

Lean manufacturing

Quelle place pour la santé
et la sécurité au travail ?

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles est une association loi 1901, créée en 1947 sous l'égide de la Caisse nationale d'assurance maladie, administrée par un Conseil paritaire (employeurs et salariés).

De l'acquisition de connaissances jusqu'à leur diffusion, en passant par leur transformation en solutions pratiques, l'Institut met à profit ses ressources pluridisciplinaires pour diffuser une culture de prévention dans les entreprises et proposer des outils adaptés à la diversité des risques professionnels à tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, services de prévention et de santé au travail, instances représentatives du personnel, salariés. . .

Toutes les publications de l'INRS sont disponibles en téléchargement sur le site de l'INRS : www.inrs.fr

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS) de l'Assurance maladie - Risques professionnels, disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé notamment d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ces professionnels sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, instances représentatives du personnel, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Les caisses assurent aussi la diffusion des publications éditées par l'INRS auprès des entreprises.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 € (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, 2023.

Édition : Emmanuelle Chalaux (INRS)

Conception graphique : Julie&Gilles

Mise en pages et schémas : Valérie Causse Latchague

Démarche de prévention

Secteurs | Métiers | Activités | Situations de travail

Lean manufacturing

Quelle place pour la santé
et la sécurité au travail ?

ED 6144 |
Octobre 2023

Brochure INRS élaborée par A. Lux, avec la contribution de B. Daille-Lefèvre, M. François, S. Guyot, J. Lemarié, J. Marsot et É. Morvan

Sommaire

Avant-propos	3
1 Le lean manufacturing : de quoi parle-t-on ?	4
1.1 Origine	4
1.2 Démarche	4
2 Les principes du lean : mise en œuvre et liens avec la santé et la sécurité au travail	6
2.1 Activités à valeur ajoutée – Gaspillage	6
2.2 Le juste-à-temps (JAT)	7
2.3 Le <i>jidoka</i>	9
2.4. Management visuel et indicateurs	11
3 Les principaux outils du lean : mise en œuvre et liens avec la santé et la sécurité au travail	12
3.1 Le <i>kaizen</i>	12
3.2 Le <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	14
3.3 Le 5S	15
3.4 Le standard de travail	17
3.5 L' <i>andon</i>	18
3.6 Le <i>SMED</i>	19
3.7 La ligne en U	21
Synthèse	
Lean manufacturing : quelle place pour la santé et la sécurité au travail ?	23
Pour en savoir plus	24
Glossaire	25

Avant-propos

Éliminer les activités sans valeur ajoutée afin d'améliorer la performance de l'entreprise, c'est le fondement du système de production appelé lean manufacturing ou plus simplement lean.

Puisant ses racines dans l'industrie automobile japonaise des années cinquante, ce mode d'organisation du travail s'étend aujourd'hui à d'autres secteurs d'activité. Souvent présenté par ses promoteurs comme un remède à la crise économique, il est néanmoins l'objet d'interrogations, notamment en matière de conditions de travail des salariés.

Cette brochure a pour objectif d'apporter à l'ensemble des acteurs de la prévention, ainsi qu'aux décideurs, un éclairage sur les questions que pose le lean vis-à-vis des aspects de santé et de sécurité au travail. En particulier, elle entend donner des repères pour identifier ce qui, dans une organisation de type lean, peut entraîner des situations à l'origine d'accidents, de troubles musculosquelettiques (TMS) ou de risques psychosociaux (RPS). Des pistes d'actions sont également proposées pour aborder les aspects de santé et de sécurité au travail.

Cette brochure s'appuie principalement sur la description des principes présentés dans la littérature, ainsi que sur les formes d'application connues du lean manufacturing, notamment dans l'industrie automobile. Par ailleurs, elle aborde essentiellement les aspects opérationnels ; les autres éléments inhérents au lean (système de management et culture d'entreprise) ne sont pas ou peu abordés.

L'INRS ne se prononce pas pour ou contre le lean mais porte un regard critique sur les principes et la mise en œuvre de ce mode d'organisation vis-à-vis des nécessités de la prévention des risques professionnels.



1. Le lean manufacturing : de quoi parle-t-on ?

1.1 Origine

Le lean manufacturing ou simplement lean (littéralement « maigre », « épuré ») trouve son origine dans le *Toyota Production System (TPS)* élaboré par Taïchi Ohno entre les années cinquante et soixante-dix. Ce système vise à ne produire que le strict nécessaire, au bon moment et de façon la plus performante possible. Dès les années quatre-vingt, cette nouvelle approche se diffuse aux États-Unis, puis, un peu plus tard, en Europe et en France.

L'industrie automobile a profondément évolué au cours de ces dernières années : le contexte économique est devenu fortement concurrentiel. Les systèmes de production de masse (fordisme, par exemple) ne sont plus adaptés à la production de multiples versions d'un véhicule (personnalisation par le client, renouvellement toujours plus rapide des modèles). Plus que jamais, qualité, coûts et délais sont les maîtres mots de ce secteur industriel. Pour répondre à de telles exigences, les constructeurs puis les équipementiers automobiles se sont progressivement orientés vers des systèmes de production de type lean.

Omniprésent dans l'industrie automobile, promu par l'État et les régions, le lean s'est aujourd'hui développé au sein des activités manufacturières et au-delà, par exemple dans les secteurs des services à la personne, de la santé ou encore des services administratifs¹.

1.2 Démarche

Dans la littérature, le lean est présenté comme une philosophie, un mode de pensée (*lean thinking*) ou de management (*lean management*) répondant à une problématique globale d'amélioration de la performance industrielle.

Le modèle économique sous-tendu par cette approche consiste à éliminer tout ce qui n'apporte pas directement de valeur ajoutée au produit selon le point de vue du client, ce pour quoi il est prêt à payer. Ainsi, pour rester compétitives, les entreprises doivent engager une réelle chasse aux « gaspillages » (*muda* en japonais).

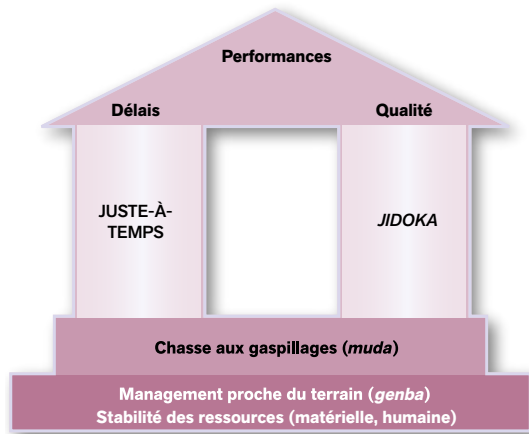
La recherche de cette excellence opérationnelle (autre terme utilisé en France pour désigner le lean) est souvent comparée à la construction d'un édifice (*voir figure 1*) qui a comme fondations :

- la stabilité des ressources, matérielles (fiabilité des machines, des équipements...) et humaines. Les opérateurs sont en effet placés au centre de la démarche lean ; c'est principalement sur leur expérience et leurs compétences que repose l'amélioration des performances ;
- le management, qui doit être proche du terrain (*genba* en japonais). L'encadrement doit aller « voir avec ses yeux » les problèmes. Il doit les mettre

1. Le lean se décline par exemple sous la forme de *lean design*, *lean office*, *lean healthcare* et même *lean research* pour rationaliser les activités de recherche.

en lumière et ne pas sanctionner ceux qui les signalent ;

– la « chasse aux gaspillages ». Celle-ci s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue (*kaizen*) et s'appuie sur des outils tels que le *Value Stream Mapping* (*VSM*) et la méthode 5S.



■ Figure 1. L'édifice lean

Les deux piliers de cet édifice sont le juste-à-temps (JAT) et le *jidoka* :

– le JAT, ou production en flux tiré, signifie que l'on produit uniquement à partir d'une commande client qui « tire » le processus de production de l'aval vers l'amont. En fractionnant la taille des lots et en rythmant la fabrication sur la demande des clients (*takt time*), ce mode de production permet de limiter les stocks et les en-cours de production ;

– le *jidoka* a pour objectif d'éviter la production de pièces défectueuses. Il est notamment basé sur la notion d'auto-activation ou « automatisation » (contraction d'autonomie et d'automatisation), qui permet de détecter en temps réel les défauts, de stopper la production au premier défaut, d'identifier et de traiter la source de dysfonctionnement. Un élément essentiel du *jidoka* est la standardisation que l'on retrouve à différents niveaux, afin d'assurer la reproductibilité des produits fabriqués.

Si les objectifs et les principes du lean sont relativement partagés, leur mise en œuvre est très différente selon les entreprises, compte tenu de la compréhension qui en est faite et du contexte.

Il n'existe donc pas un lean mais une diversité d'applications plus ou moins complètes pouvant avoir des effets très variables sur la santé, la sécurité et les conditions de travail.



2. Les principes du lean : mise en œuvre et liens avec la santé et la sécurité au travail

2.1 Activités à valeur ajoutée – Gaspillage

Les notions de valeur ajoutée et, inversement, de gaspillage ont une place centrale dans le lean. La valeur ajoutée s'entend selon le point de vue du client. Les actions à valeur ajoutée sont donc celles qui transforment la matière, les prestations... afin que ces dernières répondent directement aux attentes des clients.

Par opposition, les gaspillages sont des activités qui augmentent le coût, demandent du temps, des ressources, sans pour autant augmenter la valeur du produit ou de la prestation. Selon les principes du lean, ces gaspillages se déclinent en sept types (voir figure 2).

Contrairement aux approches classiques d'amélioration de la performance (taylorisme), qui sont basées sur l'optimisation des actions à valeur ajoutée (par exemple diminution du temps d'usinage

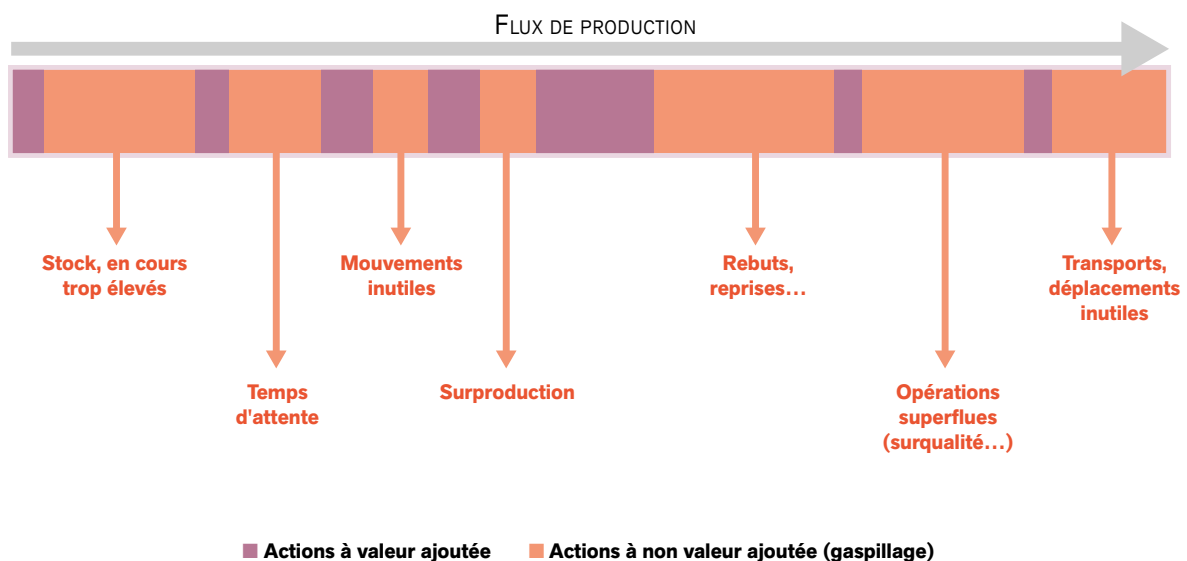


Figure 2. Valeur ajoutée et gaspillages

d'une pièce), le lean est centré sur l'élimination des actions sans valeur ajoutée.

Cette chasse aux gaspillages s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue (*kaizen*) et utilise des outils tels que le *VSM* et le *5S* (voir chapitre 3).

Points de vigilance pour la santé, la sécurité et les conditions de travail

En recherchant une amélioration de la performance centrée uniquement sur la notion de valeur ajoutée, la chasse aux gaspillages conduit dans certaines conditions à :

- une densification du travail ;
- une exposition à de nouveaux risques.

Densification du travail

La suppression des déplacements et de certains mouvements est souvent présentée par les professionnels du lean comme un atout vis-à-vis des conditions de travail : moins de déplacements engendreraient moins de fatigue, moins de mouvements induiraient moins de TMS.

Toutefois, le point de vue adopté par le lean pour supprimer ces mouvements et déplacements est celui de la « valeur ajoutée ». Cela conduit dans certains cas à supprimer des actions qui s'avèrent en fait utiles, tant pour la santé et la sécurité des opérateurs (possibilité de récupération physique et psychique...), que pour la performance de l'entreprise (anticipation et adaptation aux événements imprévus, coordination du collectif de travail...).

Il en résulte une densification du travail (moins de temps de repos, d'échanges informels...) qui, poussée à l'excès, peut être à l'origine de troubles musculosquelettiques ou de risques psychosociaux.

La mobilisation des opérateurs, notamment dans le cadre de « chantiers » pour réaliser cette chasse au gaspillage, peut aussi engendrer des situations stressantes. En participant activement à ces chantiers, les opérateurs peuvent avoir l'impression de contribuer eux-mêmes à l'augmentation de leur charge de travail, à la réduction de leurs marges de manœuvre, voire à la suppression de postes.

Exposition à de nouveaux risques

Cette chasse aux gaspillages peut également générer des risques d'accidents : c'est par exemple le cas lorsque, pour « valoriser » le transport d'une pièce, il est demandé à des opérateurs de réaliser un contrôle visuel tout en se déplaçant, ce qui est contraire aux principes de prévention du risque de chute de plain-pied.

Le rapprochement des équipements de production, dans le but de réduire les déplacements et les stocks intermédiaires, peut entraîner l'exposition des opérateurs à de nouvelles nuisances : bruit, rayonnements, émanation de produits toxiques, etc. Il contribue également au maintien de la station debout (piétinement), qui peut occasionner une sensation d'inconfort et l'apparition de douleurs au dos.

En conséquence, le rapprochement des équipements de production doit faire l'objet d'une évaluation globale des risques engendrés par la nouvelle organisation.

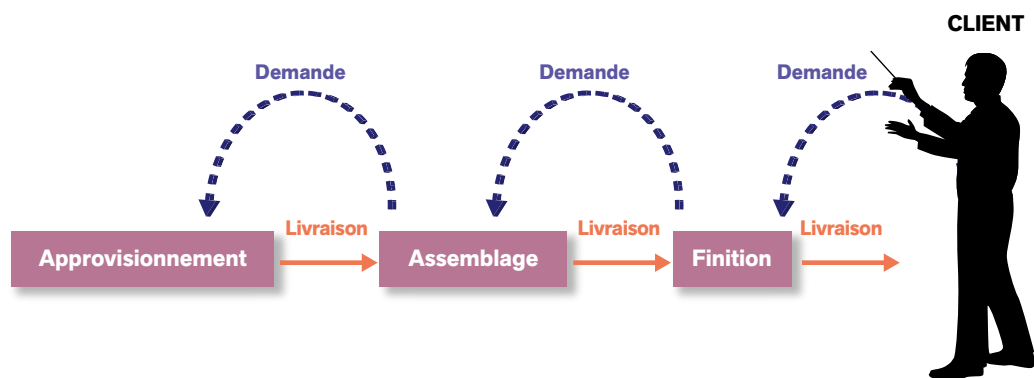
2.2 Le juste-à-temps (JAT)

Le juste-à-temps (JAT) est un mode d'organisation et de gestion de la production qui consiste à mettre sous tension le flux de production. Aussi appelé flux tiré ou flux tendu, il consiste à ne déclencher la production d'un produit que s'il a été commandé (voir figure 3 page suivante).

Cela permet de limiter les stocks et les en-cours de fabrication, puisque ce sont les clients qui, au travers de leurs commandes, définissent la quantité exacte dont ils ont besoin, au moment où ils en ont besoin.

L'efficacité de ce mode de production repose directement sur la mise en place de techniques telles que :

- le *takt time*, afin de définir le rythme auquel doit fonctionner le système de production pour répondre à la demande dans un délai minimal ;
- le *kanban*, afin de gérer les ordres de production tout en réduisant les en-cours et les stocks ;
- le *SMED*, afin d'optimiser les changements de série.



■ Figure 3. Takt time

À chaque étape, on ne produit que la demande. Le client final donne le tempo (takt time) et rythme l'ensemble du processus de production : sa commande remonte le flux afin de ne fabriquer, à chaque étape, que la quantité nécessaire.

! Points de vigilance pour la santé, la sécurité et les conditions de travail

Le JAT peut induire du stress et des risques d'accidents pour les opérateurs :

- en mettant la production sous tension pour l'ajuster au plus près de la demande du client ;
- en réduisant les stocks et les en-cours de production ;
- en privilégiant des changements de production fréquents et rapides.

! Mise sous tension des opérateurs

La mise en place du JAT rend les lignes de production et l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement (*supply chain*) particulièrement sensibles aux aléas ; ceux-ci se répercutent en effet très rapidement sur l'ensemble de la chaîne de production, du fait de la réduction des stocks tampons. La crainte d'être confronté à un aléa pénalisant la production et la pression temporelle subie pour respecter le délai de livraison peuvent être génératrices de stress pour les opérateurs.

Cette pression augmente également les risques d'accidents (liés au travail dans l'urgence, la précipitation), que ce soit dans l'entreprise ou lors de déplacements à l'extérieur. Il n'est en effet pas rare qu'une entreprise soit amenée à livrer en toute urgence quelques pièces chez son client, afin de lui éviter une rupture de la production.

! Difficultés d'adaptation à des changements de production fréquents et rapides

Adapter la production à la demande du client tout en respectant les principes du JAT implique des changements de séries fréquents et une augmentation de la variété de pièces à produire. Cela demande aux salariés d'être polyvalents et de faire preuve de flexibilité. Ces aspects sont souvent présentés par les professionnels du lean comme ayant des effets positifs pour les opérateurs : un travail moins monotone, des gestes moins répétitifs...

Cependant, polyvalence et flexibilité peuvent induire une augmentation de la charge mentale, en raison des différentes procédures de montage et de contrôle à mettre en œuvre au cours d'une même journée et dans des délais très brefs. Si la durée des apprentissages et les temps d'adaptation à chaque nouvelle série ne sont pas pris en compte dans les standards de travail (*voir chapitre 3.4*), les salariés peuvent alors se retrouver dans l'incapacité de faire face aux exigences de production et de réactivité.

D'autre part, les phases de changement de production n'étant pas considérées selon les principes du lean comme des opérations à valeur ajoutée, elles sont organisées afin de réduire les temps d'arrêt, par exemple à l'aide de la méthode *SMED* (*voir chapitre 3.6*).

Si la planification et l'anticipation de ces phases peuvent être perçues positivement du point de vue de la prévention, l'objectif de réduction du temps d'arrêt de production entraîne une forte pression temporelle lors de ces interventions, connues par ailleurs comme particulièrement accidentogènes.

Ajustement des effectifs à la production

Afin de ne produire que ce dont le client a besoin, le JAT nécessite une flexibilité dans la gestion des effectifs, par exemple en ayant recours :

- à l'intérim qui, dans certaines entreprises, peut représenter une proportion importante des effectifs globaux. Il est aujourd'hui reconnu que les travailleurs temporaires sont plus sujets aux risques d'accidents que les salariés de l'entreprise. Ils ne disposent en effet que de peu de temps pour découvrir leur nouveau poste, se familiariser avec leur environnement, assimiler et mettre en œuvre les mesures de sécurité ;
- aux heures supplémentaires ou à des accords sur les temps de travail (annualisation par exemple). Ces dispositions supposent une disponibilité des salariés qui peut être difficile à gérer et générer du stress (difficulté de conciliation entre la vie professionnelle et personnelle...).

2.3 Le jidoka

Le *jidoka* a pour principal objectif de stabiliser un processus de fabrication afin d'éviter la production de pièces défectueuses ou, à défaut, d'éviter la transmission de ces pièces au poste de travail suivant. Comme le JAT, il repose sur plusieurs techniques, les principales étant :

- l'autonomation, qui consiste à automatiser, même sur des machines anciennes, le contrôle des défauts, afin de stopper la machine et d'alerter l'opérateur. Dans un contexte de chasse aux « gaspillages », ce principe, également appelé « séparation homme/machine », permet de réduire les tâches de surveillance et d'affecter le temps ainsi libéré à la réalisation d'autres tâches considérées comme étant à valeur ajoutée. Des dispositifs tels que les *poka yoke* (détrompeurs) ou l'*andon* (voir chapitre 3.5) contribuent à ce principe ;



© Gaëlle Kerbaol/INRS - 2017

- la standardisation, qui est un des éléments clés du processus d'amélioration continue (*kaizen*), car elle permet de valider et de capitaliser les progrès étape par étape. Le lean s'efforce de standardiser tous les éléments du travail, notamment par la définition des standards de travail (voir chapitre 3.4) pour les opérations cycliques et routinières ;
- la réduction voire la suppression des stocks intermédiaires. En effet, ceux-ci servent souvent à absorber (donc à masquer) des aléas de production. Dans l'esprit du lean, il est plus avantageux d'arrêter la production pour régler le problème à la source.

Points de vigilance pour la santé, la sécurité et les conditions de travail

En donnant la responsabilité aux opérateurs d'initier des processus d'arrêt des lignes de fabrication, le *jidoka* peut, dans certaines conditions, soumettre ces opérateurs, ainsi que l'encadrement intermédiaire, à des situations de stress important.

En outre, en exigeant un respect trop strict des standards de travail, le *jidoka* peut limiter la possibilité pour un opérateur de varier ses pratiques,

ce qui est pourtant considéré par l'approche ergonomique comme un élément positif pour la santé.

Risque d'augmentation de la charge mentale, injonctions contradictoires

L'autonomie permettrait, selon les professionnels du lean, de confier aux salariés des tâches plus variées et d'élargir leur champ de responsabilité (autocontrôle de la production, maintenance de premier niveau, suivi de la production...). Ainsi, l'intérêt du travail devrait en être renforcé et contribuer à une plus grande motivation et au bien-être des opérateurs. Or, l'élargissement du champ de responsabilité exige une polyvalence qui peut se révéler coûteuse pour les salariés en termes :

- d'apprentissage, lorsqu'ils n'ont pas reçu de formations adaptées ;
- de charge mentale, s'ils n'ont ni les moyens ni le temps de s'organiser.

Les opérateurs peuvent également se voir confier des objectifs difficilement compatibles : par exemple, production à assurer et propreté exemplaire des postes de travail.

Ces conditions de réalisation du travail (polyvalence non préparée et confrontation à des objectifs contradictoires) peuvent dès lors être à l'origine de stress ou de mal-être au travail.

En outre, dans l'esprit du lean, la diversification des tâches vise à accroître le temps passé par l'opérateur à réaliser des actions à valeur ajoutée. Cette approche peut se révéler incompatible avec la réduction des sollicitations biomécaniques. Seule une analyse ergonomique détaillée des différents postes occupés peut valider ou non l'apport pour la santé de cette variation des tâches.

Risques de diminution de l'autonomie décisionnelle, rigidification du travail, perte de sens

La standardisation, qui est un des éléments clés du lean, revêt des aspects positifs en termes de prévention lorsqu'elle est appliquée aux équipements de travail. En harmonisant les interfaces et les modes de fonctionnement, elle contribue en effet à réduire des risques d'erreurs, sources potentielles d'accidents.

Cependant, lorsqu'elle est appliquée aux modes opératoires pour uniformiser les façons de faire, la standardisation peut avoir un impact négatif sur les conditions de travail. Même si dans l'esprit du lean l'objectif de cette uniformisation est de permettre aux opérateurs de se concentrer sur la résolution de problèmes (amélioration continue), le risque de réduire les opérateurs au rôle de simples exécutants d'opérations répétitives est réel, avec pour conséquences une démotivation, une insatisfaction et une perte de sens : autant d'éléments qui sont sources de TMS et de risques psychosociaux.

Par ailleurs, cette standardisation est centrée sur les opérations à valeur ajoutée en conditions nominales, « quand tout va bien ». En conséquence, les opérations non cycliques (nettoyage, gestion des conditionnements...) ou celles visant à prévenir ou récupérer des incidents de production (défaut d'approvisionnement, reprise d'une pièce défectueuse, dérèglement d'une machine, dysfonctionnement d'une visseuse...) sont rarement prises en compte dans les standards de travail.

Des standards de travail éloignés du travail réel des opérateurs peuvent devenir une source de tension avec l'encadrement (responsables de production, responsable qualité, etc.).



© Gael Kerbaol/INRS - 2022

2.4. Management visuel et indicateurs

Pratiquer le lean, c'est au quotidien résoudre des problèmes sur le terrain, dans un cadre d'amélioration continue. Pour cela, le lean s'appuie sur un système de management spécifique. Seuls deux aspects de ce système sont abordés dans ce chapitre : le management visuel et les indicateurs.

L'objectif du management visuel est d'amener l'encadrement de proximité (chefs d'équipe, superviseurs...) et leurs équipes à travailler dans un environnement de confiance et de transparence, en s'appuyant sur une communication visuelle de l'activité réelle de production. On procède à l'affichage dans les ateliers, à proximité des postes de travail :

- du programme de travail en cours ;
- des objectifs à atteindre ;
- des résultats ;
- du niveau qualité ;
- du niveau des stocks ;
- du nombre d'incidents de production ;
- etc.

Pour cela, les informations retenues se doivent d'être simples et réalistes, afin de soutenir l'analyse du processus de production au plus près de celui-ci. Il peut s'agir par exemple :

- d'un suivi graphique heure par heure de la production plutôt que d'une somme sur la journée ;
- d'un recensement exhaustif des incidents de qualité plutôt que d'un indicateur qualité agrégé.

Les exigences étant connues de tous, au travers de l'affichage de ces différents indicateurs, tout problème ou écart vis-à-vis des standards peut ainsi être rapidement décelé. Cela donne aux équipes l'opportunité de progresser en tentant d'y apporter des solutions.

Points de vigilance pour la santé, la sécurité et les conditions de travail

En rendant visibles les défauts et en élargissant le domaine de responsabilité de l'encadrement intermédiaire et des opérateurs, le personnel peut être soumis à des facteurs de stress importants s'il n'a ni les ressources, ni les moyens nécessaires pour agir en conséquence.

■ Réduire le travail à la réalisation d'objectifs de gestion (indicateurs)

Le lean s'appuie, comme d'autres systèmes de gestion de production, sur des indicateurs. Il se trouve donc confronté aux mêmes dérives potentielles. Ainsi, en plus de contribuer à une densification du travail – du fait de la part grandissante des activités de gestion dans le travail du management et des opérateurs – les finalités qui ont fondé ces indicateurs peuvent être perdues de vue. Les priorités sont alors décalées, les indicateurs deviennent des objectifs : il faut « tenir les indicateurs ». Ceux-ci peuvent même servir à mettre les équipes en compétition.

La perte de sens du travail que peut engendrer cette situation est source de risques psychosociaux : stress, mal-être, conflits entre membres de l'équipe et/ou avec la hiérarchie, etc.

On constate qu'il n'existe généralement pas d'indicateurs de santé et de sécurité au travail parmi les indicateurs déployés dans les projets lean.

■ Difficulté de traiter les problèmes mis en évidence par le management visuel

La plupart des outils appartenant au système opérationnel du lean (5S, VSM, SMED, andon...) ont pour objectif de rendre visibles les problèmes. Dans le but de les résoudre, et donc de progresser, il est attendu du management une attitude positive face à leur remontée. D'où l'expression « chic une panne ! » utilisée par certains consultants lean.

Si les ressources matérielles et humaines pour traiter les problèmes ainsi identifiés ne sont pas disponibles, cette attitude peut également ne pas être au rendez-vous. Le fait de signaler un dysfonctionnement ou de remonter des indicateurs dans le rouge peut alors devenir une source de démobilisation, de désengagement par rapport au travail, de conflits avec la hiérarchie, etc. (voir également chapitre 3.5).



3. Les principaux outils du lean : mise en œuvre et liens avec la santé et la sécurité au travail

Les principes du lean (chasse aux gaspillages, JAT, *jidoka*) reposent sur le déploiement d'outils caractéristiques tels que :

- *kaizen* ;
- *VSM* ;
- 5S ;
- standard de travail ;
- *andon* ;
- *SMED* ;
- ligne en U.

Ce chapitre présente ces différents outils avec tout d'abord une définition et leurs modalités d'application. Les aspects santé, sécurité et conditions de travail sont ensuite abordés.

En complément des points de vigilance, les éléments qui peuvent constituer une opportunité de faire de la prévention sont évoqués. Des conseils pratiques sont également donnés sur l'utilisation de ces outils².

3.1 Le *kaizen*

Définition

Le *kaizen* est un processus continu d'améliorations concrètes, simples et peu onéreuses. Ce terme est issu de la fusion des deux mots japonais *kai* (changement) et *zen* (bon).

Si un changement rapide ou radical est recherché, on parle alors de chantiers : chantiers *kaizen*, *hoshin*, *kaizen blitz* ou encore *kaikaku* (voir glossaire).

Un chantier désigne une action participative dans laquelle une équipe, constituée des différents acteurs de l'entreprise (de la direction aux ouvriers), cherche à optimiser un processus ou à résoudre un problème en partant d'une étude de terrain. La durée de ces chantiers est généralement courte, de quelques jours à une semaine.

Application

Si les objectifs des chantiers *kaizen* peuvent être variés, ils ont comme point commun la (re)définition d'un environnement ou d'un standard de travail, en vue d'améliorer la performance. Ils se déroulent en général selon la démarche suivante :

- constitution d'une équipe et formation éventuelle au *kaizen* ;
- définition et partage des objectifs ;
- état des lieux de la situation actuelle et adaptation éventuelle des objectifs ;
- travail en groupe d'analyse et de recherche de solutions ;

2. Ces conseils ne sont pas suffisants à eux seuls pour garantir que le déploiement de ces outils respecte les principes de prévention des risques professionnels.

- rédaction et mise en œuvre du plan d'actions, avec une priorité au court terme (actions immédiates pour les solutions simples) ;
- clôture du chantier, communication et félicitations de l'équipe.

On repèrera la présence de chantiers *kaizen* grâce à des affichages spécifiques (tableaux) dans les ateliers.

Santé, sécurité et conditions de travail

Opportunités

Un espace de dialogue pour la prévention

Les chantiers de type *kaizen* ou *hoshin* constituent une opportunité pour aborder les questions de la santé et de la sécurité au travail, soit dans le cadre des objectifs traditionnels d'amélioration de la performance, soit en tant qu'objectif même du chantier.

Ce sont en effet des chantiers participatifs, se voulant proches du terrain, en impliquant autant que possible des opérateurs de production, les fonctions supports et l'encadrement. Ils constituent donc un moment privilégié pour échanger sur le travail.

La prise en compte effective du point de vue des opérateurs dans ces chantiers *kaizen* donne une dimension supplémentaire à leur activité. Les opérateurs font partie intégrante de la démarche d'amélioration continue. La réussite de ces chantiers peut être également valorisante pour eux : l'aménagement de leur processus de travail, auquel ils ont contribué, peut être considéré par l'entreprise comme exemplaire.

Points de vigilance

Participation des opérateurs limitée

Si un chantier *kaizen* est à la base un espace de dialogue, la participation des opérateurs peut, pour diverses raisons, être limitée :

- nombre insuffisant d'opérateurs participant au chantier ;
- manque de temps et de moyens pour échanger sur les aménagements à réaliser ;

- objectifs du chantier non définis ou insuffisamment clarifiés en amont avec les opérateurs : s'agit-il d'améliorer les conditions de travail ? la sécurité ? la productivité ? ...

Le caractère participatif de certains chantiers peut également être discutable lorsqu'ils ont pour objectif de faire accepter des changements tout ou partiellement décidés à l'avance : gains de productivité, réduction de main d'œuvre...

Les opérateurs peuvent alors se sentir trompés : ils pensaient s'être engagés dans une démarche visant à améliorer leurs conditions de travail. Certes, des améliorations seront apportées, mais elles serviront finalement à justifier une augmentation de la cadence de production qui pourra à nouveau les mettre en difficulté.

Solliciter la participation des opérateurs sans pour autant tenir compte de leurs attentes ou en minimisant ces dernières peut devenir source de risques psychosociaux.

Conseils pratiques³

- S'assurer d'une bonne représentativité des différentes personnes concernées par le périmètre du chantier.
- S'assurer que les conditions du dialogue permettent un véritable échange participatif. Veiller notamment à la transparence des objectifs, afin qu'il n'y ait ni méprise ni doute sur les réels objectifs poursuivis.
- Orienter les réflexions vers l'activité réelle des opérateurs et adopter une démarche ergonomique dans le cadre de la réalisation du chantier.
- Analyser les conséquences des modifications à court et long terme, ainsi que leurs effets au-delà du périmètre étudié (logistique, maintenance...).
- Mettre en test les modifications proposées avant leur application définitive, en offrant la possibilité de revenir à l'organisation précédente si nécessaire.

3. Ces conseils ne sont pas suffisants à eux seuls pour garantir que le déploiement du *kaizen* respecte les principes de prévention des risques professionnels.

3.2 Le Value Stream Mapping (VSM)

Définition

L'analyse VSM (*Value Stream Mapping* ou cartographie de la chaîne de valeur) a pour objectif d'identifier les principales étapes du flux de production où l'on peut réaliser des gains de productivité en supprimant les actions sans valeur ajoutée (gaspillages).

Application

Une analyse VSM se construit en suivant le flux de production d'un produit.

Après avoir défini le périmètre d'étude – il peut être restreint à un îlot de production, ou au contraire élargi à l'usine et à tous ses fournisseurs –, l'équipe en charge de cette analyse va collecter sur le terrain les informations relatives au fonctionnement du processus étudié.

À partir de ces données, deux schémas de synthèse sont élaborés. Le premier résume la situation actuelle, le second présente une version idéale du flux sans gaspillages. C'est sur la base de l'écart entre ces deux schémas que les chantiers d'amélioration continue (*voir chapitre 3.1*) sont organisés et priorisés.

Santé, sécurité et conditions de travail

Opportunités

Prendre en compte les risques pour la santé dans la VSM

Au-delà de son objectif initial orienté vers la recherche de valeur ajoutée, l'analyse VSM pourrait également être l'occasion de s'interroger sur les aspects santé, sécurité et conditions de travail. Cela suppose que l'équipe menant l'analyse VSM sur le terrain ne collecte pas seulement des informations sur le flux du produit mais élargisse son champ d'investigation afin :

– d'analyser systématiquement l'impact sur les conditions de travail de la suppression d'une action dite « sans valeur ajoutée » ;

– d'identifier et de corriger les situations présentant des risques pour la santé et la sécurité des opérateurs.

Points de vigilance

Suppression de ressources pour les opérateurs

Une analyse VSM traditionnelle repose uniquement sur le point de vue de la valeur ajoutée aux yeux du client. En conséquence, les autres aspects du travail inhérents à une activité de production ne sont généralement pas pris en compte : anticipation ou récupération des aléas, etc. L'analyse VSM peut ainsi aboutir à les supprimer alors qu'ils constituent des ressources nécessaires pour réaliser le travail et préserver la santé et la sécurité du personnel.

Exposition à de nouveaux risques

L'analyse VSM peut également conduire au déplacement de risques, voire à la création de nouveaux risques, du fait des réimplantations ou des réorganisations proposées :

– le rapprochement des activités de fabrication peut, d'une part, exposer les opérateurs d'une

Stocks intermédiaires : gaspillages ou ressources ?

Supprimer un stock intermédiaire, c'est risquer de supprimer une possibilité pour l'opérateur de dégager des marges temporelles, éventuellement indispensables, pour absorber les variabilités d'un cycle sur l'autre. Ces microtemps accumulés peuvent en effet permettre à l'opérateur de changer de rythme, d'aménager de petits temps de repos, de pallier la survenue d'un événement imprévu, ou encore de garder le contrôle en conservant constamment une possibilité d'anticipation. Lorsqu'on tente de supprimer ces marges, on constate que les opérateurs cherchent à les reconstituer autant que possible, par exemple en accélérant le rythme de réalisation des tâches ou en formant des stocks tampons non prévus. Ces régulations se font le plus souvent au détriment de la santé des salariés.

machine aux nuisances des machines voisines (bruit, rayonnement, produits chimiques, etc.), et, d'autre part, être à l'origine de TMS (piétinement, densification du travail) ;

– la réorganisation des flux d'approvisionnement et d'évacuation des produits peut conduire à reporter les risques sur d'autres personnes qui n'ont pas été intégrées dans le périmètre de l'analyse VSM (manutentionnaires, agents de maintenance par exemple).

Conseils pratiques⁴

- Placer la question de la valeur ajoutée dans un contexte plus large que celui de la seule valeur matérielle « vue par le client ».
- Intégrer des préventeurs dans le groupe en charge de l'analyse VSM.
- À chaque « gaspillage » devant être supprimé dans le flux de production, regarder l'impact éventuel sur les conditions de travail et la santé et la sécurité des salariés directement ou indirectement concernés (y compris dans les autres services : logistique, maintenance...).

3.3 Le 5S

Définition

Le 5S (cinq S) est une méthode d'organisation des postes de travail et de leur environnement (zones de circulation, de communication, etc.). Il consiste

à éliminer tout ce qui est inutile, à nettoyer, à organiser et à standardiser le rangement des pièces et des outils en fonction de leur fréquence d'utilisation.

La finalité est de rendre le travail plus efficace et de détecter rapidement des dysfonctionnements (par exemple, une petite fuite d'huile, signe avant-coureur d'une panne imminente, sera plus facile à détecter sur une machine propre).

Les 5S sont les initiales de cinq termes japonais qui désignent les étapes de cette méthode (voir tableau 1).

Application

La méthode 5S est généralement mise en œuvre dans le cadre d'un chantier participatif (de type *kaizen*) : une équipe est constituée et rassemblée sur le terrain opérateurs, responsables et représentants des fonctions supports. La durée d'un chantier 5S est variable : en opération intensive, celui-ci se conclut en quelques jours seulement. Il peut également se dérouler de façon moins spectaculaire et plus étalée dans le temps (deux à trois mois).

L'application du 5S dans un atelier de production s'identifie rapidement : les allées, les emplacements des machines et des containers sont matérialisés au sol. La zone est propre, rangée, et chaque objet est clairement repéré par un marquage ou une étiquette.

4. Ces conseils ne sont pas suffisants à eux seuls pour garantir que le déploiement de la VSM respecte les principes de prévention des risques professionnels.

Tableau 1. Les étapes du 5S

Étape	Description
Seiri (supprimer)	Supprimer tout ce qui est inutile. Définir les fréquences d'utilisation des différents objets.
Seiton (situer)	Ranger et conserver les objets en bon état. Identifier les objets et les rangements. Définir les emplacements par rapport aux fréquences d'utilisation.
Seiso (scintiller)	Nettoyer en profondeur la zone et ses abords. Rendre intolérable la saleté et le désordre.
Seiketsu (standardiser)	Définir des zones d'action et des responsables de zones. Écrire et afficher les règles de rangement et de nettoyage.
Shitsuke (suivre, progresser)	Maintenir la situation en l'état, grâce à de la rigueur et de l'implication. Mettre en place des audits et des indicateurs. Pratiquer l'amélioration continue, faire évoluer les standards.

Santé, sécurité et conditions de travail

Opportunités

Un poste de travail propre et bien rangé

La propreté et le rangement vont dans le sens de la prévention des accidents : les obstacles sont supprimés, les passages désencombrés. En associant un préventeur au chantier 5S, les risques liés au poste de travail pourront être identifiés et traités, par exemple en prévoyant des aménagements pour les outils et produits dangereux (cutters, solvants...).

Une organisation claire du poste de travail améliore également les conditions d'intervention des services supports (maintenance par exemple).

Un espace de dialogue afin d'éviter des tensions entre opérateurs

L'aspect participatif des chantiers 5S est aussi une opportunité pour éviter les tensions possibles entre différentes personnes partageant un même espace de travail.

S'ils sont bien menés, ces chantiers peuvent en effet permettre d'échanger sur l'activité, de mutualiser les bonnes pratiques et de partager des règles de rangement, de nettoyage, etc.

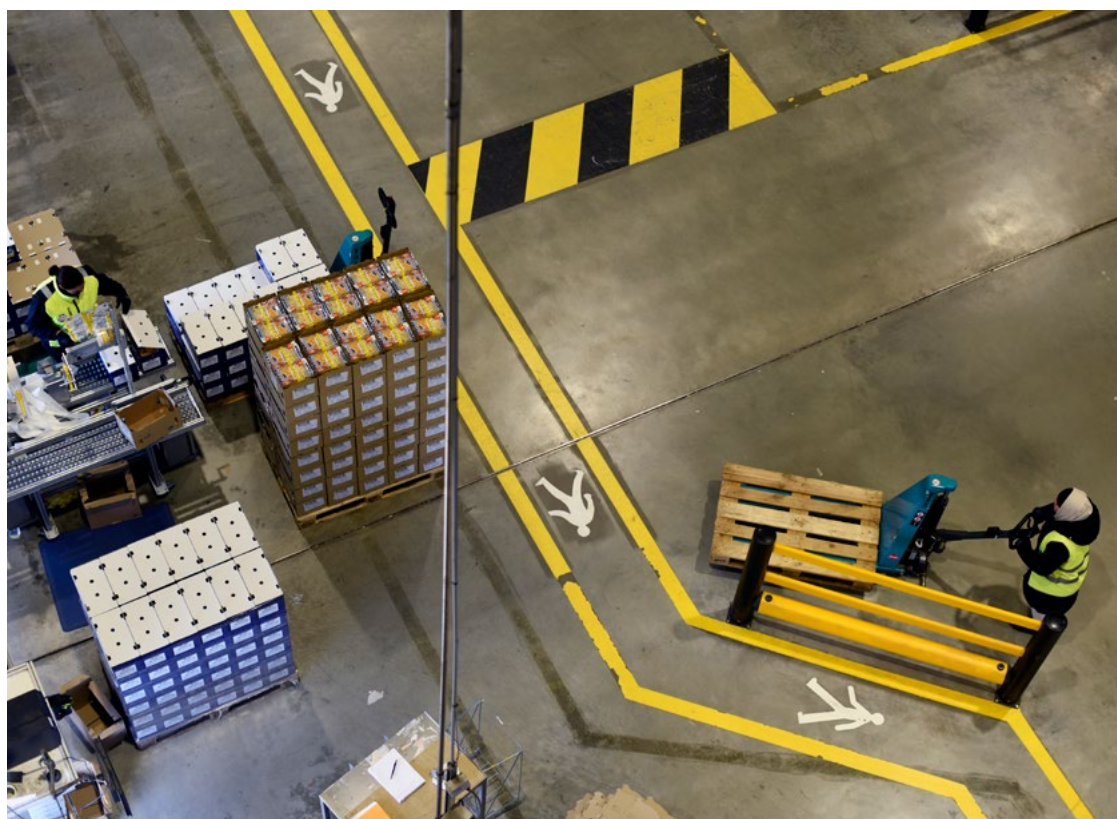
Points de vigilance

Standardisation excessive des postes de travail

Poussée à l'extrême, l'étape « standardisation » du 5S peut conduire à une organisation des postes de travail qui ne prend pas en compte les variabilités morphologiques (droitier/gaucher, grand/petit, etc.) et cognitives des différents opérateurs. Pourquoi, par exemple, figer l'emplacement d'un outil à droite si certains préfèrent l'avoir à gauche et si cela ne nuit pas à la qualité ou à la productivité de la tâche à réaliser ?

Injonctions contradictoires

Les exigences de propreté et de rangement du 5S peuvent dans certaines situations se révéler difficilement compatibles avec des objectifs de production.



© Guillaume J. Prisson pour l'INRS

Par exemple, lors d'audits ou de visites, la priorité est de donner une impression d'ordre et de contrôle. Les consignes de propreté et de rangement peuvent alors devenir excessives (aligner les palettes au centimètre près n'a pas toujours de sens) et difficilement compatibles avec des objectifs de production qui, eux, demeurent inchangés. De telles conditions de réalisation du travail sont à l'origine de stress ou de mal-être au travail.

■ 5 + 1S : un sixième S pour la sécurité

Certaines entreprises ont fait évoluer le 5S vers un « 5 + 1S », le dernier S étant celui de « santé et sécurité ». D'autres ont mis en place les *safety walks* (marches sécurité) : tous les jours, un membre de la direction parcourt l'atelier de production et s'assure que les règles de sécurité, de rangement et de propreté sont respectées : allées et issues de secours dégagées, extincteurs accessibles, port des équipements de protection individuelle, etc. Les éventuelles dérives constatées doivent alors être corrigées immédiatement.

Conseils pratiques⁵

- S'assurer d'une bonne représentativité des différentes personnes/équipes intervenant sur le poste et veiller à ce qu'elles aient une bonne connaissance du travail.
- Associer un préventeur à l'équipe menant le chantier 5S [par exemple, le responsable HSE (hygiène, sécurité, environnement) du site], afin d'apporter le regard d'un spécialiste sur la sécurité au poste.
- Discuter avec tous du caractère utile ou inutile des objets présents au poste de travail.
- Ne standardiser que les pratiques dont la transversalité est absolument nécessaire, afin de ne pas rigidifier l'organisation et de laisser aux opérateurs

5. Ces conseils ne sont pas suffisants à eux seuls pour garantir que le déploiement du 5S respecte les principes de prévention des risques professionnels.

les marges de manœuvre nécessaires à la réalisation de leur travail.

- Mettre en test les modifications proposées avant leur application définitive, en offrant la possibilité de revenir à l'organisation précédente si nécessaire.

3.4 Le standard de travail

Définition

Le standard de travail est un document lié au poste de travail, qui décrit la manière de réaliser la tâche. C'est un élément central dans la démarche lean. Il est en effet considéré comme essentiel pour :

- assurer la reproductibilité des opérations réalisées à un poste de travail, indépendamment de l'opérateur qui l'occupe ;
- valider et capitaliser les progrès étape par étape, dans le cadre de la démarche d'amélioration continue ;
- former les nouveaux opérateurs.

Application

Dans l'esprit lean, les standards de travail doivent être :

- élaborés sur le terrain avec la participation des opérateurs. Un accord doit être trouvé avec leur encadrement (superviseur, agents de maîtrise...) et les methodistes sur une façon de faire unique ;
- suivis de façon stricte (audits réguliers) pour garantir la reproductibilité et la qualité des produits fabriqués ;
- facilement modifiables : tout changement dans l'environnement de travail ou toute divergence de la pratique par rapport au standard doit susciter une remise en cause (dans le cadre d'un chantier *Kaizen* par exemple).

Leur mise en place se reconnaît généralement par l'affichage, au poste de travail, d'un document comprenant *a minima* :

- la liste et l'ordre des opérations à effectuer ;
- les outils, les moyens et les stocks des composants à utiliser ;
- le *takt time*, qui est le temps nécessaire pour réaliser la tâche au rythme de la demande du client.

Santé, sécurité et conditions de travail

Opportunités

Implication des opérateurs dans la prescription des opérations à réaliser

Les standards de travail, associés à la démarche lean, se distinguent des modes opératoires ou « gammes » traditionnelles, car leur élaboration suppose une réelle implication des opérateurs. À condition que ces derniers aient réellement les moyens de s'exprimer sur leur activité, ce mode d'élaboration rejoint les préconisations des préventeurs sur l'implication des opérateurs dans l'organisation de leur travail.

Un support pour informer les opérateurs sur les risques

En formalisant les modes opératoires, le standard de travail peut, au même titre que les fiches de postes (*voir fiche pratique INRS ED 126*, Constituer les fiches de postes), contribuer à l'information et à la formation du personnel sur les risques au poste de travail :

- indication des opérations interdites car susceptibles de présenter des risques ;
- consignes en cas d'anomalies ;
- équipements de protection individuelle à porter...

Points de vigilance

Participation des opérateurs limitée

En pratique, dans les démarches lean observées en entreprise, on constate que les opérateurs sont peu impliqués dans l'élaboration des standards de travail. En général, ils ne sont sollicités que pour tester des modes opératoires préétablis par les services méthodes, et leurs remarques sont plus ou moins prises en compte. Ce constat fait écho aux points de vigilance sur les chantiers *kaizen*.

En sollicitant la participation des opérateurs sans pour autant tenir compte de leurs attentes, il peut en résulter une démotivation, une insatisfaction : autant d'éléments qui sont sources de risques psychosociaux.

Standardisation et variabilité des situations de travail (travail prescrit / travail réel)

L'exigence de respect strict d'un, et d'un seul, standard de travail demandé par la démarche lean, conjuguée à un mode opératoire trop détaillé, n'est pas compatible avec la nécessité de laisser aux opérateurs un minimum d'autonomie décisionnelle pour qu'ils puissent réguler leur activité en fonction :

- des variabilités inhérentes au système de production (aléas de fonctionnement, variation de qualité et de quantité de matières premières par exemple) ;
- des variabilités inter- et intra-individuelles des opérateurs partageant un même poste de travail (morphologie, ancienneté, âge, restrictions fonctionnelles, moment de la journée, etc.).

Conseils pratiques⁶

- Mettre en place les conditions d'une réelle participation des opérateurs (*voir chapitre 3.1*).
- Préciser le « faire », le « pourquoi faire ? », mais laisser autant que possible le « comment faire ? » à l'initiative des opérateurs.
- Indiquer les points clés et les pratiques indispensables vis-à-vis des aspects de santé et sécurité au travail (*voir fiche INRS ED 126 sus-citée*).
- Intégrer les modes dégradés connus ou prévisibles qui peuvent fortement modifier l'activité des opérateurs (retour d'expérience).
- Intégrer les temps de rangement et de nettoyage du poste.

3.5 L'andon

Définition

L'*andon* est un mot japonais qui signifie littéralement « lumière qui appelle un déplacement ».

C'est un système d'information et d'alarme qui permet aux opérateurs de signaler à leur encadrement de proximité les dysfonctionnements d'un

6. Ces conseils ne sont pas suffisants à eux seuls pour garantir que le déploiement du « standard de travail » respecte les principes de prévention des risques professionnels.

processus (affichage sur un tableau lumineux, par exemple).

Il tient une place centrale dans la démarche lean car il vient à la fois en appui du *jidoka* et du management visuel (voir chapitre 2).

Application

Les opérateurs ont pour consigne de déclencher une alerte (par exemple en appuyant sur un bouton ou en tirant sur un câble) à chaque fois qu'ils repèrent un problème ou un écart par rapport au standard de travail : défaut qualité, manque de composants, défaillance machine, ralentissement du flux, etc.

Une alarme est alors affichée sur un tableau lumineux. La ligne ne s'arrête pas immédiatement, elle continue sur une durée déterminée (en général le temps d'un cycle) permettant à l'encadrement de proximité de se rendre sur place pour traiter le problème. C'est à lui que revient la responsabilité de trouver une solution avant que la ligne ne s'arrête.

L'*andon* ne doit pas être confondu avec les dispositifs d'arrêt d'urgence qui sont présents sur les équipements de travail en vue de prévenir les risques d'accidents imminents ou en train de se produire.

Santé, sécurité et conditions de travail

Opportunités

L'opérateur au centre de la démarche

Avec l'*andon*, l'opérateur est censé ne plus être seul face à ses problèmes : il peut à tout moment solliciter son encadrement de proximité pour l'aider à assurer la production dans de bonnes conditions.

Points de vigilance

Quand l'*andon* est mal compris ou mal utilisé

En tant que système d'information, l'*andon* est censé contribuer à la remontée des problèmes de terrain. Il ne peut jouer pleinement cette fonction que si le management s'inscrit dans le principe du

lean, en encourageant son utilisation et en étant réactif pour le traitement du problème. Si ces conditions ne sont pas remplies, les opérateurs préféreront ne pas actionner l'*andon* et s'adapter pour continuer à produire, y compris au détriment de leurs conditions de travail.

Mise sous pression de l'encadrement de proximité

Selon la manière dont l'*andon* est implanté et utilisé (délais entre le déclenchement de l'*andon* et l'arrêt de la chaîne, fréquence de déclenchement, organisation spatiale de la chaîne, etc.), il peut induire une certaine pression sur l'encadrement de proximité. C'est en effet ce dernier qui est responsable de l'arrêt de chaîne. Il peut être mis en cause aussi bien en cas d'arrêts trop fréquents (échec pour fournir une solution au problème, délais de réaction trop longs) ou en cas d'absence d'arrêt (masquage des problèmes).

Conseils pratiques⁷

Prévoir les ressources suffisantes au niveau de l'encadrement et des services supports, ainsi que les conditions matérielles pour pouvoir gérer le processus d'intervention dans de bonnes conditions.

3.6 Le SMED

Définition

L'acronyme *SMED* signifie *Single Minute Exchange of Die* qui peut se traduire par « changement d'outil en moins de 10 minutes ».

Adapter la production à la demande du client tout en respectant les principes du juste-à-temps implique des changements de séries fréquents. Dans un contexte de chasse aux opérations sans valeur ajoutée, cette flexibilité impose une maîtrise des changements de production, afin de réduire au maximum le temps d'indisponibilité d'une machine : c'est l'objectif du *SMED*.

7. Ces conseils ne sont pas suffisants à eux seuls pour garantir que le déploiement de l'*andon* respecte les principes de prévention des risques professionnels.

Application

La méthode *SMED* est généralement mise en œuvre dans le cadre d'un chantier participatif. Un groupe de travail est constitué et, après une analyse du cycle complet d'un changement de production, d'outillages ou d'une intervention de maintenance, la démarche suivie peut se décomposer selon les étapes suivantes :

- identification de toutes les opérations élémentaires ;
- suppression des opérations jugées inutiles ;
- classification des opérations restantes en opérations « internes » et « externes », selon qu'elles sont réalisées ou non pendant l'arrêt de la ligne de production ;
- transformation d'un maximum d'opérations internes en opérations externes (par exemple en

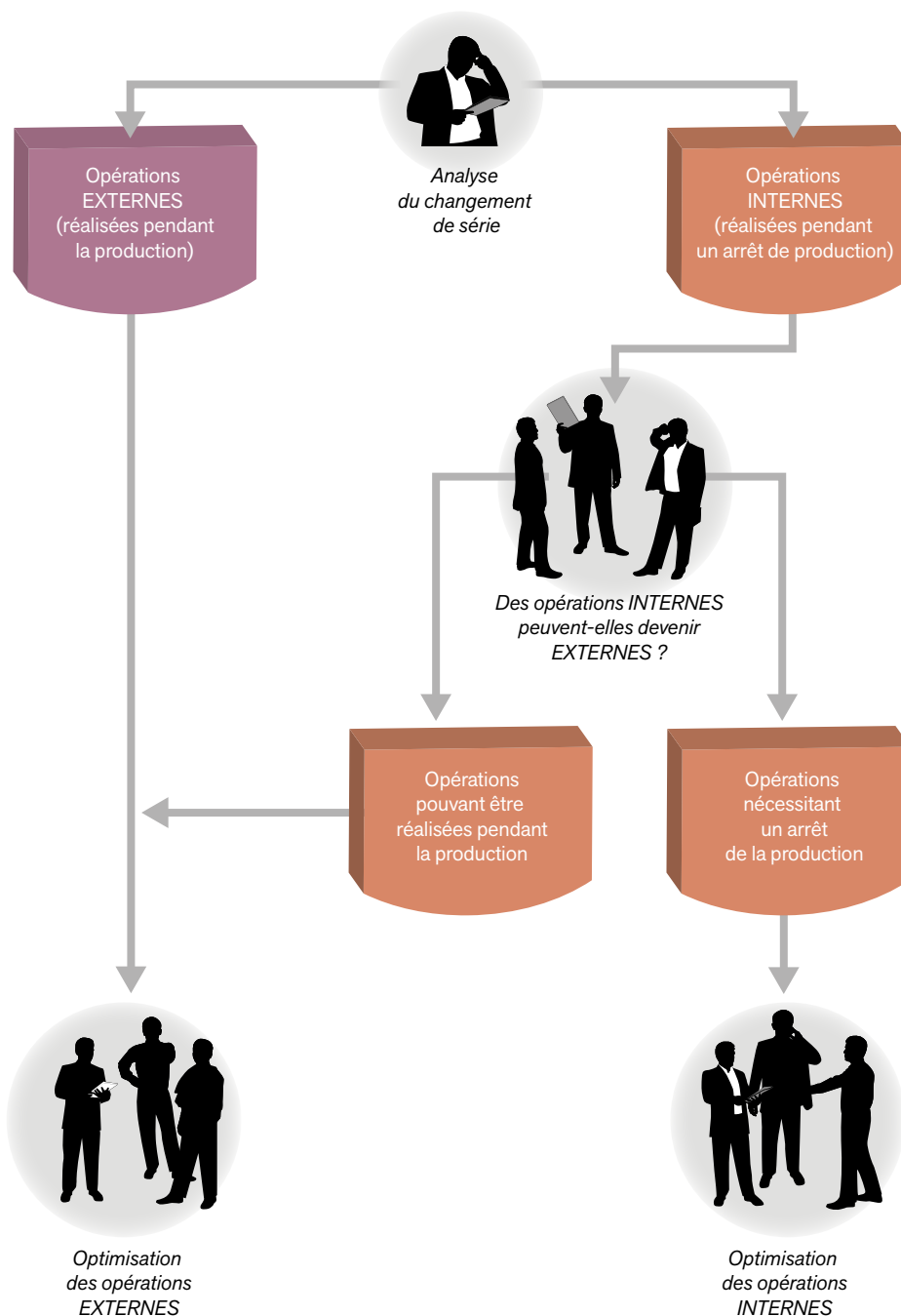


Figure 4. La méthode *SMED* permet de transformer des opérations internes en opérations externes, avant de les optimiser.

prévoyant des porte-pièces amovibles – afin de positionner et brider les pièces en dehors de la machine –, des dispositifs de réglage accessibles en fonctionnement, etc.) ;

- réduction du temps de réalisation des opérations internes résiduelles en priorité, puis des opérations externes. Pour cela, des solutions techniques (détrompeurs, systèmes de fixation rapide sans outil, etc.) ou des mesures organisationnelles (planification, intervention de plusieurs opérateurs de façon simultanée...) peuvent être utilisées ;
- standardisation de l'organisation, des rangements d'outillages, des modes opératoires.

Santé, sécurité et conditions de travail

Opportunités

Planification et préparation des interventions hors production

Les phases de maintenance, de changements de séries, de réglages sont reconnues comme étant des activités particulièrement à risque pour le personnel concerné. Différents facteurs sont en cause, notamment des interventions mal préparées ou une prise en compte insuffisante de ces activités lors de la conception des équipements de travail (moyens de protection inadaptés, accès difficile...). Le *SMED* contribue à sécuriser ces opérations, en incitant les concepteurs et les utilisateurs d'équipements de travail à :

- prévoir ces opérations le plus en amont possible (par exemple en positionnant les points de réglage et d'entretien en dehors des zones dangereuses) ;
- les planifier ;
- formaliser les procédures d'intervention.

Points de vigilance

Pression temporelle

La pression temporelle induite par le *SMED* pour minimiser les temps d'indisponibilité des machines accentue les risques liés aux interventions hors production, déjà connues comme étant particulièrement accidentogènes.

Conseils pratiques⁸

- Associer un préventeur (par exemple, le responsable HSE du site) à l'équipe menant le chantier *SMED*, afin d'apporter le regard d'un spécialiste sur la santé et la sécurité tout au long de la démarche.
- Associer également les opérateurs de maintenance et de production au contact quotidien avec l'équipement.
- Considérer comme prioritaires les aspects santé et sécurité lors des choix techniques ou organisationnels visant à réduire les temps d'intervention.

3.7 La ligne en U

Définition

La ligne en U (également appelée ligne *chaku chaku*) est un cas typique de mise en œuvre du lean : de nombreux principes décrits dans cette brochure y sont en effet appliqués, afin de réduire les gaspillages tout en améliorant la flexibilité.

Application

Les machines sont implantées de manière à rapprocher le point d'entrée du produit de son point de sortie, ce qui aboutit à cette forme caractéristique en U. Au sein de cet îlot, les opérateurs vont se déplacer de poste en poste, pour réaliser successivement tout ou partie des étapes de fabrication du produit. Leur tâche se résume souvent à charger les pièces dans les machines et à les transférer d'une machine à une autre. Cette configuration permet notamment :

- de travailler en « pièce à pièce » (flux tiré, sans stock intermédiaire) ;
- de piloter plusieurs machines en temps masqué (autonotation, suppression des temps d'attente) ;
- d'adapter les ressources en fonction du *takt time* : le nombre d'opérateurs peut être ajusté en fonction des besoins à produire pour répondre à la demande du client ;
- de limiter les surfaces des zones de production.

8. Ces conseils ne sont pas suffisants à eux seuls pour garantir que le déploiement du *SMED* respecte les principes de prévention des risques professionnels.

Santé, sécurité et conditions de travail

Opportunités

Des tâches moins monotones et un travail qui a du sens

Une ligne en U est souvent une cellule autonome de production, qui fabrique un produit ou un sous-ensemble du début à la fin. Les opérateurs y sont polyvalents et participent à toutes les étapes d'assemblage du produit, en se déplaçant de poste en poste. Dans son principe, cette organisation rendrait le travail moins monotone, permettrait de diversifier les sollicitations biomécaniques, améliorerait la communication entre opérateurs, donnerait du sens au travail en apportant aux opérateurs une vision moins parcellaire de leur activité et en mettant en valeur leur savoir-faire.

Points de vigilance

Une exigence de coordination entre opérateurs très élevée

Les opérateurs d'une cellule en U doivent non seulement être polyvalents, mais également être capables de se synchroniser entre eux, tout en faisant face aux inévitables aléas qui perturbent la régularité de la production.

Plus la cadence est élevée, plus le nombre d'opérateurs augmente au sein de l'îlot, plus la coordination entre opérateurs s'avère délicate. Des gênes, voire des collisions entre opérateurs sont alors fréquemment observées. Conjuguées aux exigences de performances, elles peuvent être à l'origine de conflits au sein de l'équipe. Toujours en mouvement, certains opérateurs se plaignent aussi d'avoir le « tournis » et d'arriver parfois devant une machine en ne sachant plus très bien quelle opération réaliser.

Par ailleurs, ce besoin de coordination entraîne une charge mentale qui est rarement prise en compte lors de la définition des standards de travail. Enfin, pour faciliter le passage d'un poste à un autre, cette configuration en opérateurs tournants impose de travailler debout et ne permet donc pas d'alterner les postures assis/debout comme recommandé (voir fiche INRS ED 131, Postures

de travail statiques et repères techniques sur les sièges de travail).

Exposition à de nouvelles nuisances

Le rapprochement des machines dans une ligne en U peut exposer les opérateurs à de nouvelles nuisances : bruit, rayonnements, émanation de produits toxiques...

Conseils pratiques⁹

- S'assurer de la fiabilité des machines constituant l'îlot de production et de l'équilibrage des postes de travail, afin d'obtenir un fonctionnement le plus régulier possible.
- Dimensionner les espaces de travail en tenant compte du nombre maximal d'opérateurs tout en leur permettant de se déplacer aisément, de disposer de l'ensemble des outils et accessoires nécessaires et de bénéficier de l'accompagnement d'un formateur.
- Veiller à ce que le rapprochement des différentes machines n'expose pas les opérateurs à de nouvelles nuisances : bruit, rayonnements, émanation de produits toxiques, etc.
- Mettre en place un réel collectif de travail (formation, stabilité...) en lui laissant des marges de manœuvre au niveau de l'organisation du travail (opérateurs tournants, travail pendulaire, etc.).
- Évaluer les sollicitations biomécaniques sur les différents postes de l'îlot de production et dans les différentes configurations possibles.

9. Ces conseils ne sont pas suffisants à eux seuls pour garantir que le déploiement des lignes en U respecte les principes de prévention des risques professionnels.

Synthèse

Lean manufacturing : quelle place pour la santé et la sécurité au travail ?

La mise en place du lean par les entreprises répond avant tout à une problématique d'amélioration de la performance industrielle. La recherche de cette excellence opérationnelle (expression utilisée en France pour désigner le lean) est fondée sur une démarche d'amélioration continue (*kaizen*) visant à :

- éliminer les actions considérées comme n'étant pas à valeur ajoutée (*muda*) ;
- augmenter la flexibilité du système de production (juste-à-temps) ;
- garantir la qualité de la production (*jidoka*).

Même si sur certains aspects, notamment sur la place centrale donnée aux opérateurs, le lean et les démarches de prévention des risques professionnels se rejoignent, leurs effets en termes de santé et sécurité au travail sont différents, dès lors que :

- la notion de performance reste ciblée sur la valeur ajoutée, sous-entendu « aux yeux du client », donc très matérielle. Considérer les actions à éliminer (gaspillages) sur cette seule base peut conduire à supprimer des actions qui permettent aux opérateurs de préserver des marges de manœuvre utiles autant à leurs propres santé et sécurité (possibilité de récupération physique et psychique, d'anticipation et d'adaptation aux événements imprévus, de coordination des membres du collectif...), qu'à la performance globale de l'entreprise ;
- les conditions d'une réelle participation des opérateurs dans les chantiers d'amélioration continue ne sont pas satisfaites. Leur présence seule ne suffit pas à garantir leur participation : c'est là tout l'enjeu d'un accompagnement adéquat de ces chantiers (par exemple par des ergonomes) ;
- la mise en place de la polyvalence n'est pas accompagnée de formations adéquates, ni d'une réelle démarche ergonomique afin d'évaluer les impacts potentiels sur la santé et la sécurité des salariés ;
- la standardisation ne laisse pas aux opérateurs l'autonomie décisionnelle nécessaire pour qu'ils puissent réguler leur activité ;
- sous la pression d'objectifs à court terme, le rôle du management n'est plus celui escompté, à savoir encourager la remontée de problèmes pour les résoudre.

Dans le cas où une entreprise est consciente de ces points de vigilance et qu'elle adopte une vision globale de la performance sur le long terme, la mise en place d'une démarche lean ou de certains de ses outils peut devenir une opportunité pour aborder et améliorer les aspects de santé et de sécurité au travail.

Ainsi, il n'existe pas un lean mais une diversité d'applications dont les effets sur la santé et la sécurité des employés peuvent être très variables selon la vision déclinée par l'entreprise de la notion de « performance » : à court ou long terme, matérielle ou globale.

Si un comité social et économique (CSE) est mis en place dans l'entreprise, il doit être « informé et consulté sur les questions intéressant l'organisation, la gestion et la marche générale de l'entreprise, notamment sur (...) l'introduction de nouvelles technologies, tout aménagement important modifiant les conditions de santé et de sécurité ou les conditions de travail », tel que le précise l'article L. 2312-8 du Code du travail. Le déploiement du lean dans une entreprise fera l'objet d'une discussion entre les différents acteurs de l'entreprise (employeur, partenaires sociaux...) qui permettra d'apprécier concrètement sur le terrain, dans toutes ses dimensions et compte tenu des circonstances spécifiques liées à l'entreprise, si son ampleur peut être considérée comme étant ou non un projet important rentrant dans le champ d'application de l'article précité.

Pour en savoir plus



- Dossier «Que faire du lean ?», *Activités*, vol. 9, n° 2, octobre 2012.
- T. Bertrand, A. Stimec, «Management des contradictions et santé au travail : exploration en pays de lean management», *Working Paper*, EA 4272, hal-00547726, version 1, 17 décembre 2010.
- F. Bourgeois, O. Gonon, «Le lean et l'activité humaine. Quel positionnement de l'ergonomie, convoquée par cette nouvelle doctrine de l'efficacité ?», *Activités*, vol. 7, n° 1, avril 2010.
- S. Bruère, «Travail d'organisation du lean manufacturing et santé : à la source des risques», *Pistes*, 14-2, 2012.
- C. Hohmann, *Lean management. Outils, méthodes, retours d'expériences, questions/réponses*, Éditions Eyrolles.
- E. Morvan, M. François, F. Bourgeois, «Les systèmes productifs "au plus juste" : quelle place pour l'activité et la santé ?», Actes du 43^e congrès de la SELF, Ajaccio, 2008.
- P. Rouzaud, *Salariés, le lean tisse sa toile et vous entoure... Petit manuel à l'usage de ceux qui se préoccupent du travail et de la santé*, Paris, Éditions L'Harmattan.
- G. Toulouse, I. Nastasia, D. Imbeau, *Étude de faisabilité en vue d'intégrer la santé et la sécurité du travail et l'ergonomie à l'approche PVA-Kaizen*, Rapport R 428, IRSST, septembre 2005.
- P. Ughetto, «Une réorganisation au concret : l'implantation du lean manufacturing comme travail managérial», 12^e journées internationales de sociologie du travail, Nancy, 25-26 juin 2009, avril 2009.
- A. Valeyre, «Les conditions de travail des salariés dans l'Union européenne à quinze selon les formes d'organisation», *Travail et emploi*, 112, 2007.



Glossaire



Andon : Dispositif visuel permettant d'alerter le superviseur en cas d'aléa de production : il peut être actionné manuellement par un opérateur (exemple d'un cordon qui parcourt toute une ligne de production), ou automatiquement par une machine.

Autonomation : Principe qui consiste à automatiser, même sur des machines anciennes, le contrôle des défauts afin de stopper la machine et d'alerter l'opérateur.

Cellule ou ligne en U : Les machines d'une ligne de production sont agencées en forme de U, permettant de rapprocher le premier poste du dernier. Cette configuration permet un fonctionnement flexible (opérateurs tournants), tout en limitant les surfaces, les déplacements des opérateurs et en facilitant les approvisionnements.

Chantier : Mode d'action pour la pratique de l'amélioration continue ou la résolution de problèmes : on parle de « chantier 5S », « chantier *kaizen* »... pour décrire des actions rapides, aux périmètres bien définis (sujet particulier, zone spécifique de l'atelier) et qui sont réalisées par des équipes multidisciplinaires détachées sur le terrain.

Équilibrage : Démarche consistant à décomposer le travail en tâches élémentaires et à répartir celles-ci entre les différents postes de travail d'une ligne ou d'un îlot de production. L'objectif est d'obtenir un temps de cycle identique pour tous les postes, correspondant au *takt time*.

Flux tiré : Flux de production dans lequel la fabrication n'est déclenchée qu'à réception de la commande du client. Il se caractérise par un faible niveau (voire une absence) de stocks. On l'oppose au flux poussé, dans lequel les pièces sont fabriquées puis stockées en attendant d'être livrées dès qu'une commande sera reçue.

Fordisme : Modèle d'organisation du travail caractéristique de la production de masse de la première partie du *xx^e* siècle. Ford s'est appuyé sur les bases du taylorisme.

Genba (ou Gemba) : Mot japonais signifiant « terrain ». C'est donc l'atelier où se crée la valeur et où les problèmes doivent s'analyser et se résoudre.

Heijunka : Lissage de la production. Méthode de planification de la production sur la base de la demande moyenne du client. On cherche à absorber les variations de volume et de diversité des commandes client, en reproduisant des schémas de production très proches d'un jour sur l'autre.

Hoshin : « Boussole » en japonais. Démarche managériale qui vise à « montrer la voie » et à focaliser un maximum de ressources pour la réalisation d'un objectif précis, sur une échelle de temps très courte.

Juste-à-temps (JAT) : Stratégie de production consistant à ne produire et livrer que la quantité de pièces strictement nécessaires au client, et seulement quand il le demande.

Jidoka : Démarche de stabilisation d'un processus de fabrication afin d'éviter la production de pièces mauvaises, ou, à défaut, la transmission d'une pièce mauvaise au poste de travail suivant.

Kaizen : Philosophie d'amélioration continue destinée à supprimer les « gaspillages » et simplifier les processus. Elle s'appuie sur la participation des opérateurs à des analyses sur le terrain.

Kaizen Blitz / Kaikaku : Voir *Kaizen*. L'attribut *Blitz* (éclair) indique le caractère très rapide de l'action. On parle également de *kaikaku* pour décrire ce type de chantiers, avec des changements rapides et radicaux.

Kanban : « Étiquette » en japonais. Un système *kanban* est un système de management de la production par reconstitution d'un stock dans lequel le client est venu prélever son besoin. Par un système de cartes de prélèvement ou de fabrication, on s'assure de ne produire que ce dont le client a besoin, dans une logique de flux tiré.

Management visuel : Mise en place de moyens physiques (rangement des stocks, tableaux, panneaux lumineux, codes couleurs...) pour s'assurer

au premier coup d'œil que les opérations de production se déroulent normalement, ou pour repérer rapidement les anomalies.

Muda: Mot japonais signifiant « gaspillage ». Le lean considère tout ce qui n'est pas de la valeur ajoutée comme du *muda* qu'il faut supprimer pour rendre le processus plus performant. À l'origine, le TPS définit sept types de *muda* : les pièces défectueuses, les mouvements inutiles, les temps d'attente, les transports, les stocks, les défaillances liées au processus de fabrication et la surproduction.

Opérateurs tournants : Organisation type au sein d'une cellule en U. Les opérateurs n'assurent plus un seul poste de travail, mais « suivent le produit » : ils réalisent successivement toutes les étapes de fabrication du produit, en se déplaçant d'un poste à l'autre. Cette configuration permet notamment d'adapter les ressources en fonction du *takt time* (un seul opérateur polyvalent pouvant faire tourner la ligne complète).

Poka yoke : Système antierreur permettant de garantir la conformité du produit : il existe des *poka yoke* « produits », pour lesquels la conception même du produit rend l'erreur impossible (exemple du montage d'une carte SIM dans un téléphone mobile), et des *poka yoke* « process », dispositifs empêchant de transmettre une pièce non conforme au poste suivant (exemple d'une barre horizontale sur un convoyeur qui écartera automatiquement toutes les pièces trop hautes par rapport à la spécification).

Polyvalence : Aptitude d'un opérateur à travailler à des postes différents. Elle permet de faire tourner les opérateurs d'un poste à l'autre en apportant de la flexibilité à l'organisation. On y associe parfois la polycompétence qui consiste pour un opérateur à maîtriser des activités annexes à sa tâche : formation, maintenance, réglage, etc.

SMED (Single Minute Exchange of Die) : Démarche pour le changement rapide de série ou d'outillage, en moins de 10 minutes. Un chantier *SMED* consiste à réorganiser l'activité des régleurs afin de réduire le temps d'immobilisation des installations et permettre ainsi une réduction des tailles de lots de production.

Standard de travail (ou travail standardisé) : Formalisation d'un mode opératoire afin de réaliser une tâche répétitive avec le moins de variabilité possible. Ce standard de travail correspond à la manière optimale de travailler et doit être appliqué par tous les opérateurs.

Superviseur : Manager de proximité, chargé de gérer et d'animer de petites équipes de production, tout en dynamisant l'amélioration continue.

Supply chain : Ensemble de la chaîne logistique, qui peut intégrer la gestion des fournisseurs, des sous-traitants, jusqu'à la livraison du client.

Takt time : Temps nécessaire pour produire une pièce selon le rythme de la demande moyenne du client. Il est calculé en divisant le temps total disponible pour la production par le nombre de pièces demandées par le client sur la même période.

Taylorisme : Modèle d'organisation scientifique et rationnelle du travail, qui est décomposé en opérations élémentaires confiées à des opérateurs spécialisés. C'est le modèle caractéristique de la production de masse avec la recherche d'un rendement maximum.

TPS (Toyota Production System) : Système de production développé par T. Ohno pour Toyota et qui pose les fondements de ce qui deviendra le lean manufacturing.

Valeur ajoutée : Dans un contexte lean, opération qui enrichit le produit ou la prestation aux yeux du client. Une opération à valeur ajoutée est une opération pour laquelle le client sera prêt à payer.

VSM (Value Stream Mapping) : Cartographie des flux de valeur de l'entreprise : matérialisation des flux de matière et d'information pour identifier les « gaspillages ».

5S (cinq S) : Initiales de cinq termes japonais qui désignent les étapes d'une méthode d'organisation, de rangement et de nettoyage des postes de travail et de leur environnement : *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, *shitsuke*.

Toutes les publications de l'INRS sont téléchargeables sur www.inrs.fr

Pour commander les publications de l'INRS au format papier

Les entreprises du régime général de la Sécurité sociale peuvent se procurer les publications de l'INRS à titre gratuit auprès des services prévention des Carsat/Cramif/CGSS.

Retrouvez leurs coordonnées sur www.inrs.fr/reseau-am

L'INRS propose un service de commande en ligne pour les publications et affiches, payant au-delà de deux documents par commande.

Les entreprises hors régime général de la Sécurité sociale peuvent acheter directement les publications auprès de l'INRS en s'adressant au service diffusion par mail à service.diffusion@inrs.fr

Cette brochure a pour objectif d'apporter à l'ensemble des acteurs de la prévention, ainsi qu'aux décideurs, un éclairage sur les questions que pose le lean vis-à-vis des aspects de santé et de sécurité au travail.

En particulier, elle entend donner des repères pour identifier ce qui, dans une organisation de type lean, peut entraîner des situations à l'origine d'accidents, de troubles musculosquelettiques (TMS) ou de risques psychosociaux (RPS).

Des pistes d'actions sont également proposées pour aborder les aspects de santé et de sécurité au travail.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail
et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris
Tél. 01 40 44 30 00 • info@inrs.fr

Édition INRS ED 6144

2^e édition | octobre 2023 | 1 000 ex. | ISBN 978-2-7389-2853-5

L'INRS est financé par la Sécurité sociale
Assurance maladie - Risques professionnels