les Ressources humaines. Toutes les améliorations visent un but commun : générer des profits nécessaires à la survie de l'entreprise.

Toutes ces démarches d'amélioration continue doivent être effectuées par des leaders efficaces qui motivent les employés dans l'atteinte des objectifs fixés. Les employés quant à eux, doivent se sentir valorisés tout au long du processus.

2. Pourquoi utiliser Kaizen ?

2.1 Affronter les compétitions

2.1.1 L'environnement en changement

Triptyque QCD : Qualité, Coûts, Délais

La maîtrise des coûts est fondamentale dans un environnement de plus en plus concurrentiel et dont les marges de profit sont de plus en plus minces. La qualité fait désormais partie des exigences basiques de la clientèle, et ne peut même plus constituer d'argument marketing tant elle est comprise comme un dû.

La qualité joue, par contre, immédiatement en défaveur de celui qui ne la maîtrise pas. Les délais (les plus brefs possibles !) sont la troisième attente de la clientèle. Celle-ci, devant l'abondance de l'offre, a, en quelques années, réussi à édicter en lois fondamentales ce qui ne lui était encore offert auparavant qu'en avantage concurrentiel.

La valeur ajoutée (VA) est une notion cruciale pour la performance en entreprise. Simplement nous pouvons dire qu'une opération à valeur ajoutée est une opération qui transforme ou modifie un produit en ce qui est vendu au consommateur.

Par exemple, si vous vendez du pain, toutes les opérations qui auront permis à la farine d'être transformée en pain seront des opérations à valeur ajoutée.

Même si l'essentiel demeure la valeur ajoutée, nos actions ont tout intérêt à être porté sur la réduction, voire l'élimination de la non-valeur ajoutée (NVA), si nous voulons des résultats intéressants et lucratifs à très court terme.

Pourquoi? Simplement parce que les spécialistes estiment que dans les entreprises conventionnelles, il y a près de 95% des opérations qui sont des opérations à valeur non ajoutée.

Attention cependant, il ne s'agit pas d'opérations complètement inutiles. Il s'agit simplement d'opérations qui ne participent pas directement à la transformation d'un produit en ce qui sera vendu au consommateur. Comme ces opérations ne modifient pas le produit, il est possible de les éliminer ou du moins de les réduire sans affecter le produit vendu au client.

C'est ce que les entreprises de classe mondiale ont réussi, modifiant à leur avantage le ratio valeur ajoutée et non-valeur ajoutée.

En pratique il s'agit d'éliminer ou de réduire des opérations qui coûtent à l'entreprise sans pour autant changer quoi que ce soit au produit vendu. Ces principaux éléments qui n'apportent rien à notre client et qui nous coûtent si chers sont appelés du gaspillage et les spécialistes en reconnaissent sept sources principales :

- Les produits défectueux
- Le stockage inutile
- La surproduction
- Les attentes inutiles
- Le transport inutile

- Les tâches inutiles
- Les mouvements inutiles

Quand nous voulons augmenter la rentabilité sans trop investir, il faut concentrer nos efforts sur cette non-valeur ajoutée car elle seule peut garantir des changements qui rapporteront sans affecter nullement notre produit. Nous pourrions le faire à partir de toutes sortes d'outils qui existe sur le marché (kaizen, 5S, TPM...etc.)

2.1.2 Les contraintes dans l'entreprise

La théorie des contraintes

La Théorie des Contraintes (TOC) est une philosophie de management innovante qui vise à améliorer de manière continue et durable les systèmes de productions de biens et de services.

En effet:

- tout système est limité dans l'atteinte de son but par une contrainte.
- exploiter cette contrainte est le véritable levier d'action pour une amélioration significative des résultats.

La théorie s'appuie également sur un postulat fort:

Principe des "1/99": Eviter le gaspillage!

- **1%** du changement produit **99% des résultats**.
- **33%** du changement produit **peu d'effet**.
- **33%** du changement ne produit **aucun effet**.
- **33%** du changement produit un **effet néfaste**.



Les différents types de contraintes

Le marché

Le marché est toujours une contrainte, souvent la contrainte ultime.

Ce n'est pas tant la capacité du marché qui en fait une contrainte, mais plutôt les caractéristiques, les prix et les délais que le marché dicte aux entreprises.

Ne pas savoir répondre aux contraintes qu'impose le marché, c'est courir à la faillite, car les produits inadaptés, trop chers ou arrivant au mauvais moment risquent fort de rester invendus.

Les approvisionnements

Les contraintes d'approvisionnement peuvent être de trois types :

- contraintes à court terme
 - contraintes à long terme
 - contraintes internes
- Les **contraintes à court terme** surgissent brusquement, sous forme de rupture d'approvisionnement; le fournisseur ne livre pas ou livre en retard, ou sous forme de livraison non conforme et donc inutilisable en l'état.

Le défaut d'approvisionnement peut aussi procéder d'une mauvaise planification; horizon inadapté ou disponibilité des matériaux non vérifiée.

Leur caractère brusque ne signifie pas "peu fréquent".

- Les **contraintes à long terme** proviennent essentiellement de matériaux difficiles à se procurer, pour lesquels les délais sont importants.

Ces contraintes sont intégrées dans la planification en adaptant le **lead time**.

- Les **contraintes d'approvisionnement internes** peuvent être la conséquence d'une **mauvaise planification**, d'une **surconsommation** (ressource générant des rebuts en excès), d'une **rupture technique** d'approvisionnement; convoyeur ou chariot élévateur en panne, ou encore être la conséquence du "**vol**" des **pièces**, c'est à dire la réaffectation plus ou moins sauvage des matériaux à une autre fabrication

La logistique

Par *logistique* nous entendons la planification et la gestion.

La **prise de commande** décentralisée, la consolidation et la répartition de ces commandes peuvent prendre un temps conséquent.

Dans les structures importantes, avec de nombreuses agences locales et des moyens de production disséminés, la tâche peut se révéler très complexe et nécessiter un temps "non productif" important qui pèse d'autant sur le délai global.

Des concurrents structurés différemment peuvent se révéler plus réactifs et séduire la clientèle par des délais brefs.

Le choix de l'horizon de planification peut également se révéler déterminant :
Si, par exemple, celui-ci est fixé à 20 jours, il se peut que des pièces achevées attendent 19 jours en stock !
Un horizon d'une semaine les aurait laissé 4 jours sur cinq en attente...

Le management

La politique et les règles de la société peuvent être des contraintes.

La méconnaissance des principes de la TOC, le recours aux lots économiques amène souvent des effets contre-productifs.

Regrouper des lots pour limiter les changements de série sur des ressources non goulots risque de créer des ruptures d'approvisionnement sur une ressource goulot

Une politique d'achat "chassant" le meilleur prix plutôt que de satisfaire les besoins réels, augmente les stocks de matière première, augmente les coûts et immobilise de la trésorerie.

Les primes de rendement, comme les objectifs de productivité locale, poussent à la sur-activation des ressources.

Contraintes comportementales

Le **poids des habitudes** et la **résistance au changement** peuvent réduire à néant les plus louables efforts d'amélioration.

Et la main d'oeuvre ?

Le terme "ressource" inclut les *ressources humaines*.
Une entreprise peut très bien subir la contrainte d'un savoir-faire particulier, d'une compétence rare.

Les sociétés de service n'ont pratiquement que de la ressource humaine !

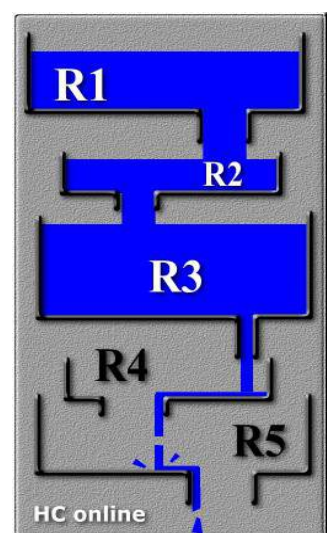
La main d'oeuvre peut être la contrainte, mais il n'est pas forcément souhaitable qu'elle soit LA contrainte par laquelle la TOC synchronise l'activité, car la part des aléas est particulièrement importante.

Les contraintes de capacité

Les contraintes de capacité évoquées ici sont des goulots.

Rappelons la définition du **goulot** :

Goulot; ressource dont la capacité est en moyenne juste égale ou inférieure au besoin.



Les goulots posent souvent des problèmes et font un bon exemple pour introduire le concept de **contrainte de capacité**. Tout comme il existe d'autres contraintes que les capacités, il existe d'autres ressources contraintes de capacité que les goulots.

On ne considérera plus le flux sous le seul aspect quantitatif, mais **aussi** sous l'aspect respect des délais.

Interactions entre goulots et non goulots

Si un Goulot (R3) alimente un non goulot (R4), la sortie de ce dernier ne pourra excéder la capacité du goulot R3.

La capacité de la ressource non goulot (R4 et suivantes) sera déterminée par le goulot R3, impossible d'aller au-delà.

Le schéma des réservoirs est très utile pour illustrer les concepts de flux, capacité, débit, goulot et stocks.

Pour illustrer la synchronisation, une petite histoire de marcheurs fera l'affaire :



Histoire d'une troupe en marche

Imaginez un groupe de marcheurs.

On leur confie une mission; rejoindre le point de rendez-vous à une heure précise **et** tous ensemble.

Chaque marcheur a sa propre capacité de marche.

Livrée à elle-même, sur une période de temps suffisante, cette troupe s'étire en fonction des rythmes de chaque marcheur.

Les meilleurs marcheurs sont en tête, et comme le **BUT** est d'arriver non seulement à temps mais tous ensemble, ils sont astreints à de fréquentes pauses pour laisser les moins rapides les rattraper.

Ces derniers suent et soufflent, et ne peuvent profiter des pauses, car dès que les premiers sont rejoints, il faut repartir.

Cette troupe fonctionne de manière analogue à un process de production.

Les marcheurs sont des **ressources** avec des **capacités** différentes. Leur **BUT** est de couvrir une certaine distance en un temps déterminé, leur **débit** est donc la distance couverte.

Les plus lents, comparables aux **goulots**, limitent la distance parcourue par unité de temps, c'est à dire le **débit**.

La non synchronisation entre les marcheurs crée des **stocks** sous forme de distance parcourue en avance, mais qui n'est d'aucune utilité puisqu'il faut attendre les derniers.

Les meilleurs marcheurs, ceux qui ont des capacités en excès par rapport aux plus lents, ont l'habitude d'aller à leur rythme et sont mécontents du rythme global.

Le chef de course qui a planifié avec soin cette marche, voit que les accidents du terrain, des obstacles inattendus altèrent le rythme et rendent l'arrivée à l'heure de plus en plus improbable.

En effet c'est un échec : le rendez-vous est manqué et tous sont mécontents.

Le chef de course applique la TOC

Ne pouvant se résoudre à rester sur un échec, le chef de course étudie la Théorie des Contraintes et retente un essai :

Le marcheur le plus lent est la **ressource goulot**, qui limite la vitesse de la troupe. C'est sur lui qu'il faut synchroniser les autres marcheurs.

Le goulot se voit confier un **tambour**, avec lequel il donnera le **rythme** de marche aux autres.

Afin d'éviter que les marcheurs plus rapides ne se *sur-activent*, tous les marcheurs seront **encordés**, comme pour une course en montagne. Ainsi, plus moyen d'aller plus vite que le rythme, ni de musarder en route.

Mais comme des petites variations de vitesse individuelle surviendront fatalement, la corde a du mou, ce qui permet de *stocker* de la distance, et donc d'absorber les **petits** aléas.

Connaissant les limitations de son système, en planifiant, le chef de course décale le départ de sorte qu'il soit assuré d'arriver à l'heure.

Il lui suffit de connaître la capacité de son marcheur goulot, donc de planifier selon une seule ressource, sachant que les excédents de capacité des autres leur permettent de suivre sans qu'il soit nécessaire de s'en préoccuper.

Et devinez ce qui arriva ? **Tous** à l'heure au Rendez-vous, sans essoufflement ni mauvaise humeur.

Cette analogie de la troupe en marche permet d'introduire le concept **Tambour-Stock-Corde**, traduction littérale de **Drum-Buffer-Rope**, abrégé **DBR**.

Le **tambour** donne le rythme, le(s) **stock(s)** **protège(nt)** l'activité et le débit contre les aléas et la **corde** limite (ou force) l'activation des ressources non goulots

2.2 Optimiser les processus

Cette approche logique doit guider les entrepreneurs dans leur quête d'amélioration continue. Un dirigeant d'entreprise doit avoir une vision claire des orientations de son entreprise. Cette dernière se traduit en objectifs d'améliorations qui sont par la suite priorisés par la réalisation des différents diagnostics. Ces diagnostics identifient les écarts et présentent les opportunités d'amélioration possibles.

Des projets Kaizen sont ensuite lancés pour permettre l'optimisation des différents processus en ligne avec les objectifs priorisés de l'entreprise. Suite à l'optimisation, il importe de bien documenter les différents processus optimisés (Assurance Qualité) afin de communiquer les méthodes mais surtout de maintenir les gains. Le système d'information permet de suivre la progression de l'entreprise dans sa quête d'amélioration.

Les écarts ainsi présentés sont des pistes additionnelles de futurs projets Kaizen.

L'amélioration des processus peut se décliner en 5 grandes étapes visant 2 cibles essentielles :

- Efficacité pour le client :
 - documentation des processus
 - élimination des non-conformités
 - stabilisation des processus

- Efficience pour l'entreprise :
 - amélioration des processus
 - ascension et valorisation globale



2.3 L'exemple Goodyear

En 2005, Goodyear s'est efforcé d'atteindre des performances de niveau international en matière de santé, sécurité et environnement au moyen des outils d'amélioration continue. Par « Amélioration continue », nous entendons l'utilisation intégrée par Goodyear de Six Sigma, Lean et autres méthodes d'amélioration de la qualité et d'accroissement de la valeur.

Les processus d'amélioration continue de base, comme les 5S, le TDMS (Système de gestion quotidienne de l'équipe) et les analyses des écarts, ont été mis en valeur pour augmenter la visibilité et l'efficacité des systèmes de sécurité et pour résoudre plus efficacement les problèmes de sécurité potentiels.

Les 5S, l'un des éléments fondateurs de l'amélioration continue, consistent en une approche systématique et disciplinée pour parvenir à une organisation du lieu de

travail, qui est aussi un élément-clé sous-jacent des performances de sécurité de niveau international.

Goodyear a élargi sa méthode des 5S pour insister davantage sur la sécurité et l'ergonomie. Indispensable pour atteindre des performances de sécurité de niveau international, la participation des partenaires est favorisée par des engagements structurés tel que le TDMS, réunions de groupes de travail quotidiennes et planifiées. C'est l'occasion d'aborder les performances de la sécurité chaque jour en révisant les indicateurs de sécurité recevables et en intensifiant l'engagement des partenaires à résoudre les problèmes de sécurité. Un outil stratégique d'analyse des écarts a été créé pour être utilisé conjointement avec les cartes de la chaîne de valeur, de façon à planifier une ligne de conduite dans le déploiement de l'amélioration continue.

L'un des 20 domaines « clé » est celui de l'environnement, santé et sécurité. En utilisant l'outil, une organisation est à même de déterminer le niveau actuel des performances EHS et d'élaborer un plan d'amélioration. Les événements Kaizen de fabrication, brefs élans d'activité intense et structurée durant 3 à 5 jours au cours desquels une équipe identifie et met en oeuvre une amélioration significative du processus, doivent aussi comprendre des améliorations en matière de sécurité.

Les standards mondiaux en matière de processus de fabrication sont conçus pour intégrer plus efficacement les analyses de sécurité du travail, les exigences de sécurité, les évaluations ergonomiques et la formation basée sur les objectifs. L'intégration et la synergie entre les systèmes EHS et Amélioration continue ont véritablement décuplé les performances de chacun.

Globalement, des projets particuliers d'amélioration continue ont permis de diminuer avec succès l'utilisation de matières premières, conserver les énergies, réduire le gaspillage, éliminer les risques ergonomiques et baisser les taux d'incidents. Les professionnels de l'amélioration continue au sein de l'équipe EHS Global ont amélioré l'efficacité des processus d'approbation des matières premières d'EHS, renforcé le programme de santé industrielle, amélioré la sécurité et l'efficacité en laboratoire, diminué la quantité de déchets industriels déposés dans les décharges et augmenté la rentabilité des opérations en laboratoire

2.4 Où utiliser le Kaizen ?

Le **Gemba** est un mot japonais signifiant « la place réelle », là où l'action réelle a lieu.

Dans le business, le *Gemba* est l'endroit où les activités créent de la valeur ajoutée. Dans l'industrie, les 3 principales activités liées au gain d'argent sont :

- le développement,
- la production,
- la vente.

Sans ces trois activités, les compagnies n'existent pas. Le *Gemba* correspond donc au site regroupant ces trois activités.

Dans un contexte plus étroit, le *Gemba* désigne le lieu de production.

Les efforts conduisant à une production plus saine ont lieu au *Gemba*. Pour atteindre ce but, la priorité des managers devrait être d'aller sur le terrain et observer. Le *Gemba* est source d'enseignement, c'est là que l'on voit ce qui se passe réellement.

Voici la règle d'or du management du *Gemba* (divisée en 5 principes) :

- 1. Quand il arrive quelque chose d'anormal, il faut aller prioritairement sur le terrain.**
Beaucoup de managers sont au courant des problèmes grâce à un rapport qui leur parvient plusieurs jours, voire plusieurs semaines après. La meilleure solution est d'aller voir ce qui se passe dès que l'on entend parler d'un problème.
- 2. Contrôler le gembutsu (machines, outils, rejets, plaintes des clients).**
Gembutsu signifie tout ce qui est source de contrainte. Une machine en panne, un client qui se plaint...appartiennent au gembutsu
Par exemple, si une machine est en panne, il faut aller sur place, bien regarder la machine, et se demander « pourquoi » plusieurs fois. Souvent la raison est trouvée rapidement.
- 3. Prendre les mesures exceptionnelles.**
Exemple : si une machine est à l'arrêt, on doit la remettre en marche pour ne pas bloquer la chaîne de production, et parfois on doit la « taper » pour la faire repartir.
Autre exemple : si un client est en colère, on doit s'excuser, lui donner un petit cadeau pour l'apaiser.
Mais ce sont des mesures temporaires, qui ne reflètent pas la réalité.
- 4. Trouver la cause principale.**
En répétant la question « pourquoi » plusieurs fois, on peut trouver la cause principale du problème.
- 5. Standardiser pour ne plus recommencer.**
Une fois le problème identifié, et que l'on a appliqué les mesures appropriées, on doit standardiser la mesure pour que le problème ne soit pas récurrent.

3. Comment utiliser Kaizen ?

3.1 Amorcer la démarche

La mise en place de Kaizen exige un changement fort de la culture interne, depuis le haut de la hiérarchie de l'organisation, jusqu'au niveau le plus bas (habituellement la production) pour réussir. La direction aura la responsabilité de susciter la culture et l'environnement nécessaire, encourageant l'encadrement intermédiaire et les opérateurs de la production dans l'exécution de Kaizen à leur niveau.

Comme le dit Masaaki Imai, la réalité est dans l'endroit où le produit est créé - dans le Gemba - pas dans nos bureaux ! Par conséquent, le concept global de Gemba Kaizen, très popularisé aux Etats-Unis par Toyota dans les années 80, est de donner aux ouvriers les moyens et le pouvoir de résoudre des problèmes.

Pour cela, l'organisation doit admettre que toutes les personnes ont la capacité de contribuer à l'amélioration par des suggestions valables. Il est conseillé, alors, de créer et de mettre en place un bon système de suggestions et d'analyse d'idées, ainsi que de la motivation active de celles-ci.

Pour démontrer et susciter la puissance du Kaizen, il doit exister des groupes d'actions rapides d'amélioration. Ces groupes sont constitués par des personnes venant de telle ou telle hiérarchie de l'organisation, qui exécutent la philosophie de Kaizen dans un temps très court, cinq jours - ils sont l' " attaque éclair " des événements de Gemba Kaizen (l' " attaque éclair " signifie des actions d'exécution rapide et efficace).

Pendant que le Kaizen souligne la vraie action, l'équipe doit se tenir prête à "mettre la main à la pâte" sur le sol de l'usine, en développant, en testant, et à mettre au point des solutions, seulement avec les moyens existants dans le secteur. Les résultats immédiats sont en effet impressionnants : en seulement cinq jours, des réductions de 30% à 80% sont obtenues (en moyenne) sur quelques processus en causes!

3.1.1 La planification

Déterminer :

- Le délai
- L'équipe
- Les buts recherchés (augmentation de la productivité sur une machine, éliminer des heures supplémentaires, récupérer de la place, améliorer un poste de travail...)
- Le site et/ou les opérations à améliorer
- Les règles du jeu ou méthodes
- La politique de suivi et de contrôle

Etre en accord avec :

- La hiérarchie
- La qualité ou service méthodes

3.1.2 L'état des lieux

- Codifier toutes les tâches
- Décrire les standards d'opérations actuels, le processus
- Informer les membres de l'équipe sur le projet et la méthode
- Se rendre sur les lieux / le poste et identifier les problèmes
- Déterminer pour chaque étape du processus ses faiblesses
- Schématiser de manière concrète les relevés (plan, mesure de temps, distance...)

3.1.3 L'objectif à atteindre

- L'objectif doit être clair, mesurable et quantifiable
- Les améliorations doivent être indentifiables
- Tout le monde doit pouvoir visualiser l'avancement des travaux

3.2 Méthodologies de mise en place

La méthode KAISEN signifie l'amélioration continue. Il ne peut pas se passer une journée sans qu'il y ait une amélioration quelque part dans l'entreprise. Elle est constante. La réussite d'une entreprise dépend de la capacité à progresser plus vite que les autres.

Le progrès peut résulter de 2 modes de changement qui sont soit l'amélioration continue, soit l'innovation. Cette dernière consiste en des investissements importants qui génèrent des ruptures et qui nécessitent des adaptations difficiles voire longues à réaliser (cf. tableau ci-après). Le risque est important au niveau de l'innovation.

L'amélioration continue est peu coûteuse, et ne nécessite pas de grands plans d'investissement. Il n'y a pas trop de risques pris, mais les gains peuvent être très importants. Cette orientation est préférée par son auteur IMAI.

Il considère que cela doit occuper 50% du temps. Cela implique le souci permanent de la standardisation dans tous les domaines de l'entreprise. Elle doit être une véritable culture d'entreprise, un des éléments principaux de la culture.

La culture d'entreprise recouvre le droit à l'erreur, la primauté aux faits réels ou concrets, le travail systématique en groupe trans-fonctionnel, pyramide inversée reposant sur le client, et primauté à l'étude des processus plutôt qu'à l'étude des résultats.

Comparaison Kaizen - Innovations

	Kaizen / Améliorations	Réformes / Innovations
Raisonnement	Nous connaissons et maîtrisons bien nôtre matériel, mais on peut faire mieux à peu de frais	Pour améliorer nos performances, il nous faut le matériel dernier cri
Habitudes	Peu de changements	Souvent à changer
Matériel	Ancien amélioré	Changé pour le dernier cri
Accueil pour les opérateurs	Bon, ils ont participé ou ont été constamment informés	Méfiance, ils sont mis devant un fait accompli
Fiabilité	Semblable à avant, généralement meilleure	Ajustements, réglages et pannes de jeunesse, mauvaise connaissance du nouveau matériel...
Coûts (investissements)	réduits	Importants
Coûts (maintenance, fonctionnement)	Semblables à avant	D'abord inconnus puis généralement importants
Coûts (amortissements)	Matériel déjà amorti	Importants
Performances	Rapidement une légère amélioration	Améliorations importantes mais longues à venir car il a fallu s'habituer au nouveau matériel, le fiabiliser et même le modifier

Le Kaizen peut être initié de différentes manières : 7 types de projets sont présentés ici : 5S, Muda, TPM, Poka-Yoké, Kanban, SMED et Aménagement des cellules



4. Le Gemba Kaizen

4.1 Définition et philosophie

En Production (dans l'industrie), Gemba est souvent synonyme de "poste de travail", d'atelier. Or, les ateliers ne sont pas toujours reconnus comme des lieux où se génère la valeur, car d'autres secteurs tels la finance, le marketing, les ventes et le développement ont les faveurs des directions.

Lors de la définition d'un plan d'action Kaizen, allez d'abord au Gemba. Cherchez la perception de la réalité du Gemba, discutez avec les gens du Gemba.

Dans le but de résoudre des problèmes trouvés dans le Gemba, les managers d'aujourd'hui essayent souvent d'appliquer des outils et des technologies sophistiqués pour s'occuper de problèmes pouvant être résolus avec du bon sens et des moyens peu coûteux. Ils doivent perdre l'habitude d'utiliser des technologies toujours plus complexes pour résoudre les problèmes de tous les jours.

Il y a deux approches pour résoudre un problème :

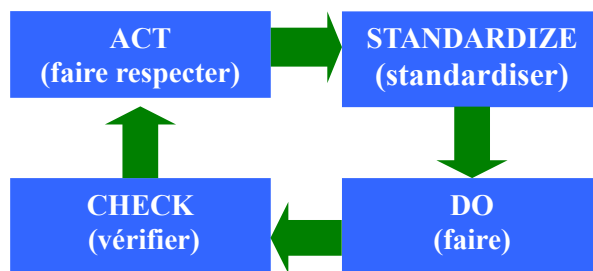
- Celle impliquant l'innovation, les hautes technologies, comme les systèmes informatisés, et en investissant beaucoup d'argent.
- Celle faisant appel au bon sens, aux contrôles et techniques très peu onéreux. : Kaizen.

Le Kaizen peut amener une amélioration significative à la compagnie pour un réel accomplissement rémunérateur.

Ménage, élimination du Muda et standardisation.

Tous les salariés dans une entreprise doivent travailler ensemble afin de suivre les 3 règles fondamentales du Gemba Kaizen :

- Adopter une discipline de rangement et de nettoyage régulier du lieu de travail, afin de mettre à jour les problèmes et améliorer l'efficacité. Le ménage (par exemple un atelier propre, les outils rangés au bon endroit...) est un ingrédient essentiel au bon management. A travers l'ordre, les employés acquiescent et pratiquent l'autodiscipline. Sans celle-ci, il leur est difficile de rendre des services ou produits de bonne qualité au client
- S'attaquer aux différents Muda (les plus répandus étant la surproduction, le stockage, les rejets, les mouvements, les traitements superflus, l'attente et le transport).
- Etablir des standards codifiant la manière la plus efficace d'accomplir une tâche.
- Il est nécessaire de fixer un standard. Celui-ci garantit l'efficacité d'exécution ainsi que le niveau de qualité. Ceci peut se résumer par le cycle **SDCA** (Standardise, Do, Check, Act).



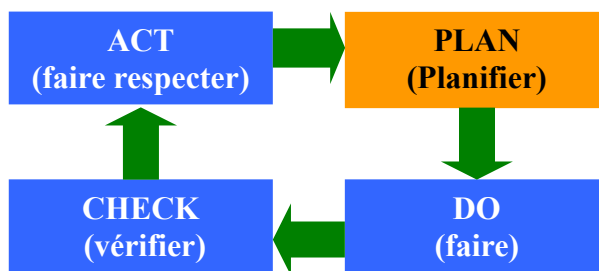
Cependant, standardiser ne doit pas figer la performance. Il faut donc instaurer des méthodes de remise en cause permanente. Cela peut se résumer à l'aide d'un cycle **PDCA** (Plan, Do, Check, Act).

Plan : Planifier (Qui fait Quoi pour Quand ? et Pourquoi ?),

Do : Faire (L'action est réalisée),

Check : Vérifier (L'action réalisée résout-elle entièrement le problème initial, et sans créer d'effets secondaires problématiques ?),

Act : Réagir ou Standardiser.



En règle générale, le fait d'avoir de l'ordre sur le lieu de production réduit de 50% le taux d'échec, de même que la standardisation.

Mais encore de nombreux managers choisissent d'introduire des contrôles statistiques ainsi que des grilles de contrôles sur le lieu de production, mais sans faire d'effort pour nettoyer, éliminer le *Muda* ou standardiser.

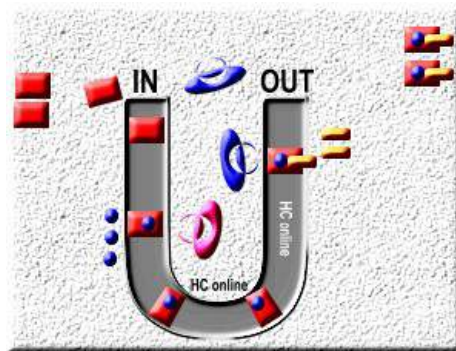


PDCA

La cale anti-retour est constituée des règles formalisées et des audits réguliers, qui préviennent le relâchement des efforts

4.2 Exemples de Gemba Kaizen

La réimplantation en U des machines d'un atelier permet de passer d'un système 5 machines / 3 opérateurs à un système 5 machines / 2 opérateurs.



Le reconditionnement en temps masqué de composants livrés en boîtes de 2000 en nouvelles boîtes de 4000 réduit la fréquence des arrêts machine pour rechargement.

L'utilisation de la gravité (énergie gratuite) pour évacuer des pièces ou déchets économise des gestes ; plan de travail percé, les pièces finies tombent dans un conduit qui les mène vers une caisse en contrebas.

L'ajout d'une table guide sur une plieuse de tôle permet de plier deux tôles à chaque passe, contre une seule à l'origine.

Cette servante d'atelier est un autre exemple de *Kaizen*; sur la base d'une servante standard, un panneau d'accrochage d'outils a été ajouté, ainsi qu'un dévidoir pour rouleau de papier.



5. Les 5S

5.1 Origine et définition des 5S

On s'étonne souvent de la cohérence des méthodes japonaises. Elles forment une philosophie soutenue par des principes simples.

Une de ces méthodes s'appelle les 5S, soient cinq règles de base pour la propreté et la discipline. Le mot d'ordre du 5 S est " une place pour chaque chose et chaque chose à sa place ".

En bref, cette méthode consiste à recenser tous les articles avoisinant un poste de travail et de déterminer la fréquence d'utilisation. Les articles rarement utilisés sont éloignés, alors que ceux utilisés fréquemment sont rapprochés en se voyant assignés une place. Un bon contrôle visuel permet facilement d'identifier les articles déplacés.

La discipline est donc de rigueur. Tous les utilisateurs doivent, après utilisation, replacer les articles à leur place assignée. Propreté et discipline sont à la fois du Kaizen et des préliminaires aux améliorations futures.

De l'avis unanime de ceux qui ont mis en place la démarche, les 3 raisons essentielles du succès des **5S** sont :

1. Amélioration de **l'image de marque**
2. Apport de **résultats immédiats** en Qualité Coûts Délais et Sécurité grâce à une plus grande efficacité au poste de travail
3. Augmentation forte et durable de la **motivation** et de l'état d'esprit « Amélioration Continue » de chaque collaborateur



Le mot 5S est l'acronyme de 5 mots japonais désignant chacun une étape d'actions dans une démarche d'amélioration de l'efficacité dans le travail quotidien :

- Seiri : DEBARRAS
- Seiton : RANGEMENT
- Seiso : NETTOYAGE
- Seiketsu : ORDRE
- Shitsuke : RIGUEUR

C'est la plus simple des démarches de progrès, c'est celle que l'on doit pratiquer en premier et qui constitue les fondations de tout projet de mise en place de *lean-manufacturing*.

Les 5S permettent d'associer et de responsabiliser chaque personne, chaque groupe de l'entreprise au maintien et à l'amélioration des meilleures pratiques d'efficacité au poste de travail dans leur secteur.



Philosophie des 5S :

Seiri : DEBARRAS

Séparer l'utile de l'inutile : ELIMINER

Trier et ne garder que le strict nécessaire dans son environnement par :

- L'élimination des éléments inutiles
- La sélection des éléments nécessaires à l'efficacité du travail

Objectif : mettre en place les outils utiles pour un travail efficace et ne pas être gêné par l'inutile

Seiton : RANGEMENT

Situer les objets en fonction de leur utilisation : RANGER

Mettre les choses à leur place par :

- Le choix de l'endroit le plus approprié pour chaque objet
- Le choix du mode de rangement et d'identification de chaque objet

Objectif : Ne plus chercher les objets dont on a besoin

Seiso : NETTOYAGE

Supprimer les sources de salissures : NETTOYER

Supprimer les saletés avec efficacité par :

- L'identification des sources de salissures à l'occasion de chaque nettoyage
- La mise en place d'actions pour éliminer les sources de salissures et assurer ainsi la propreté avec un nettoyage réduit au minimum

Objectif : Ne plus salir

Seiketsu : ORDRE

Standardiser visuellement les meilleures pratiques : STANDARDISER

Mettre en place une organisation performante par :

- L'identification des meilleures pratiques
- La formalisation simple de ces pratiques (aides visuelles)
- La communication et la formation à leur application

Objectif : Ne pas oublier les meilleures pratiques

Shitsuke : RIGUEUR

Systematiser le respect des meilleures pratiques : RESPECTER

Assurer le respect du standard établi par :

- L'acquisition de nouvelles habitudes
- La possibilité d'un autocontrôle permanent du respect des règles établies.
- L'information et le traitement des anomalies détectées

Objectif : Utiliser les meilleures pratiques et les améliorer en permanence

5.2 5S : Un Puissant Moteur de Progrès

Appliquer les 5S :

- donne confiance à vos prospects et clients.

Des allées dégagées, des machines propres, des emplacements et contenants identifiés, des espaces de bureaux clairs et bien rangés, des panneaux de communication à jour reflètent **une image de qualité et d'efficacité**

- permet de réduire les gaspillages.

Des postes de travail bien organisés réduisent les déplacements, les manutentions et gestes inutiles et donc les pertes de temps.

Un environnement de travail agréable augmente la motivation des collaborateurs et développe leur volonté de progrès, les idées d'amélioration sont alors au rendez-vous.

Des ateliers et des bureaux 5S sont un puissant outil de réduction des coûts.

Augmentation des ventes associée à une réduction du coût de chaque produit vendu entraînent **l'augmentation des profits**

- améliore la sécurité des personnes, des équipements et de leur environnement par une **meilleure organisation** et le respect des règles simples établies et validées par ceux qui doivent les appliquer.

- améliore la motivation de votre personnel qui se « sent beaucoup mieux » dans un environnement de travail agréable.

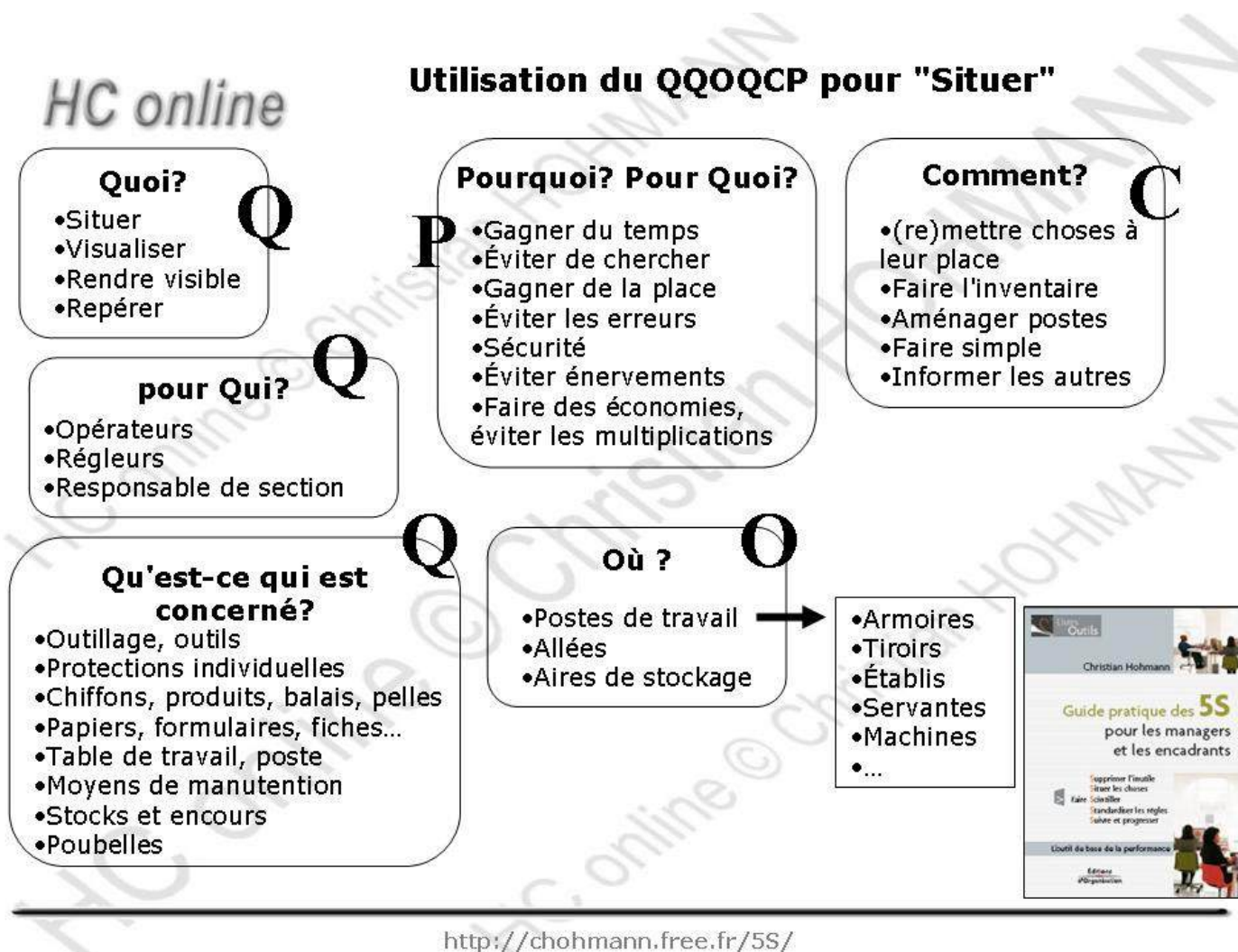
Dans un lieu de travail propre et rangé où la communication est facilitée par des standards visuels, **le stress diminue, la motivation augmente**, des idées d'amélioration sont émises.

- améliore la performance des équipements par des opérations de maintenance clairement définies, attribuées et réalisées.

- Développe **l'esprit de rigueur**. A partir des objets physiques qui font le quotidien de chacun, l'état d'esprit se transforme vers plus d'ouverture, plus de respect de l'autre et de l'environnement, **plus d'envie de progresser**,

- Permet d'ouvrir les esprits, de **faciliter le changement** et l'acquisition d'autres outils ou démarches tels que la Totale Productive Maintenance, l'amélioration des flux, l'auto qualité,...

Le déploiement des 5S peut opportunément utiliser des outils tels que le QQQQCP ou le diagramme causes/effet pour former les participants et animer les groupes de travail.



L'approche par le QQQQCP peut se faire :

- en transmission avec logique du concept, autrement dit expliquer les bien fondés du besoin de **Situer** les choses,
- ou à l'inverse de demander aux participants d'exprimer les besoins et bénéfices de **Situer** les choses, en s'aidant du QQQQCP pour la structuration du questionnement et des réponses.

5.3 5S : Enjeu de Management

Une entreprise qui "fonctionne bien" et qui est performante est une entreprise où chaque personne a l'efficacité optimum à son poste de travail. Ceci constitue un des objectifs principaux du management.

Toute **volonté de progrès** dans une activité **génère des problèmes**. Le mot

problème est pris ici dans le sens d'un écart entre une situation réelle et une situation souhaitée.

L'autonomie d'une personne ou d'un groupe de travail signifie que ceux-ci ont **la volonté et les moyens** de traiter efficacement ces différents aléas. La présence de standards qui formalisent les conditions de travail optimales fait partie de ces moyens.

Ces standards doivent être connus, **acceptés par ceux qui doivent les appliquer** et améliorés en permanence dans leur contenu et leur forme.

Les deux dernières étapes des 5S (Standardiser et Respecter) facilitent par des pratiques simples l'acquisition de cette nouvelle manière de travailler et de progresser.

Les 5S participent à la mise en place d'un **nouveau mode de management** fondé sur la confiance et l'autonomie des équipes de travail.

Pour réussir, la hiérarchie doit soutenir l'application des 5S en allouant les ressources nécessaires. L'intégration de cette démarche dans un cadre structuré et cohérent (ex : projet Lean Manufacturing) est un accélérateur supplémentaire de progrès.

Le point commun des 5S, du Lean Manufacturing (ou "Juste Nécessaire") est l'adoption de principes (principe = guide pour l'action) forts qui deviendront partie intégrante de la culture de l'entreprise. Parmi ces principes nous trouvons :

- 1- *Le management visuel.*
- 2- *La rigueur collective*
- 3- *L'amélioration continue (ou esprit Kaizen)*

Concevoir et produire mieux, plus vite, moins cher des produits durables (respectueux de l'environnement) pour contribuer à satisfaire les clients, le personnel, les actionnaires de l'entreprise tel est le but du lean-manufacturing.

Avoir la volonté d'appliquer les 5S est déjà un formidable moteur pour l'application de ces principes.

La transformation progressive de la culture où chacun pense **VISUEL, RIGUEUR, PROGRES** permet des gains directs et indirects très importants dans tous les domaines de l'entreprise, en particulier :

- sur le respect permanent des **règles de sécurité**, ce qui n'est déjà pas une mince affaire,
- sur la **qualité du produit et du service associé** (y compris le délai) puisqu'il s'agit là aussi de s'attaquer souvent aux dérives, même mineures des règles "de l'art" ou établies, - sur les coûts par la réduction des dysfonctionnements coûteux en énergie pour tous.

La transformation progressive du management devient donc l'enjeu majeur du 5S au delà des apparences et des idées superficielles véhiculées.

Si vous voulez avoir une idée du besoin pour votre entreprise, **faites l'analyse des indicateurs principaux : sécurité, qualité, productivité, fiabilité :**

- Combien d'accidents liés à des petits détails à l'inadaptation et/ou non respect des règles de sécurité ?
- Combien des retours de produits non conformes liés à l'inadaptation et/ou non respect des règles de fabrication ou de logistique ?
- Combien de ressources perdues à cause d'erreurs ou d'oublis ?
- Combien de report de livraison ou d'obligation de sous-traitance suite à la mauvaise utilisation des machines ?

La clé de l'amélioration est donc bien **d'accroître la capacité de chacun, à son poste de travail, à maintenir et améliorer les processus dans les moindres détails.**

Abandonner les idées fixes, réfléchir à comment faire plutôt qu'expliquer ce que l'on ne peut pas faire sont quelques traits de l'état d'esprit communément appelé Amélioration Continue ou Kaizen.

La recherche systématique de **l'élimination des gaspillages** est un domaine d'application privilégié de cette façon de penser.

7 grands types de gaspillages dans **le flux d'un bien ou d'un service** sont habituellement définis :

- _ la sur production,
- _ les stocks,
- _ les opérations inutiles,
- _ les transports,
- _ les mouvement inutiles,
- _ les attentes,
- _ les rebuts et retouches.

La Totale productive maintenance, l'analyse et la simplification des flux des produits et des informations, le changement rapide de référence, le système kanban, les suggestions du personnel et les 5S sont parmi les outils à **appliquer** pour l'élimination de ces gaspillages.

Quelques exemples :

- Marquer et respecter des emplacements au sol limitera les stocks (et réduira les risques d'accidents).
- Ranger les objets les plus utilisés à proximité du poste de travail réduira les déplacements.
- Détecter des anomalies grâce au nettoyage inspection d'une machine diminuera le nombre de pannes et de micro arrêts.
- Avoir des procédures claires établies avec ceux qui doivent les appliquer réduira les rebuts et retouches.

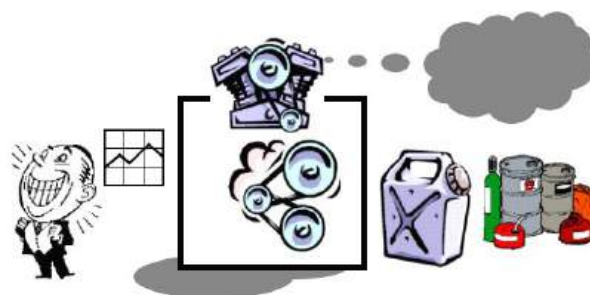
Dans cet ensemble d'outils les 5S occupent une place privilégiée pour les 4 raisons suivantes :

Les 5s sont **simples** à comprendre et à initier

Les 5s **concernent tout le monde** (nous avons tous un poste de travail)

Les 5s sont un moyen efficace pour **changer les habitudes** et acquérir un nouvel état d'esprit

Les 5S ont un impact direct sur tous les gaspillages donc sur l'amélioration de **la qualité, des coûts et des délais.**



5.4 Un Chantier 5S génère des gains en qualité et productivité

Un cas concret des gains apportés par l'application des 5S dans l'industrie ferroviaire.

Publié avec l'aimable autorisation de NEU SF et d'ALSTHOM TRANSPORTS

Entreprise : NEU SF

Fabrication de modules de climatisation

Effectif de l'entreprise : 65

CA : 11 M€

Action initiée avec le Client ALSTOM TRANSPORT, 7 personnes dans le Groupe de Travail



Secteurs :

Assemblage d'un module de climatisation pour Train ATER

+ bureau du responsable de production

Bilan après 3 mois sur les indicateurs de processus et de résultats.

Quantitatif :

	Initial		Après 3 mois	Ecart
Niveau 5S moyen	53%		70%	25%
Temps de montage moyen	45h		38h	-15%
Nombre de non-conformités	7		2	-71%
Nombre de reprises/appareil	8		3	-62%
Temps de chaque reprise	0,8h		0,4h	-50%

Qualitatif :

- Augmentation de la motivation des opérateurs
- Réalisation de propositions d'amélioration
- Organisation de l'atelier avec un travail en pièce à pièce sur des emplacements définis.
- Approvisionnement des composants en bord de ligne.
- Prise de nouvelles habitudes pour profiter au mieux d'un agrandissement de l'usine pour une extension de capacité.

6. Elimination des gaspillages

Un autre mot japonais, **muda** a fait son chemin jusqu'aux langues des industries occidentales. Muda signifie gaspillage, toutefois ce mot intègre de plus vastes connotations. Toute opération ne générant pas de valeur ajoutée est muda. Devoir chercher un outil non immédiatement disponible est muda.

6.1 Muri Mura Muda

Muri, l'excès

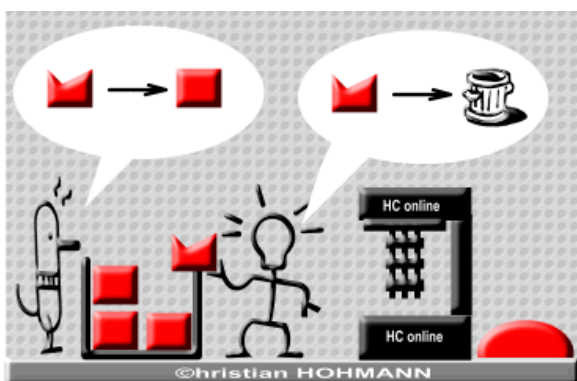
L'**Excès**, le **déraisonnable**. Ce sont par exemple les matériels et matières achetés en excès, en avance, notamment avec des méthodes dites "économiques" (Wilson), des politiques d'achat ou des tailles de lots inadaptées, l'excès de matière première ou de pièces dans les ateliers.

Tout cela constitue un gaspillage de trésorerie (on a payé du matériel qui reste à attendre, sans qu'on en ait réellement besoin), gaspillage de place, d'espace. Le risque d'erreurs ou confusion augmente dans les ateliers et les stocks, il y a un risque d'obsolescence si on ne peut consommer à temps les matériaux en excès. Ce **Muri** nuit aux 5S.

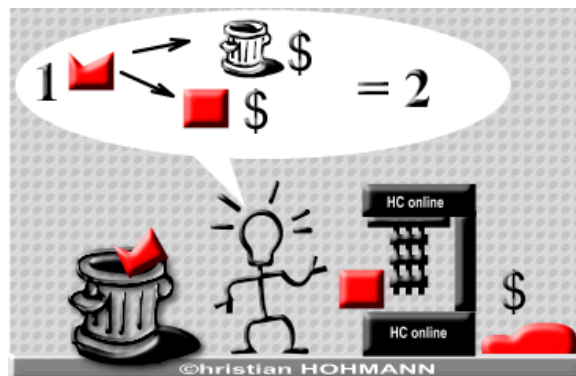
Mais le **Muri** c'est aussi la main d'oeuvre excessive, inefficace, en attente d'occupation. Ce sont les opérations inutiles héritées de modes opératoires obsolètes et non révisés. Ce sont les erreurs qui nécessitent des opérations correctives ou la non qualité qui nécessite de produire plus de pièces pour compenser les pertes...

Une pièce non conforme coûte le double !

Le **Muri** est souvent causé par le respect de standards inadaptés



Mura, l'irrégularité



L'**Irrégularité**. Les à-coups, les ruptures de rythme, conduisent souvent à installer des "buffers", des stocks tampons afin de lisser les flux irréguliers. Cette acceptation revient à créer du **Mura**. L'approche japonaise cherche à éliminer les causes des irrégularités et non à les masquer. En diminuant graduellement la taille des stocks tampon, on révèle les causes des irrégularités et on s'attache alors à les éliminer. L'idée de base est que tout flux de production doit s'écouler harmonieusement comme une rivière. Si des obstacles encombrant son cours, il faut retirer les obstacles et non pas rajouter de l'eau.

Le manque d'équilibrage (irrégularité du flux) des process risque aussi d'entraîner des attentes de machines et main d'oeuvre.

Muda, le gâchis

Le **Gaspillage**, le **Gâchis** "délibéré".

Exemple : le recours aux techniques de contrôle statistique implique l'acceptation d'un niveau de non qualité, un gâchis délibéré.

Le contrôle à 100% doit garantir que toutes les pièces sont bonnes et qu'il n'y aura pas de rebut, de gaspillage.

6.2 Les gaspillages

5S et les sept types de gaspillages selon TOYOTA

En identifiant sept types de gaspillage, TOYOTA a développé son système de production, tout entier orienté vers l'excellence. Cette recherche de l'excellence a donné naissance ou a conduit au succès de la plupart des méthodes dites "japonaises", dont l'approche 5S fait partie.

Les sept types de gaspillage sont :

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. Mouvements inutiles
7. Gaspillages dus aux pièces défectueuses

Pour les entreprises n'ayant pas (encore) atteint l'excellence, les gaspillages sont un gisement de gains (il suffit de les éliminer) que les 5S permettent de réaliser.

Gaspillages provenant de la surproduction

Aussi surprenant que cela paraisse, il existe des entreprises qui produisent plus que nécessaire parce qu'elles égarent des pièces ! Sans ordre ni discipline de rangement, les stocks encombrant tout l'espace.

Poser temporairement un lot à un emplacement non défini, c'est courir le risque que quelqu'un d'autre le re-déplace sans précautions et sans prévenir personne. Que ce lot soit retrouvé ou non, la recherche des pièces perdues va consommer de l'énergie et du temps. Supposons que dans l'urgence il faille refaire les mêmes pièces pour livrer le lot à temps, il en résulte un gaspillage de matière, d'énergie et main d'oeuvre au profit d'un stock que l'on retrouvera plus tard, sans certitude de pouvoir le vendre !

Le gaspillage de surface par la surproduction et les stocks inutiles est un autre gisement d'amélioration.

Les 5S peuvent être mis à profit pour définir des règles de rangement, des emplacements d'entreposage, des zones d'attente. Ces règles seront communiquées afin que chacun sache où se trouve quoi, pourquoi et pour combien de temps. En cherchant à améliorer en permanence la situation, on prendra soin de faire évoluer le système et de le maintenir à jour.

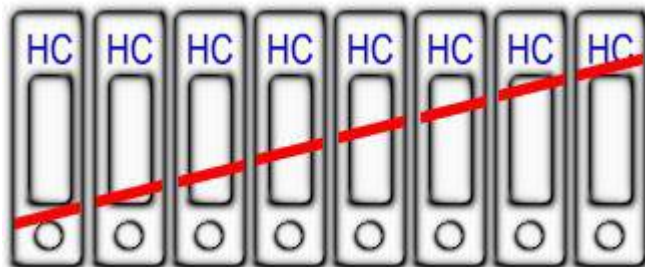
Gaspillages provenant des temps d'attente

L'attente est la conséquence d'une mauvaise synchronisation ou d'une mauvaise préparation. Attendre des pièces, de la matière, des outils, instructions, etc... est éventuellement dû à une mauvaise définition des règles et/ou des zones de stockage et d'entreposage.

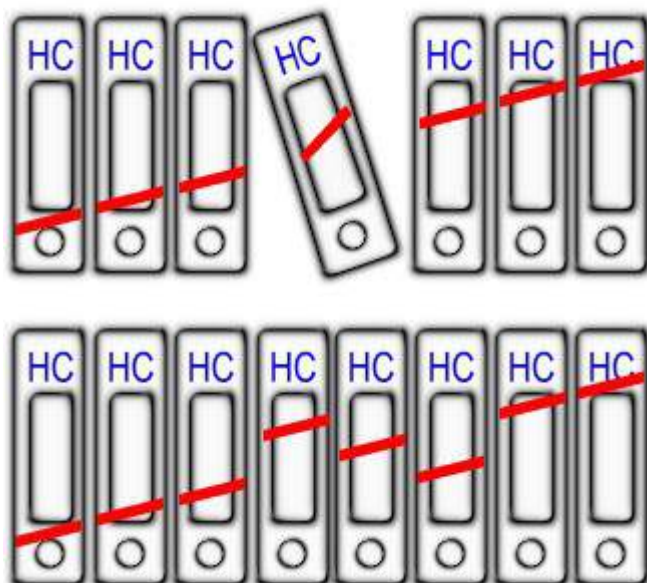
Il faut aussi se poser la question de l'impérieuse utilité de ce que l'on attend... Si cela n'apporte aucune valeur ajoutée, est-ce réellement utile ? Si non : éliminer. Si oui, alors réduire le temps d'attente, les distances à parcourir.

Un disque d'ordinateur "mal rangé" ou surchargé ralentit la machine. Avez-vous songé que les dossiers et fichiers dans les répertoires informatiques sont eux aussi de bons candidats aux **5S** ?

Rechercher un classeur ou un document induit des délais d'attentes. Une mesure simple et qui fait partie des classiques : tirer une ligne de couleur en diagonale des dos des classeurs :



- tout classeur manquant est immédiatement visible
- un classeur à la mauvaise place produit une ligne brisée



Mieux que la numérotation qui oblige à lire et interpréter l'information, le repérage par **ligne de couleur** est un élément du management visuel : simple et immédiat.

Toute durée de recherche est réduite si l'on sait parfaitement où chercher.

Trier et ranger avec la Méthode ABC

*Tout ce qui est d'un emploi fréquent (classe **A**) doit être disponible, opérationnel (en état) et être disposé au plus près du lieu d'utilisation. Si on ne peut le maintenir au plus près en permanence, on prendra soin de le rapprocher suffisamment tôt pour que l'utilisateur n'ait ni à attendre, ni se mettre à la recherche.*

*Tout ce qui est d'un emploi moins fréquent (classe **B**) peut être mis "en arrière" ou éloigné, mais il faut prendre les mêmes précautions pour rendre disponible avant l'emploi.*

*Tout ce qui sert très peu souvent (classe **C**) ne doit pas encombrer l'espace de travail ni les espaces de stockage. On prendra soin de stocker à l'écart tout en maintenant opérationnel.*

Au passage on vérifiera que les classes C servent effectivement et ne sont pas simplement stockées au cas où... car alors il faut éliminer !

Gaspillages occasionnés par les transports

La nécessité de transporter peut être la conséquence des gaspillages précédents. Tous les transports ne peuvent pas être éliminés, mais il faut veiller à les réduire au minimum.

La recherche de tire-palettes pour déplacer des caisses ou palettes est un exercice des plus courant dans les ateliers. Les intéressés réclameront toujours davantage d'engins, alors qu'une définition de règles d'utilisation, d'une zone de stationnement

et la discipline pour s'astreindre à rapporter l'engin une fois la manutention exécutée règle la plupart des problèmes de disponibilité.

Gaspillages dus aux stocks inutiles

Ces stocks portent un nom évocateur ! Dans l'optique des **5S**, cela appelle leur élimination et la récupération des espaces ainsi dégagés, de préférence pour une activité à valeur ajoutée.

Les documents papier et leurs multiples copies, les catalogues et calendriers des années passées, les fichiers informatiques, les stylos et feutres qui n'écrivent presque plus... des stocks inutiles !

Gaspillages dans les processus de fabrication

Les gammes et modes opératoires non maintenus à jour laissent des opérations inutiles dans le processus. La logique du tri et rangement s'applique aussi aux séquences d'opérations dans les gammes.

Ce type de gaspillage se trouve aussi volontiers dans les processus administratifs. Des règles anciennes ont créé des opérations devenues inutiles, mais personne n'ayant pris la peine de les remettre en question, on continue avec application et discipline (!!).

Gaspillages par des mouvements inutiles

L'ergonomie du poste de travail est certainement un cas concret d'application parmi les plus populaires et les plus "visibles" des **5S**. Son agencement suivra une logique inspirée des **5S** (disponibilité, éloignement, tenue, maintenabilité...) et favorisera le maintien de la discipline **5S**.

Parmi les mouvements inutiles, ne pas oublier les déplacements pour aller (re)chercher ce qui manque, ce qui est en retard, pour demander des renseignements complémentaires...

Gaspillages dus aux pièces défectueuses

Un certain nombre de défauts qualité peut être imputé à l'état du poste de travail :

- erreur de montage due à une confusion de pièces, le poste étant en désordre et/ou des pièces d'une autre série/montage y traînaient (défaut d'ordre)
- oubli de pièces, car les pièces manquantes n'étaient pas visibles (défaut d'ordre)
- rayures sur pièces d'aspect par des débris traînants sur le poste (défaut de propreté)
- pièces inutilisables parce que salies (défaut de propreté)

- le défaut est imputable au non respect de l'ordre des opérations (défaut de discipline)



Anecdote

Dans une grande entreprise, le personnel se plaignait fréquemment du manque d'outillage électroportatif, essentiellement des visseuses. Vu le prix à l'unité, la direction rechignait à acheter des unités supplémentaires, étant donné le nombre déjà acquis. Sous couvert des 5S et du thème *trier et débarrasser l'inutile*, une revue de casiers a été organisée. De nombreux outils, au nombre desquels les précieuses visseuses, ont été identifiés comme peu ou pas utiles aux tâches actuelles des personnels qui les conservaient dans les casiers.

Ce stockage inutile était la conséquence logique, mais perverse de la dotation personnalisée des outils : chaque outil étant porté sur la liste personnelle de chaque agent. En défalquant ces outils des listes individuelles et en les mutualisant (inscription à la dotation de la section), non seulement les besoins réels ont été couverts, mais il restait des unités rendues au magasin commun.

Extrait du « **Guide pratique des 5S pour les managers et les encadrants** »

Christian HOHMANN, Editions d'Organisation, Paris, 2005

7. TPM (Total Productive Maintenance)

La TPM est née officiellement au Japon, en 1971.

Elle est une évolution des méthodes de maintenance, notamment américaines, qui tentent d'améliorer le rendement des machines par une démarche proactive.

Produire plus et mieux sans investissement productif supplémentaire est possible si l'on s'attaque aux gaspillages. Ce constat imprègne toutes les méthodes japonaises, et ramené à la conduite des machines, cela signifie chercher à maximiser le temps productif, réduire le temps non productif dû aux arrêts et pannes, conserver les cadences optimales et réduire la non-qualité. Ce sont les trois leviers qu'utilise la TPM : disponibilité, performance et qualité.

La signification de Maintenance Productive Totale est la suivante :

- Maintenance : maintenir en bon état = réparer, nettoyer, graisser et accepter d'y consacrer le temps nécessaire.
- Productive : assurer la maintenance tout en produisant ou en pénalisant le moins possible la production.
- Totale : considérer tous les aspects (même repeindre la machine) et y associer tout le monde.

Au-delà du simple maintien en bon état des machines, l'esprit TPM pousse à les modifier et les améliorer. L'implication des opérateurs est une opportunité pour élever leur niveau de compétence et d'enrichir leurs tâches en leur confiant la maintenance de premier niveau. Par ailleurs, ils connaissent leurs machines de manière intime et sont de fabuleux capteurs à cinq sens, pouvant détecter une anomalie à l'odeur, aux bruits, couleur ou encore vibrations inhabituelles...

7.1 Les idées de base

- La propreté et l'ordre : c'est la première phase nécessaire à la TPM; pas de gain de temps possible en fouillant dans le désordre, pas de détection facile des signes précurseurs de pannes, les fuites par exemple, dans un environnement sale... Ces pré-requis sont les 5S, qu'il faut appliquer avant tout.
- Connaître les machines : leur fonctionnement (de façon précise), leurs performances et leurs faiblesses.
- Suivre quotidiennement les performances des machines, des ateliers, fixer un objectif (très) ambitieux et essayer de l'atteindre, puis de conserver ces performances.
- Associer tout le monde : pour relever les données, suivre les évolutions, générer des idées, accroître les connaissances, garder la motivation.

Les progrès spectaculaires qu'elle amène et son apparente simplicité font de la TPM une méthode très prisée.

Sa mise en oeuvre n'est toutefois pas aussi simple.

Il existe des pièges et comme bien des projets, elle a parfois du mal à survivre au-delà des discours et enthousiasmes des débuts.

Les principaux écueils de TPM sont le mauvais choix des équipements cibles, la

lourdeur du recueil des données et les personnels qui tout à TPM en oublient de... produire !

Il est raisonnable de commencer l'introduction de la TPM dans un atelier ou sur un processus pilote correctement ciblé, puis de l'étendre aux autres ressources clés de l'atelier ou de l'entreprise

7.2 De quoi est faite la journée d'une machine ?

Dans un contexte de rude concurrence, les résultats atteints ne sont pas conformes aux résultats attendus. Alors que les machines semblent tourner à plein, que le personnel court et transpire, d'où proviennent les écarts ?

En se penchant sur le "travail" des machines durant les années 60-70, les ingénieurs de Toyota ont fait des constats étonnants :

- Une machine ne peut "travailler" durant toute la durée d'ouverture de l'atelier. En effet, il y a nécessairement des opérations qui nécessitent son arrêt ou du moins une phase non productive :
 - changements de séries,
 - rechargements,
 - maintenance,
 - préchauffage...
- Lorsqu'une machine produit, elle produit aussi bien des pièces bonnes que des mauvaises !
- Les performances théoriques des machines sont toujours notoirement surestimées
- Des indicateurs inadaptés tel que le "taux de marche" ou "taux de fonctionnement" (temps de fonctionnement / temps d'ouverture atelier) sont trop globaux et ne reflètent pas les performances réelles des machines.

Ainsi, lorsque l'on se penche sur le rendement des machines, on peut se bercer de douces illusions.

Prenons un "Taux d'utilisation", défini comme le rapport temps de fonctionnement machine / temps d'ouverture atelier

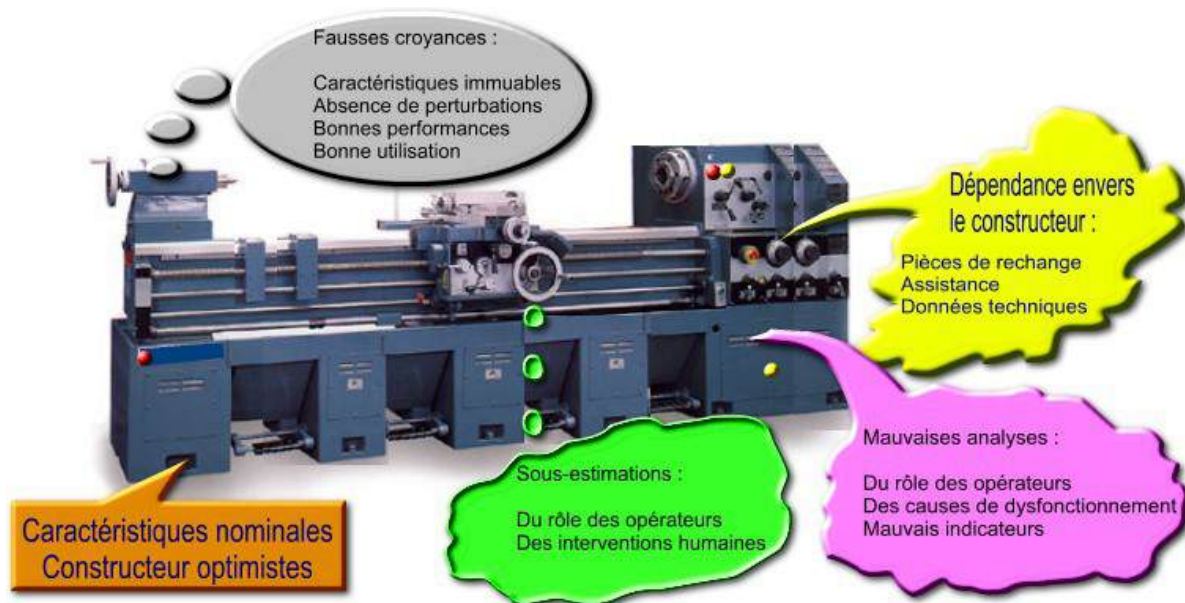
Le temps d'ouverture de l'atelier est de 8 heures quotidiennes et la machine "tourne" 7 heures (une heure étant l'indisponibilité des opérateurs), le taux d'utilisation est de $7 / 8 \times 100 = 87.5\%$

Ce résultat apparemment flatteur ne veut pas dire grand chose, car on ne peut déterminer le nombre de pièces produites par rapport au nombre de pièces faisables, ni combien de ces pièces sont sans défaut.

Un suivi attentif révèle vite que les caractéristiques théoriques ne correspondent pas à la réalité.

La mesure de performance des machines est ainsi entachée d'erreurs, de croyances, qui contribuent à l'illusion d'une bonne performance. La mesure de la performance

réelle est en général un véritable choc, car la productivité est faible. Il n'est pas rare de constater des taux de l'ordre de 50% seulement



7.3 Mesurer la performance d'une machine

L'analyse exhaustive des temps révèle ainsi que par rapport au temps d'ouverture de l'atelier (temps durant lequel il y a capacité théorique de travail, par exemple par la présence du personnel), la machine ne "travaille" que durant une fraction de ce temps. Il faut en effet déduire tous les temps accumulés durant lesquels la machine ne peut travailler, pour des causes d'arrêts planifiés.

Ces arrêts, bien que qualifiés de "planifiés", ne sont pas toujours intégrés dans la planification, ce qui explique au moins en partie les écarts.

Les pertes de temps ne se limitent pas à ces arrêts planifiés, car durant le temps de production possible, des perturbations interviennent, mettant la machine à l'arrêt ou la ralentissant.

Lorsque cette proportion de perturbation est connue, on se rend compte que le temps de production génère des produits bons et des défectueux. Or seuls les produits bons sont "utiles", c'est à dire vendables.

Il doit être évident que seules les pièces utilisables et vendables génèrent du profit. Certaines pièces mauvaises peuvent éventuellement être récupérées, mais toujours au prix d'un surcoût. Certaines fois c'est une perte intégrale.

La représentation sous forme de diagramme donne la décomposition suivante :

Temps d'ouverture		
Temps requis		Arrêts planifiés
Temps d'ouverture		Pannes, pertes de performance
Temps net	Perte cadence	
Temps utile	Non qualité	

7.4 Les pertes et la TPM

Les pertes se définissent par un excédent de dépenses engagées par rapports aux revenus générés.

En matière de TPM, les pertes sont assimilables à des dépenses inutiles (des gaspillages !) qui affectent la performance des équipements eux-mêmes, mais également celle de la main d'oeuvre, des matières et énergies utilisées. La TPM vise à réduire et éliminer ces causes de pertes pour améliorer les performances du système de production.

Les praticiens de la TPM ont dénombré 16 causes de pertes, regroupées en trois familles :

1. Huit pertes liées à l'équipement

1. Pertes dues aux pannes,
2. pertes dues aux réglages,
3. pertes dues aux changements d'outils
4. pertes dues au démarrage,
5. pertes dues aux micro-arrêts et à la marche à vide,
6. pertes dues à la sous vitesse,
7. pertes dues aux défauts et aux retouches,
8. pertes dues aux arrêts programmés et à la fermeture de l'atelier

2. Cinq pertes liées à la main d'oeuvre

1. Pertes dues au management,
2. pertes dues à la rapidité de l'exécution,
3. pertes dues à l'organisation de la ligne,
4. pertes dues à la logistique,
5. pertes dues aux mesures et aux réglages

3. Trois pertes liées aux matières, à l'outillage et à l'équipement

6. Pertes dues à l'énergie,
7. pertes dues à l'outillage,
8. pertes dues au rendement de la matière

7.5 Les buts de la TPM

Les buts de la TPM sont au nombre de cinq :

1. Construire une culture d'entreprise qui améliore l'efficacité du système de production.
2. Construire un système supprimant toute perte et gaspillage : "zéro accidents, zéro défauts et zéro pannes"
3. Couvrir tous les départements, incluant Production, Développement, Marketing et Administration
4. Requérir une complète implication du top management aux employés
5. Atteindre zéro pertes en engageant des activités d'amélioration en petits groupes.

Un but... l'idéal

Ces buts procèdent des constats des causes de sous-performance et de la volonté de transformer les pertes subies en gains (économies). Pour se distinguer de la concurrence, il est nécessaire d'utiliser ses propres ressources mieux que les concurrents.

L'industrie japonaise a montré une voie en éliminant toute forme de gaspillage.

La chasse au gaspillage attaque un gisement de gains potentiels qui peut se révéler fort riche et être exploité facilement.

L'idéal

L'idéal c'est anéantir les pertes et gaspillages pour atteindre :

- Zéro accident
- zéro défauts
- zéro arrêts

Réduire puis éliminer les gaspillages, c'est :

- minimiser les arrêts machines,
- améliorer les machines du parc existant
- optimiser l'utilisation des machines,

Ces gains permettent de :

- réduire les frais financiers,
- retarder ou rendre inutiles les investissements capacitaires,
- introduire de nouveaux équipements en tenant compte de l'expérience du passé (ne pas refaire les mêmes erreurs, mutualiser les bonnes pratiques)

En pratique, il faut :

- augmenter la productivité des machines

- différer les investissements capacitaires (nouveaux équipements pour assurer la capacité de production)
- fiabiliser les machines = trouver et éliminer les causes de micro-arrêts
- rentabiliser rapidement les investissements (générer la VA plus vite)
- améliorer les méthodes de travail :
 - rationaliser la maintenance et y trouver la place de l'homme (c'est un capteur à 5 sens !)
 - valoriser la fonction "conduite de machine "
 - améliorer les conditions de travail
 - diminuer les actions du type "pompiers" (interventions soudaines et acrobatiques...)

7.6 Cinq mesures simples pour approcher puis atteindre le zéro panne

L'analyse des causes de pannes dans un environnement qui n'est pas encore sous [TPM](#) permet de retrouver les cinq mesures basiques énoncées en leur temps par les fondateurs de la méthode :

1. Respecter les règles de base : nettoyage, graissage, resserrages...

Négliger le nettoyage régulier, les graissages et autres opérations d'entretien courant c'est risquer des dégradations rapides de l'équipement. Sacrifier ces opérations apparemment non productives au profit d'un temps productif est un mauvais calcul à court terme, qui probablement se soldera par une intervention bien plus pénalisante et onéreuse plus tard.

A l'inverse, respecter les conditions de base, se conformer aux préconisations du constructeur, c'est maintenir l'équipement dans un état opérationnel.

L'entretien courant, le nettoyage quotidien est à valeur ajoutée, car il permet la détection précoce des signes avant coureurs de dysfonctionnement et d'y remédier avant la panne.

Le temps nécessaire à ces opérations doit être planifié et intégré dans les opérations quotidiennes et ne peut en aucun cas être négligé.

2. Respecter les conditions d'utilisation

Il est parfois tentant de modifier les temps de cycle des machines en changeant les rapports de leur boîte de vitesse, des réducteurs, les temporisations.... Là encore le risque est grand de voir l'équipement se dégrader prématurément, car il est utilisé en-dehors des plages prévues. Ces modifications ne prennent pas en compte tous les éléments qui ont conduit aux solutions techniques d'origine; le calcul et dimensionnement des organes de freinage, la résistance des matériaux, la lubrification, le refroidissement, etc...

3. Remettre en état toute dégradation : réparer ou faire réparer

La remise en état de toute dégradation est une garantie du maintien opérationnel, ainsi que de la valeur patrimoniale de l'équipement.

Ne rien faire face à une dégradation, c'est donner aux utilisateurs un signal que cela est admissible et le risque est de voir s'installer le manque de respect et de soins à l'équipement.

Remédier rapidement à toute dégradation, même minime, c'est montrer la valeur attribuée à l'équipement, l'importance qu'on lui donne et donc le respect qu'on lui doit. Repeindre un carter sale et rouillé est non seulement appréciable pour le confort de travail, mais contribue (dans l'esprit [5S](#)) à la détection précoce des fuites.

4. Améliorer les mauvaises conceptions

A la conception d'une machine, le fabricant du matériel est confronté à des arbitrages lors du choix des solutions techniques ; coût de revient, objectif, état de la technologie, choix conventionnels, adaptations, contraintes réglementaires, savoir-faire, prise en compte des attentes clients et utilisateurs... Autant de raisons de finir avec des solutions ne convenant pas à tous les utilisateurs.

Souvent c'est l'ergonomie qui n'est pas adaptée. Quelques exemples classiques ;

- Dispersion des manomètres, jauges, indicateurs, valves et vannes sur une même machine
- Capotages inamovibles rendant le nettoyage quotidien quasi impossible
- Sens de passage conventionnel de la gauche vers la droite, alors qu'il faudrait l'inverse

Améliorer les mauvaises conceptions peut prendre des formes variées et plus ou moins techniques. Il peut s'agir d'améliorer l'accessibilité pour le nettoyage en montant certains capotages sur charnières ou encore de boucher les ouvertures dans le bâti machine pour éviter l'accumulation de saletés. D'autres modifications nécessiteront des compétences plus pointues, mais les machines étant propriété de l'entreprise (vérifiez si c'est bien le cas!), elle est en droit de les (faire) modifier, améliorer selon ses besoins.

5. Prévenir les défaillances humaines : erreurs lors des opérations, lors des réparations

La meilleure technologie ne vaut rien si elle est mal utilisée par les opérateurs. La prévention des défaillances humaines passe d'abord par la compétence ; il faut former correctement les utilisateurs et les agents de maintenance. Ensuite, il faut mettre à leur disposition les instructions, modes opératoires et documentation, afin qu'ils puissent s'y référer en cas de doute. L'installation de poka-yoké (détrompeurs) et de systèmes de sécurité spécifiques est ensuite recommandé, car personne ne peut rester totalement attentif sur une longue période.

8. Les Poka-Yoke

8.1 Les résultats escomptés

Le Poka-Yoké est un détrompeur, un système anti-erreur. La production en moyenne et grande série oblige les exécutants à réaliser diverses opérations répétitives. L'attention permanente et soutenue pour garantir la qualité amène fatigue et lassitude. La mémoire physique qu'acquiert le corps et les "automatismes", contribue également à la dérive de l'esprit, à la distraction.

Afin de pallier ces faiblesses inhérentes à l'humain, il convient d'équiper les postes de travail de dispositifs anti-erreurs.

Ces dispositifs ou détrompeurs peuvent se présenter sous différentes formes :

- Tout-ou-rien, qui autorise uniquement la position admise pour sa fabrication
- Comptage, pour garantir qu'aucun élément n'a été oublié
- Séquentiels, qui garantissent l'exécution du mode opératoire dans l'ordre défini

Se sont souvent des "bricolages" (au sens noble du terme) astucieux qui permettent de déceler, éviter une erreur.

Quelques exemples :

- Une pièce ne peut être libérée que si l'opération à surveiller a bien déclenché un contact (séquentiel).
- Un système de gabarits retient les pièces à la géométrie non conforme (dimensionnel).
- Un système de piges rend impossible le montage d'un outil à l'envers (asymétrie).

La mise en place d'un Poka-Yoké est souvent faite dans le contexte du Kaizen : à un problème révélé, l'analyse livre les causes et le système Poka-Yoké les supprime

De nombreuses entreprises rêvent de contrôler parfaitement la qualité de leur production. Or, pour atteindre le zéro défaut, la maîtrise statistique des processus et le contrôle par échantillonnage ne suffisent pas toujours.

On utilise alors l'approche du « poka-yoké ». Ce terme japonais, largement répandu par Shigeo Shingo, signifie « éviter (yokery) les erreurs (poka) ».

Les dispositifs poka-yoké ou anti-erreur servent deux fins :

1. permettre un contrôle à 100% et peu coûteux,
2. réduire au minimum les délais entre la détection des défauts et l'application des actions correctives.

Le poka-yoké est souvent associé au terme « zéro contrôle », car plutôt que d'ajouter une étape supplémentaire de contrôle à faire par le service Qualité, l'inspection est intégrée au processus de production.

En effet, l'opérateur est probablement le meilleur inspecteur, à condition qu'on lui fournisse les moyens nécessaires.

L'approche zéro défaut ou poka-yoké accepte que l'erreur soit humaine et qu'il soit nécessaire d'inclure des dispositifs empêchant qu'elle n'engendre des défauts. C'est en travaillant avec cette philosophie que l'on pourra enfin atteindre l'objectif zéro défaut et zéro contrôle.

Erreur ou défaut ?

À l'opposé des autres méthodes d'inspection, l'approche poka-yoké vise à contrôler les erreurs elles-mêmes et non les défauts. Par exemple, le fait d'oublier d'éteindre les phares d'une voiture ne constitue pas un défaut, mais une erreur. Il y aurait défaut si, à cause de cette erreur, la batterie se vidait et empêchait la voiture de démarrer. L'ajout d'un signal sonore alertant l'automobiliste permettrait d'éviter que l'erreur n'engendre un défaut : c'est cela, l'approche poka-yoké.

8.2 Méthodologie

8.2.1 Identifier et analyser

Trouver les problèmes actuels (ou potentiels si on est encore à l'étape de conception). Souvent l'AMDEC est utilisée pour déterminer les problèmes potentiels du processus qui devront faire l'objet de vérifications particulières. Toutefois l'analyse de l'historique qualité (retours clients, quantité de rebuts, cause des pannes, etc.) peuvent s'avérer efficaces.

8.2.2 Prioriser les problèmes

Les problèmes identifiés doivent être rangés en ordre de priorité, ce qui permettra de concentrer les efforts et les ressources sur les aspects stratégiques et rentables. Utiliser les histogrammes de fréquences, de criticité et de coûts (inspections, réparations, rebuts et autres coûts intangibles) en se basant sur une analyse de Pareto.

8.2.3 Chercher les causes

Idéalement, les dispositifs poka-yoké doivent être utilisés pour éliminer les causes des problèmes et non les problèmes eux-mêmes. Toutefois, dans certains cas, l'élimination des causes s'avère difficile et il faudra se résigner à contrôler les problèmes. Il est malgré tout important de toujours bien comprendre les causes des problèmes. À cette étape, le graphique en arête de poisson d'Ishikawa et la méthode du QQOQPC (quoi ? qui ? où ? quand ? comment ? pourquoi ? combien ?) sont très utiles.

8.2.4 Analyser le processus

Il existe une multitude de dispositifs poka-yoké qui permettent de résoudre les problèmes. Plus simple sera le dispositif, plus faciles seront les contrôles à 100%. En outre, pour assurer un temps rapide de réaction, il est important que le dispositif soit le plus rapproché possible de la cause. Il faut donc analyser le processus afin de déterminer quel type de contrôle on peut mettre en oeuvre

9.2.5 Sélectionner le dispositif

Il reste à déterminer quel dispositif poka-yoké utiliser pour éliminer les défauts. Il est souvent nécessaire de consulter des manuels de fabricants de dispositifs spécialisés. Le tableau ci-dessous peut servir de guide

Catégorie	Fonction	Exemple
Contact	Détecter les défauts de formes et de dimensions en utilisant le contact entre deux ou plusieurs éléments	Une pièce trop grande entre en contact avec un déclencheur qui arrête la ligne de montage
Valeur constante	Compter ou détecter une valeur préalablement fixée	Une balance déclenche le processus d'emballage lorsque tous les produits se trouvent dans la boîte d'expédition
Contrôle de mouvement	Détecter si des étapes du processus n'ont pas été bien effectuées	Un détecteur photoélectrique s'assure que l'étiquette est bien en position avant qu'elle soit apposée sur le contenant.
Alerte sensorielle	Utiliser les sens de l'opérateur pour rendre presque impossible l'apparition d'erreurs (codes de couleurs, formes particulières, symboles)	Une inscription est apposée sur une des faces d'une plaque afin que l'opérateur place celle-ci sur le bon côté.

Il est nécessaire également de sélectionner le dispositif poka-yoké en pensant à l'objectif et au résultat à atteindre. Voici un exemple présentant différents objectifs de poka-yoké :

Remplissage d'un contenant au niveau désiré

Objectif	Description	Exemple
Contrôle	Le problème est automatiquement corrigé sans que le procédé soit arrêté.	Un dispositif mesure le niveau et ajuste la remplisseuse afin d'obtenir le niveau désiré.
Arrêt	Le procédé est arrêté à la détection du problème et l'opérateur corrige la situation.	Un détecteur vérifie le niveau une fois le contenant rempli et arrête la ligne si le résultat est insatisfaisant
Avertissement	Lorsqu'un problème apparaît, un signal visuel ou auditif est émis pour faire réagir l'opérateur.	Le dispositif détecte un niveau de liquide insatisfaisant. Il émet alors un signal auditif et l'opérateur arrête la remplisseuse pour corriger la situation.
Alerte sensorielle	L'opérateur détecte lui-même le problème avec ses sens et crée son propre signal en réagissant à la situation	Le contenant transparent passe vis-à-vis d'une ligne de niveau pour permettre à l'opérateur de détecter si celui-ci est acceptable

8.2.5 Mettre en oeuvre

Installer les dispositifs, former les opérateurs et élaborer des procédures d'utilisation et de vérification.

Le succès de l'approche poka-yoké est directement relié à l'utilisation continue et adéquate des dispositifs.

Il est également très utile de prévoir une procédure permettant de bien mettre en évidence les dispositifs poka-yoké lorsqu'ils sont hors d'usage ou en réparation

9. SMED (Single Minute Exchange Die) et Kanban

SMED :

Les japonais se sont efforcés par tous les moyens de réduire la taille des lots économiques de production afin de maximiser la souplesse d'emploi des machines, de réduire les stocks et de pouvoir s'adapter plus vite aux demandes des clients. Un des moyens les plus efficaces pour y parvenir a été la réduction du temps de montage des outils sur les machines (méthode SMED pour Single Minute Exchange Die).

C'est peut-être le domaine où le JAT (Juste à Temps) produit les résultats les plus spectaculaires; on voit couramment ces temps de montage passer de trois heures, par exemple, à quelques minutes. Pour ce faire, il convient de distinguer soigneusement les tâches externes (à exécuter pendant que la machine fonctionne) des tâches internes (à exécuter à l'arrêt) et de transformer en tâches externes le maximum de tâches internes. Par la suite, on réduit la durée de ces dernières par une organisation minutieuse où l'on dispose les outils à portée de main de la machine et sur des plateaux standard dans l'ordre d'utilisation pour gagner du temps. On simplifie les repérages et les modes de réglage (fixations au quart de tour, par exemple). On réduit les temps de réglage par l'adoption de châssis pré-réglés, décomposition des gestes des opérateurs, élimination des mouvements inutiles et entraînement à l'exécution rapide des gestes nécessaires.

Kanban :

Le Kanban est sans doute l'un des outils les plus performant de la production a valeur ajoutée " PVA " en ce sens que sa bonne implantation entraîne une réduction importante des coûts à brève échéance par une meilleure coordination des activités. Il s'agit d'étiquettes ou de fiches sous enveloppe plastique transparente (ce sont souvent, aujourd'hui, des marqueurs informatisés) attachés à chaque lot de pièces ou de produits sur leur chariot de manutention, dans l'usine. Ces fiches constituent à la fois un ordre de transfert et un ordre de fabrication d'un poste de travail à l'autre. Vis-à-vis des fournisseurs, ils peuvent aussi servir de bon de prélèvement sur les stocks déclenchant une commande de réapprovisionnement.

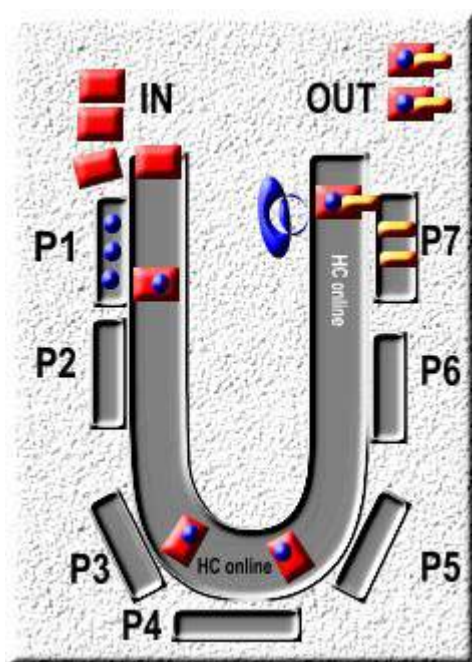
Le système japonais est souvent appelé " méthode kanban ", tant ces fiches en sont à la fois une pierre angulaire de gestion des stocks et, en même temps, un " tuc " d'organisation typique par sa simplicité. On peut y voir une variante améliorée et une généralisation à l'atelier du bon vieux système " stock mini-point de commande ".

10. Aménagement

L'organisation cellulaire, un type d'aménagement d'usine, constitue un concept selon lequel les postes (machines ou autres) sont groupés de façon à former une cellule qui fabrique des produits possédant les mêmes besoins en matière de procédés de fabrication et suivant un processus similaire. Cette cellule manufacturière regroupe généralement des machines, des employés, du matériel, de l'outillage ainsi que des systèmes de manutention et de stockage.

Les bénéfices les plus importants d'une cellule manufacturière sont atteints lorsque celle-ci est conçue, contrôlée et implantée dans un environnement de juste à temps " JAT ", de qualité totale. Les cellules fonctionnant dans ces environnements accroissent la compétitivité des organisations par le biais des aspects suivants :

- * Production orientée sur les besoins du client,
- * Petits lots
- * Travail d'équipe.



- L'entrée (IN) et la sortie (OUT) sont proches, peuvent être contrôlées visuellement et servies, en fonction de la cadence, par une seule personne
- Cette disposition favorise le "one piece flow" ou la [taille de lot de transfert=1](#)
- Les distances étant raccourcies, les opérateurs peuvent s'entraider dans la cellule, la communication à l'intérieur de la cellule est facilitée par la proximité
- Le travail s'exécute à l'intérieur du **U**, les approvisionnements à l'extérieur
- L'emprise globale au sol est généralement plus restreinte que dans le cas d'une ligne longiligne (stocks et appro inclus), les distances de déplacements sont réduites, ce qui évite ces [gaspillages](#).

- Le mobilier et les équipements sont généralement mobiles, sur roulettes, pour autoriser des reconfigurations rapides.

Certains travaux peuvent être effectués par un nombre réduit de personnes, qui se déplacent de poste en poste, dans la cellule. Selon le rythme de production à tenir, la complexité du travail, on peut envisager de n'avoir qu'une seule personne dans la cellule.

Cet outil polyvalent s'appelle : LES CELLULES DE PRODUCTION. Pour créer des cellules en production il faut lier ensemble en séquence des activités de production et s'assurer que la fin de la séquence est près du début de la ligne. Il faut donc ramener le début et la fin d'une ligne de production horizontale (ou droite) très près

l'un de l'autre de façon à former un "U" où le début et la fin des activités sont l'un à côté de l'autre.

Les cellules s'attaquent directement, en re-concevant les postes de travail, à plusieurs sources de non-valeur ajoutée (NVA) mentionnées précédemment:

- Les transports inutiles (les machines sont plus près)
- Les mouvements inutiles (en U, moins de surfaces libres)
- Le stockage inutile (moins d'espace disponible autour des postes)
- Les attentes inutiles (opérateurs multidisciplinaires)
- Les tâches inutiles (moins de transferts à d'autres postes)
- Les produits défectueux (l'opérateur est l'unique responsable de plusieurs opérations)
- La surproduction limitée à une cellule et non à chaque machine

Les cellules de production permettent d'aménager l'environnement de travail de façon à optimiser les activités à exécuter et garantir ainsi l'efficacité du travail accompli.



11 KAÏZEN, pilotage et suivi

11.1 Pilotage

Nous regarderons un outil très apprécié des coordonnateurs (facilitateurs) de projet Kaïzen : LE TABLEAU D'AFFICHAGE.

Son rôle :

1_ identifie une situation à améliorer et reflète le changement souhaité. Le tableau est affiché bien en vue dans un endroit accessible au travail. Le tableau a recours aux cartes pour faire circuler l'information basée sur des faits.

2_ facilite la communication entre l'ensemble du personnel et les membres de l'équipe d'amélioration (implique tous les employés). Le tableau fait passer le processus d'amélioration de l'abstrait des salles de réunion au concret du plancher de travail (Micro améliorations précises).

LE TABLEAU D'AFFICHAGE des opportunités d'amélioration est constitué de :

1. CARTES DE FAITS, jaunes décrivant ainsi les PROBLÈMES :

Brièvement expliquer le problème, donner les causes puis de dater et signer (EX : Il y a toujours 4 à 5 boîtes de carton mouillées par paquet qui bloquent la machine. Le 5/12/99 par M.L.)

2. CARTES DE SOLUTIONS, grises décrivant ainsi les AMÉLIORATIONS :

Ce que vous proposez pour améliorer la situation (recommandations, idées d'amélioration, suggestions, mesures correctives, puis dater et signer.

(EX : Demander au personnel attitré au nettoyage du plancher de soulever les boîtes. Le 5/12/99 par M.L.)

Ces cartes ("Post-it" de couleur) sont collés par n'importe qui sur un tableau de grandeur adéquate (3` X 6`) sur un mur localisé dans un endroit stratégique (corridor, cafétéria, salle de conférence, ...) identifiant comme entête les grandes étapes du processus étudié.

À partir du TABLEAU D'AFFICHAGE, le suivi des opportunités d'amélioration se fera ainsi :

A_ Regrouper les cartes de fait (jaunes) décrivant de diverses façons un même problème et reformuler clairement une carte (synthèse) de fait (jaune).

B_ Regrouper les cartes de solutions (grises) décrivant de diverses façons une même idée et reformuler clairement une carte (synthèse) de solution (grise).

À partir de ces données, nous pouvons établir un tableau de suivi des idées d'améliorations :

1. Réunir les cartes de faits et de solutions qui s'attaquent à un même problème.
2. Déterminer à partir des cartes de faits et solutions d'un problème des idées d'améliorations (Brainstorming).
3. Définir les idées "Mise à l'essai" (immédiatement) et déterminer le "Qui?", le "Quoi?" et le "Quand?"
4. Faire le suivi des actions réalisées, c'est-à-dire pour chacun des idées mises à l'essai, indiquer : résultats concluants (C), résultats peu concluants (PC) et idées non-viables (N).

5. Porter au tableau les idées à évaluer plus tard (moyen et long terme) que l'on traitera au besoin après avoir pris action sur les idées "Mises à l'essai".

11.2 Suivi

Le post-kaizen est la poursuite immédiate des activités Kaizen par une petite équipe réduite et interne au site étudié. Des gens directement concernés tel que ; le directeur de production, un coordonnateur ou un employé de la ligne, une personne de la maintenance sans oublier le responsable du suivi de chantier.

Vous devez nommer un responsable « suivi de chantier » ayant participé au Kaizen qui sera libéré à plein temps durant environ trois mois. Ce volontaire, intéressé aura une bonne connaissance du processus étudié. Il héritera dès le départ de tous les projets d'amélioration identifiés lors du kaizen. Sa première tâche sera de faire la revue de chacun des projets pour s'assurer que tous les éléments suivants ont été clairement définis :

- le sujet du projet,
- le problème identifié,
- l'amélioration proposée,
- le résultat visé,
- la ressource principale,
- le délai de réalisation (qui doit être de moins de trois mois).

L'équipe post-kaizen doit par la suite faire la présentation des résultats du Kaizen et des projets d'amélioration choisis à tous les employés de l'usine. L'équipe devra aussi prendre l'engagement de tenir régulièrement le personnel informé de l'avancement des travaux. Pour ce faire une affiche genre thermomètre, dont l'échelle indique le nombre de projet à réaliser avec une ligne rouge démontrant la progression au fur et à mesure qu'un projet est complété, ferait très bien l'affaire.

Le but du post-kaizen est d'optimiser vos activités actuelles en implantant rapidement les améliorations identifiées durant le chantier. Vous ne pourrez résister à éliminer davantage le gaspillage et le superflu accumulé grâce à cette nouvelle façon de penser qu'apporte le kaizen. Vous trouverez des solutions meilleures que celles proposées et alors vous aurez compris la force de cet extraordinaire outil qu'est le kaizen.

Si vous vous demandez comment faire mieux voici une piste que les champions ont découverte. En maintenant une petite équipe permanente sur le site vous pourrez comme eux, à la manière Kaizen, aller plus loin, continuer d'optimiser vos opérations, parfaire vos activités et surtout inventer de nouvelles façons de faire, grâce à la matière grise des utilisateurs.

12. Kaizen, écueils & alternative

La résistance au changement

Il n'est pas trop difficile d'introduire des nouveautés dans une organisation, mais en conserver et en maintenir la dynamique l'est assurément. Une des raisons de l'échec est la résistance au changement, changer sa routine confortable. Comme les changements ont longtemps été imposés par la hiérarchie et destinés à gagner plus "sur le dos" des ouvriers, ceux-ci nécessitent informations, entraînement et surtout de la confiance dans le nouveau système. Et quel meilleur moyen pour gagner l'adhésion des acteurs au projet que de les faire participer ?

Le second écueil classique est le manque de structures, de systèmes et procédures qui assurent la continuité de ces nouvelles activités. L'expérience montre malheureusement des projets lancés à grand renfort de publicité, mais qui n'ont pas dépassé le stade d'affiche, ou d'autres, morts nés car personne n'avait en charge le maintien et l'animation. L'implication de la direction dans de telles activités est cruciale. Le middle management doit lui fournir les moyens opérationnels pour transmettre et maintenir le projet dans l'atelier.

En faire trop ...

Dans un environnement industriel, les points d'amélioration potentiels sont nombreux. On pourrait même améliorer indéfiniment. Il est assez fréquent que les groupes d'amélioration proposent des améliorations pour améliorer. Si c'est là le but, il ne faut cependant pas perdre de vue que l'amélioration devrait apporter de la valeur ajoutée ou supprimer des pertes.

Bien qu'on ne puisse pas fixer de critères absolus pour évaluer l'intérêt d'une amélioration proposée, il peut être déroutant d'entendre que l'ajout d'un "élément de confort" sur un poste de travail relève du Kaizen. Bien sûr, il faut soigner l'ergonomie des postes, mais il faut bien s'entendre aussi sur le champ d'action de la démarche Kaizen, car toute action n'est pas justifiable simplement parce qu'accompagnée du mot magique.

Le cadre formel doit en principe veiller aux dérives. Le recours à des outils simples d'analyse et d'aide à la décision tels que les diagrammes de Pareto et le QQOQCP peuvent se révéler forts utiles.

Une alternative

Kaizen Blitz – Kaikaku

L'approche Kaizen traditionnelle ou "amélioration continue à petits pas, est par sa définition même, une approche graduelle, incrémentale, à mener sur le long terme. On améliore quantité de choses, mais en faible amplitude.

L'approche Kaizen présente de multiples intérêts, mais l'inconvénient de cette approche est la faible vitesse de déploiement et la modestie des améliorations.

Les enjeux et les défis auxquels sont soumises les entreprises ne leur laissent pas toujours le temps pour mener les actions d'amélioration à cette allure, une autre approche est donc nécessaire, mais qui doit reprendre les facteurs clés de succès du Kaizen :

- Participatif (les personnels concernés sont les acteurs, ils font eux-mêmes, en groupes)
- Compréhension des enjeux, des avantages pour l'entreprise, les clients et les bénéficiaires pour les participants

Le Kaizen Blitz ou Kaikaku (Changement radical) est une approche de type Kaizen dans laquelle on joue sur un sentiment d'urgence et dans laquelle on focalise les énergies sur un thème à améliorer ou des problèmes à résoudre. Il s'agit de créer un changement radical en peu de temps.

Le chantier

La mise en oeuvre du Kaikaku, qu'on l'appelle Kaizen Blitz ou Hoshin, se fait traditionnellement sous forme de "chantier", c'est-à-dire le travail focalisé sur une zone et un thème défini, en un temps limité.

Les chantiers importants sont menés le plus souvent sur une semaine, du lundi au vendredi.

Des chantiers plus modestes peuvent être menés sur des durées plus courtes, il s'agit alors essentiellement de mise en oeuvre et moins d'élaboration de solutions.

La tension positive créée autour d'un chantier Blitz est un fusil à un coup : il n'y a pas de droit à l'erreur sous peine de décrédibiliser la démarche et démotiver les participants.

Pour qu'un chantier Blitz soit un succès, il faut :

- un thème, une zone, objet du chantier, dont la transformation sera un signal fort envers les personnels et démontrera les bénéfices de cette approche,
- un travail préalable de recueil de données et de faits, de manière à disposer de la "matière première" lorsque le groupe va travailler à la résolution des problèmes et à l'amélioration ciblée,
- un animateur capable de gérer la tension du groupe, de l'amener à l'objectif

Piège

Le piège classique avec une approche Blitz est de se laisser séduire par la rapidité et l'ampleur des changements, au point de privilégier cette approche, voire ne plus utiliser que celle-ci.

Le danger est alors de faire reposer toute la démarche de progrès sur quelques "champions", capables de mener de tels chantiers, mais non plus sur une vraie démarche participative que l'ensemble des personnels s'approprient et font vivre

13. CONCLUSION

Les bénéfices des principes du Kaizen sont multiples. Les solutions privilégient le bon sens commun, des approches à faible coût, le réajustement permanent. Les améliorations deviennent possibles et la dynamique est impulsée. Il n'est pas toujours nécessaire d'obtenir l'approbation de la direction pour opérer les changements. Cependant, les points suivants doivent absolument être respectés :

La démarche d'amélioration doit être formalisée, pour éviter que, dans leur enthousiasme créatif, les acteurs ne prennent des initiatives dont ils ne peuvent mesurer toutes les conséquences, à l'insu des spécialistes et responsables.

Si le système prévoit une forme de récompense, il faut être très clair sur les motifs d'un rejet d'idée, qui paraîtra toujours injuste à son auteur.

Les agents des méthodes doivent trouver leur place dans ce système, eux dont le métier est précisément d'améliorer en permanence...

14. GLOSSAIRE

DBR : (Méthode) Durm Buffer Rope.

5S : "Cinq S" est l'abréviation de cinq termes japonais commençant par un S utilisés pour créer un bon environnement de travail aux opérations à valeur ajoutée. Seiri signifie "trier et éliminer", Seiton veut dire ranger le poste de travail (un emplacement dédié pour chaque chose), Seiton concerne le nettoyage des éléments du poste avec une vision entretien et maintenance, Seiso traite du nettoyage quotidien qu'il faut faire pour maintenir le poste en bon état et Shitsuke désigne la rigueur nécessaire pour maintenir les quatre S précédents jour après jour. Le 5S est une excellente entrée en matière pour l'organisation du poste de travail qui débouche sur les "standards de travail", d'une part et les équipes autonomes de l'autre.

5 POURQUOI? : La méthode de base de résolution de problèmes du lean. Ohno insiste souvent sur la nécessité de se poser cinq fois la question "pourquoi?" pour aller au-delà des causes symptomatiques et trouver les causes fondamentales (sur lesquelles on pourra alors agir pour éliminer le problème une fois pour toutes). Le piège du 5 pourquoi? est la déduction en salle. À chaque "pourquoi?" il faut se poser la question au gemba, à la personne qui fait le travail et qui pourra donner une réponse concrète plutôt qu'une réponse imaginée par déduction.

EHS : Environnement Hygiène Sécurité

GEMBA : Le terrain - là où la création de valeur se passe réellement. On parle aussi de "genchi genbutsu": aller voir sur le terrain comment les choses se passent pour acquérir une expérience concrète de la situation.

GEMBUTSU : On appelle gembutsu les éléments concrets du Gemba. Une machine en panne, des produits retournés ou un client mécontent sont appelés gembutsu

HANSEI : Des sessions de réflexion systématique à la fin de chaque activité. Il s'agit non seulement d'opportunités d'apprentissages mais aussi de moments de partage d'expérience entre fonctions. La pratique de "hansei" est une des clés du kaizen, car il s'agit d'un moment d'évaluation et de fixation de nouveaux objectifs.

HOSHIN : La méthode HOSHIN est un système de management qui permet à l'entreprise de concentrer tous ses efforts et toutes ses ressources dans la réalisation rapide d'un objectif

KAIKAKU : Changement drastique, par opposition au terme Kaizen, qui consiste en des changements continus et de faible amplitude.

KAIZEN : Organisation des discussions en équipe pour stimuler l'amélioration continue. L'objectif du kaizen est l'élimination du "muda" sous toutes ses formes. Il s'agit de rendre les tâches plus simples et plus faciles à effectuer. Pour réussir, le kaizen commence par les "standards de travail". Voir [*ImaiKaizen*][*Kaizen*], de Masaaki Imai.

KAIZEN BLITZ : Kaizen version « éclair »

KANBAN : Systèmes d'information matériels décentralisés sur la base de la reconstitution de stocks continus. Le terme "kanban" correspond à des cartes, ou fiches, qui sont un signal permettant de ne produire que les pièces qui viennent d'être consommées et dans l'ordre de leur consommation. Il y a plusieurs types de kanban, dont essentiellement: (1) les instructions de production (triangles ou cartes), (2) les instructions de prélèvement (prélèvement ou kanban fournisseur)

LEAD TIME : Temps d'écoulement ou temps de défilement, le Lead Time est un concept fondamental du lean et correspond au temps nécessaire pour produire un produit depuis l'acceptation de la commande à l'expédition. Le Lead Time se décompose en A + B + C:

A: de la réception de la commande au début du travail

B: du début du travail sur les matières et composants à la fin du produit (temps de production + temps de non-production)

C: de la production de la première pièce du conteneur à la dernière (Takt Time du produit x nombres de pièces dans un container)

LEAN : L'école de gestion d'entreprise dite lean (littéralement : « mince », on peut traduire par « entreprise agile » ou « entreprise flexible ») lie la performance (productivité, qualité) à la souplesse d'une entreprise, qui doit être capable de reconfigurer en permanence l'ensemble de ses processus (réactivité industrielle).

LEAN MANUFACTURING : système de production à haute performance cherchant à éradiquer toute forme de gaspillage (délais inutiles, coûts inutiles, stocks inutiles, etc.).

MUDA

Les gaspillages: toute activité qui consomme des ressources sans ajouter de valeur pour le client. Toyota parle aussi de "mura" (irrégularité) et de "muri" (difficulté).

MURA

Les interruptions dans un flux de travail. La variabilité, en particulier, est une forme de mura: si chaque personne dans un flux de travail suit un cycle répétitif, mais que l'une à de la variabilité dans la répétition de ses opérations elle créera des attentes ou de l'accumulation dans le flux.

MURI

Les conditions de travail difficiles pour les opérateurs ou les équipements. Tout travail mentalement ou matériellement difficile pour l'opérateur est créateur de muri et de muda en plus d'être pénible pour la personne elle même, un gaspillage d'énergie.

POKA-YOKE

Ou "détrompeurs" des petits systèmes pratiques qui permettent d'identifier immédiatement que l'on fait de la non-qualité ou que l'on ne suit pas le standard de travail soit en bloquant les opérations suivantes, soit en allumant un voyant qui indique un problème. De préférence, les poka-yoke sont conçus et réalisés par les opérateurs eux-mêmes.

SEPT GASPILLAGES

Les sept gaspillages fondamentaux sont les suivants:

1. Production excessives: produire trop, ou trop tôt
2. Attentes: attendre des pièces ou une machine qui finit son cycle, etc.
3. Transports et manutentions inutiles: tout transport est essentiellement un gaspillage et doit être minimisé
4. Usinages inutiles: toute action à valeur ajoutée qui ne se fait pas simplement ou du premier coup
5. Stocks: plus de matière et composants que le minimum qu'il faut pour réaliser le travail
6. Mouvements inutiles: tout mouvement qui ne contribue pas directement à l'ajout de valeur
7. Corrections: toute réparation est un gaspillage

SIX SIGMA : 6 sigma est une méthode de management du progrès particulièrement efficace. Issue d'une démarche fortement connotée qualité à l'origine, 6 sigma est relativement simple sur le plan du principe.

SMED

Single Minute Exchange of Die, la méthode mise au point par Shigeo Shingo avec Toyota pour réduire les temps de changements d'outil. Le temps de changement se mesure de dernière pièce bonne à première pièce bonne. Les trois étapes essentielles de la méthode sont: (1) distinguer les opérations internes (la machine à l'arrêt) des opérations externes (la machine en fonctionnement); (2) transformer le maximum d'opérations internes en opérations externes par de la préparation. Par exemple, on peut amener le nouvel outil à proximité de la machine en préparation pendant que celle-ci opère encore, plutôt que d'aller le chercher une fois la machine arrêtée; (3) rationaliser toutes les opérations (en particulier les opérations de réglage une fois le nouvel outil monté). La méthode SMED est redoutablement efficace pour réduire les temps de changements, sans investissement au début (par de l'organisation), puis en modifiant progressivement les installations. Il est d'usage de se donner des objectifs de réduction par paliers de 50%. Le but est de descendre en dessous de 10 minutes, puis dans un deuxième temps de pouvoir faire le changement dans le temps d'un cycle de travail.

TDMS : acronyme signifiant "Time-shared Data Management System" Logiciel de systèmes hiérarchiques développé par la firme System Development Corporation (Burroughs).

TOC : Theory of constraints / théorie des contraintes

TPM : Total productive maintenance