

LEAN MANUFACTURING : L'OPERATEUR AU CENTRE DE L'ACTIVITE ? COMPRENDRE LES STRATEGIES DE GESTION DE LA DIVERSITE POUR L'AMELIORATION CONTINUE

Maria Sol Perez Toralla

Doctorante en ergonomie
PSA Peugeot-Citroën
CNAM - Laboratoire d'ergonomie
41 rue Gay Lussac, 75005 Paris, France
maria.pereztoralla@mpsa.com

Pierre Falzon

Directeur de thèse
CNAM -Laboratoire d'ergonomie
41 rue Gay Lussac, 75005 Paris, France
pierre.falzon@cnam.fr

Alexandre Morais

Ergonome – Tuteur industriel
PSA Peugeot-Citroën
2-10, boulevard de l'Europe- Poissy
78092 Yvelines Cedex 09
alexandre.morais@mpsa.com

Résumé

Cette étude répond à une demande du département d'ergonomie du groupe PSA Peugeot-Citroën qui souhaite étudier les impacts de la mise en place du Lean manufacturing sur l'activité des opérateurs à la chaîne. Une étude empirique à porté sur trois postes de la ligne « planche de bord » où des questions d'ergonomie liées aux difficultés de gestion de la diversité se posaient. Les résultats ont montré un décalage entre les principes annoncés par le Lean et leur application sur le terrain notamment en termes de méthodes de gestion de la diversité. Ce décalage contribue à la dégradation des conditions de travail où les opérateurs tentent de mettre en place des stratégies pour répondre aux objectifs de la tâche. Il s'agit alors d'étudier les possibilités de prendre en compte ces stratégies dans l'amélioration continue du système.

Mots-clés: Lean manufacturing, production à la demande, travail cyclique répétitif, adaptation.
Contexte de l'étude

Contexte de l'étude

Présentation du Système de Production PSA

Dans un contexte de forte concurrence internationale, le Lean manufacturing (dont la forme la plus élaborée aujourd'hui est le Toyota Production System) et sa gestion de la production au « Juste nécessaire » et « Juste à temps » est aujourd'hui la méthode la plus utilisée dans l'industrie automobile pour diminuer les coûts de production et augmenter la qualité et la diversité. Inspiré du TPS, le constructeur automobile PSA a développé son propre système de production, le SPP (Système de Production PSA). Le SPP repose sur trois principes généraux : « Aucun défaut : qui se traduit notamment par l'arrêt de la ligne en cas de défaut ; Production au nominal : à travers des processus stables et standardisés et Juste nécessaire : par l'élimination du travail non nécessaire ».

Ainsi, en se référant à une « situation idéale », il s'agit avec le SPP de mettre en évidence les dysfonctionnements et de les corriger grâce à une démarche d'« amélioration continue ». Si on reprend l'expression de Taiichi Ohno il s'agit d'éliminer « toutes les activités pour lesquelles le client n'est pas prêt à payer ».

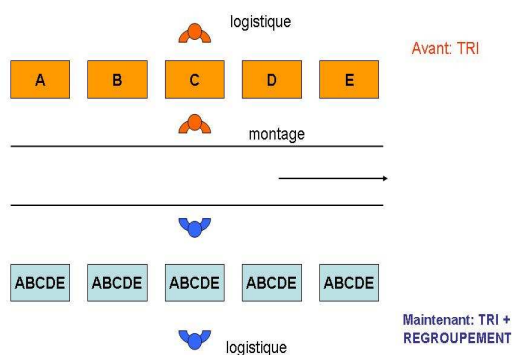


Figure 1- Re cadencement des pièces pour le montage par la logistique

nominale » garantit une activité régulière ou flux continu. La variabilité du marché est l'une des principales sources de « non nominal » à laquelle le SPP essaye d'y répondre.

Orientations de l'ergonomie dans le SPP

Les nouvelles contraintes économiques et industrielles auxquelles le SPP veut répondre ont des effets sur les conditions de travail : une densification du travail par l'ajout de tâches complémentaires avec des temps réduits au strict nécessaire par exemple est observée. Les temps donnés par les méthodes pour faire face aux aléas ont presque disparus. De ce fait tout aléa se traduit par des retards. L'ergonomie dans le groupe a réussi à faire diminuer considérablement les postes dits « lourds » physiquement (par rapport à la dépense énergétique de l'opérateur au poste). Néanmoins une nouvelle forme de pénibilité traduite à travers des postes légers ressentis comme pénibles est apparue. Ainsi, afin d'agir sur les conditions de travail et sur l'apparition de cette nouvelle pénibilité mentale l'ergonomie doit intégrer dans son analyse l'évolution des méthodes de travail. Il s'agit donc d'aborder les conditions de travail aux postes par le traitement d'une pénibilité globale qui tient compte des compactages des temps et de l'espace, des ruptures des routines par des tâches de contrôle de qualité, de l'ajout de tâches supplémentaires dont les temps sont sous estimés car n'apportent pas de la valeur ajoutée au véhicule. L'objectif final est de tenir les deux pôles de la problématique de l'ergonomie : la performance de l'entreprise et la préservation de la santé des opérateurs.

Gestion de la diversité sur une ligne de montage

Cette étude fait suite au déploiement du SPP dans l'une des usines de montage du groupe. L'étude porte sur trois postes où, selon le Responsable d'Unité, la diversité de production est facteur de stress pour les opérateurs. Des chantiers Hoshin (chantiers de productivité des postes) avaient été conduits pour changer l'étiquetage et les systèmes d'aide au choix pour diminuer les erreurs à ces postes. Les erreurs ont diminué même si d'autres problèmes, notamment de connectique, sont apparus. Et dans le même temps de nouvelles plaintes en lien avec la gestion de la diversité ont émergé. L'intervention a consisté dans une première partie à identifier les ressources offertes aux opérateurs pour gérer la diversité de la production. Par ailleurs, des observations globales ont mis en évidence la création de stratégies individuelles pour faire face à la diversité et diminuer le sentiment de surcharge. Dans un deuxième temps, l'intervention a visé à identifier la construction de ces stratégies et à étudier les possibilités d'intégration dans une démarche d'amélioration continue.

Dans l'esprit du SPP, il s'agit de faire sortir des lignes de montage les actions sans valeur ajoutée pour le véhicule. Par exemple par l'introduction de nouvelles procédures à la logistique telles que le re cadencement des pièces (tri+regroupement) (Figure 1), l'opérateur sur la ligne n'est plus confronté à la gestion de la diversité des pièces car la logistique lui fournit « la bonne pièce au bon moment ».

L'étalement de la demande dans le temps (Figure 2) dans l'esprit de la « production

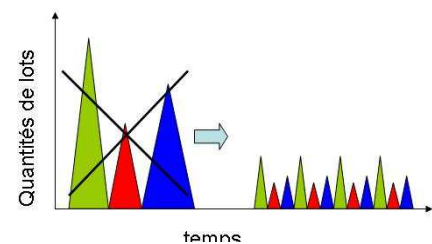


Figure 2- Nivellement de la production (produire des petits lots étalés sur le temps de production)

Cadre théorique

De la production de masse à la production à la demande

L'invention de l'interchangeabilité et la simplicité d'assemblage des différentes parties du véhicule par Henri Ford au début des années 1900 rendit possible le travail à la chaîne et donna naissance à la production de masse (Womack, Jones et Roos, 1997). Cependant la production de masse s'est confrontée à ses limites lorsque les clients ont voulu plus de diversité dans les produits. C'est alors que Taiichi Ohno, l'un des pères fondateurs du Toyota Production System (TPS), à l'origine du *Lean manufacturing*, mit en place un système permettant de « *produire de petites quantités de nombreux modèles de produits [c'est pourquoi] ce système est fondamentalement performant dans la diversification. Alors que le système classique de production de masse planifié est relativement réfractaire au changement, le système Toyota se révèle au contraire très plastique ; il s'adapte bien aux conditions de diversification les plus difficiles* » (Ohno, 1978 p.49, dans Coriat, 1991, p19).

Dans le *Lean manufacturing* l'opérateur est donc supposé être performant dans la diversité, c'est-à-dire choisir la bonne pièce, inspecter la qualité etc. Cette diversité introduit de la variabilité des actions et la nécessité de contrôler sa propre activité (Faye, 2007). Or dans la logique du *Lean manufacturing*, ces tâches n'apportant pas de valeur ajoutée au produit, les temps qui leur sont alloués sont réduits au minimum. Daniellou (1983) a mis en évidence dans des postes d'assemblage d'une usine automobile, ne requérant a priori pas de qualification, une série de mécanismes complexes d'identification et de contrôle. Cette activité mentale n'est pas reconnue car elle ne se voit pas (Daniellou, Laville & Teiger, 1983). Ainsi, comme le souligne Coninck (2005, cité par Pillemont, 2009) « *les salariés sont confrontés à des injonctions auxquelles il est difficile de faire face dans la mesure où l'organisation leur fournit peu d'outils pour y parvenir [...]* ». Pourtant, plusieurs études (par exemple Eklund, 2001) mettent en avant le fait que les travailleurs désirent, naturellement, accomplir un travail de qualité, la qualité définissant un travail intéressant et enrichissant. Les opérateurs développent alors des stratégies individuelles pour atteindre cet objectif.

Des stratégies individuelles pour s'adapter aux contraintes de production

Le développement de stratégies individuelles pour faire face aux situations de travail non prises en compte par l'organisation a été souvent mis en évidence en ergonomie (par exemple Gaudart, 1996 ; Vézina et al.2003 ; Faye, 2007). Des études sur le rôle et l'acquisition de ces gestes ont été menées (Chassaing, 2004). Comme le souligne Faye (2007) le développement de stratégies opératoires malgré le peu de marges de manœuvre existait déjà dans les organisations tayloriennes-fordiennes « *mais elles sont d'autant plus nécessaires que le travail dans le néo taylorisme [le TPS] est contraignant et plus intense* » (p.59). Ces stratégies reposent sur des savoirs concernant les « *principes d'utilisation de leur corps au travail pour anticiper, atténuer et donc prévenir la douleur et/ou la fatigue* » (Chassaing 2004, p.151). Le développement de ce type de stratégies pour faire des économies de temps, par exemple en remontant la chaîne pour prendre de l'avance (Teiger, Laville et Duraffourg, 1974), a été mis en évidence (Leplat & Cuny, 1977). Daniellou (1983) a étudié les mécanismes d'identification et de contrôle mis en œuvre par deux opérateurs dans une usine de montage automobile où la diversification des produits posait des questions de marquage et d'identification des pièces. Plus récemment Faye (op.cit) et Branlat (2006) ont étudié dans des organisations de type « *Qualité Totale* » le développement de stratégies de récupération des erreurs. De plus, les stratégies individuelles étant le reflet de l'expertise de l'opérateur (Gaudart, op.cit) il convient de s'interroger sur la place de celles-ci dans le processus d'amélioration continue du *Lean manufacturing*

La présente étude s'inscrit dans la lignée de ces travaux à savoir l'adaptation des opérateurs, par l'élaboration de stratégies individuelles, à la diversification de la production dans le travail à la chaîne. L'originalité de cette étude repose sur le contexte dans lequel elle s'est effectuée. En effet,

comme il a été souligné plus haut, le SPP se présente comme permettant au système technique et humain d'être efficace dans un univers de diversification. De plus, la démarche d'amélioration continue dans le SPP suppose de placer l'opérateur et le terrain au centre. Il s'agit donc d'identifier les ressources données aux opérateurs pour s'adapter à la diversité de production et de mettre en évidence les stratégies individuelles développées lorsque les ressources sont insuffisantes ou non adaptées. Finalement une réflexion sera menée sur la prise en compte de ces stratégies dans l'amélioration continue.

Méthode d'intervention

Des observations systématiques ont été réalisées afin de répondre aux différentes questions énoncées ci-dessus. Les observables choisis ont été construits d'une part, à partir des grandes catégories d'observables utilisées en ergonomie (Guérin et al, 1997) et d'autre part à partir des principes d'optimisation des postes prescrits par le Lean. Les observations ont permis d'apporter des connaissances sur l'activité réelle des opérateurs, mais elles ont aussi servi de support pour produire des explications de la part des opérateurs (Guérin et al. 1997) sur l'origine de leurs difficultés et sur leurs stratégies pour y faire face. Ainsi les observations ont été accompagnées des explications fournies par les opérateurs.

Les postes étudiés

Les trois postes étudiés font partie du secteur « planches de bord » (climatisation, conduits d'air, commandes de fermeture centralisée, airbags etc.). Plusieurs modèles de véhicules sont assemblés sur cette ligne, chacun des modèles avec une très grande combinatoire des possibles. La production journalière était en moyenne de 360 véhicules par équipe (soit 53 véhicules par heure). Le temps de défilement de la ligne était de 1,128 secondes, c'est-à-dire que l'opérateur dispose en moyenne de 1,128 secondes par véhicule.

Le tableau 2 résume les caractéristiques des trois postes étudiés. Ils sont présentés selon l'ordre chronologique du montage.

Poste	Cotation ergonomique (posture & effort)	Particularité	Gammes
Poste « faisceaux »	léger	Poste de conformité (vérification des pièces montées en amont)	Mise en place du groupe climatisation et recadencement des faisceaux
Poste « boutons push » (p.ex bouton de condamnation centrale des portes)	léger	« Générateur de stress » selon le responsable car « gymnastique mentale » nécessaire	Mise en place de la barrette et des « boutons push ». Branchement des boutons aux faisceaux.
Poste « afficheur »	lourd	Poste de conformité. Sur deux pas de travail. Beaucoup de déplacements.	Vérification, par code de barre de la conformité du jeu des clés et de l'air bag. Installation de l'afficheur

Tableau 1- Postes de la ligne "planche de bord" étudiés

Résultats

Ressources pour gérer la diversité

Un premier niveau d'observation a permis de constater que des outils du SPP de gestion de la diversité et des aléas étaient absents. Par exemple l'absence de système d'alerte (Andon) obligeait les opérateurs à gérer seuls le plus souvent leurs difficultés quitte à laisser partir le véhicule avec un défaut. Dans le cas contraire ils se trouvaient obligés de « crier derrière le moniteur toute la journée ». Mais surtout, en ne facilitant pas l'intervention rapide du moniteur, les défauts qui n'étaient pas gérés passaient aux postes en aval jusqu'à un point où la ligne devait s'arrêter pour

traiter toutes les opérations qui n'avaient pas été réalisées. Un autre constat concernait l'agencement des pièces en bord de ligne afin que l'opérateur ait « la bonne pièce au bon moment » selon le principe du « Juste à temps ». Les observations ont montré, notamment au poste « faisceaux » que ce principe n'était pas complètement respecté, ce qui créait des déplacements inutiles pour l'opérateur. Il est important de souligner que l'opérateur lui-même jugeait que ces déplacements lui faisaient perdre du temps (car ils n'étaient pas comptabilisés dans son temps de cycle). Beaucoup de temps d'attente dus à des ruptures d'approvisionnement ont également été observés. Ces attentes obligent l'opérateur à accélérer sa cadence après le réapprovisionnement pour rattraper son retard. Ces quelques exemples mettent en évidence des chantiers Hoshin incomplets et des points négligés qui pourraient aider l'opérateur dans son activité. Malheureusement ne disposant pas des données sur la conduite des chantiers de conception de ces postes il n'a pas été possible d'étudier les critères de décision menant au résultat présent.

Des stratégies d'adaptation dans la recherche de performance

Plusieurs stratégies individuelles d'adaptation aux contraintes de production ont été identifiées. Une première illustration concerne le poste « faisceaux ». A ce poste l'opérateur a devant lui quatre plateaux où il doit placer quatre « groupes clim » selon l'ordre des commandes ; une fois les quatre plateaux vides, il peut aller chercher les quatre pièces suivantes en se servant du support des plateaux comme chariot. Les observations ont montré que, bien que l'opérateur connaisse le standard de son poste, il a mis en place d'autres stratégies pour « gagner du temps » et éviter les temps d'attente (le temps que les plateaux se vident par la consommation du poste en aval). Ces temps d'attente sont une source de stress, selon ses explications, pour l'opérateur. Ainsi, dès que deux plateaux sont vides, il va chercher à la main deux autres « groupes clim ». Des explications de la part de l'opérateur ont permis de comprendre cette stratégie : Comme l'opérateur du poste en aval lui renvoie les plateaux vides, une fois les groupes clim intégrés à la planche de bord, ce dernier pour ne pas voir les plateaux se cumuler devant lui (situation qui génère du stress) les prend au fur et à mesure que les places se libéraient sur le chariot « Si j'attends que les 4 plateaux soient vides après je vais avec le chariot m'approvisionner et, quand je reviens le poste en aval m'a déjà renvoyé plein d'autres plateaux vides ». Ainsi, l'opérateur trouvait plus efficace d'aller chercher les groupes clim au fur et à mesure qu'ils étaient consommés plutôt que d'attendre et de devoir se déplacer avec un charriot pour aller en chercher quatre en une seule fois. Il n'a pas été possible d'évaluer cette meilleure efficacité.

Un deuxième exemple concerne le poste « boutons push ». Sur une période d'observation de vingt minutes, cinq différents modèles de voitures se sont présentés sur la chaîne (tableau 3). Les variations des temps de cycle allaient de 50 secondes pour le modèle le plus simple à 1min30 pour le modèle haut de gamme. Ces écarts de temps sont des indicateurs importants permettant de comprendre le stress qui peut être ressenti par l'opérateur.

Type de combinatoire	Temps de cycle
Modèle A	1 min 00
Modèle B	0 min 50
Modèle C	1 min 30
Modèle A	0 min 50
Modèle C	1 min 30
Modèle D	1 min 30
Modèle D	1 min 30
Modèle D	1 min 30
Modèle C	0 min 50
Modèle E	1 min 30

En effet le temps moyen, compte tenu de la variabilité des modèles est de 1,128 secondes. Si un modèle « haut de gamme » se présente quatre fois de suite (cf. tableau 2) l'opérateur coule : prend du retard sur la production. En l'occurrence, l'opérateur, à ce poste depuis plus de deux ans, connaissait bien ces variations de temps ce qui lui a permis de développer des stratégies pour éviter de couler. L'une de ces stratégies concernait l'évitement des déplacements pour gagner quelques secondes en prévision de l'arrivée des modèles « hauts de gamme » (ce type de stratégie avait déjà été montré par Teiger, Laville et Duraffourg, 2004)

Tableau 2- Différents modèles observés au poste "boutons push"

Par ailleurs, une autre stratégie consiste, lors des arrêts de la ligne (par exemple lors des ruptures d'approvisionnement à un autre poste) à chercher visuellement les informations sur les fiches FAV (Fiche d'Affectation Véhicule) des véhicules en amont afin de préparer les pièces à installer. Lorsque l'opérateur n'arrive pas à lire les informations sur les FAV (le véhicule était encore trop loin), il demande oralement à son collègue en amont de lui transmettre les informations nécessaires. Ce type de stratégie renvoie aux travaux de Muller (2005) (cité par Faye, 2007) sur les stratégies collectives d'entraide issues de l'adaptation collective aux contraintes de production.

Enfin, dans la méthode Lean, les postes sont construits pour que les pièces à monter soient alignées sur le bord de ligne par rapport à l'ordre d'assemblage. Au poste « afficheurs », pour prendre de l'avance l'opérateur remonte vers le poste en amont. Mais comme l'opérateur prend de l'avance, le véhicule ne se retrouve pas en face du bord de ligne au bon moment. Quand le véhicule arrive devant l'approvisionnement le cycle est presque terminé. Lors des verbalisations il ressort qu'à l'origine du stress de l'opérateur se trouvent les difficultés au niveau de la saisie des codes de barres avec le scanner. Cette opération est ressentie comme pénible du fait que le scanner, ne fonctionnant pas bien, l'opérateur a peur de ne pas valider une saisie.

Il est intéressant de noter que sur tous les postes de la ligne (et non pas uniquement sur les postes étudiés) les opérateurs, lorsqu'ils ont la possibilité, remontent au pas en amont pour prendre de l'avance, comme l'avait montré Teiger et al. (1974). Il existe donc un dévalage entre les principes annoncés par le SPP dont la gestion de la diversité, et leur application sur le terrain.

Discussion

Les situations de travail illustrées ci-dessus mettent en évidence des contraintes de diversité auxquelles le SPP (Lean manufacturing) est confronté et les difficultés toujours existantes du lissage de l'activité. L'opérateur apparaît comme une des variables d'ajustement et il s'adapte à ces contraintes en créant diverses stratégies. Ces situations contribuent à l'apparition de plus en plus fréquente de postes « légers » ressentis comme pénibles. Comprendre l'origine et les usages de ce type de stratégies lors des chantiers Hoshin (chantiers d'amélioration des postes pour la productivité) pourrait aider à appréhender la réalité du terrain, ce qui est à l'origine de l'amélioration continue dans le système TPS (Toyota Production System) original. D'ailleurs, dans le groupe PSA, la participation de l'ergonomie dès la conduite de projet véhicule ainsi qu'un niveau de l'amélioration continue des postes existants est de plus en plus demandée.

Puisque le SPP prévoit de mettre l'opérateur et le terrain au centre de l'amélioration continue « car ce sont les opérateurs qui connaissent le mieux leurs postes » il faudrait effectivement prendre en compte les propositions de ceux-ci. Pourtant les possibilités réelles données à l'opérateur pour agir sur ses conditions de travail sont limitées. Le manque de formation quand à l'analyse de leur propre activité et leurs faibles marges de manœuvre lors de leur intervention dans les chantiers Hoshin diminuent ces possibilités. Les futures pistes d'intervention peuvent alors se situer dans l'étude du fonctionnement des chantiers Hoshin et des possibilités réelles d'intervention de l'opérateur. L'étude des formations des opérateurs aux activités de type méta fonctionnelles (Falzon, 1994) pour participer aux démarches d'amélioration continue constitue également une piste d'intervention.

Bibliographie

- Branlat, M. (2006). *Charge de travail mental aux postes de montage automobile. Etude et tentative de conception d'un outil d'évaluation*, Master de recherche Ergonomie, s.d. Falzon, P et Morais, A
- Chassaing, K. (2004). L'expérience d'opérateurs "tôliers" confrontée au retour de la "normalization" gestuelle. In Rey, P., Ollagnier, E., Gonik, V. & Ramaciotti, D. (Eds.), *Ergonomie et normalization. Actes du XXXIXe congrès de la SELF (pp.147-158)*. Toulouse: Octarès
- Coninck (de), F., 2005. Crise de la rationalité industrielle et transformations de la prescription. Une étude de cas. *Sociologie du travail* 47 (1), 77-87.
- Daniellou, F. (1983). Eléments sur la collaboration de 2 opérateurs, dans une tâche d'identification, de contrôle et de marquage, *Psychologie Française*, 28 (3), 283-288.

- Daniellou, F., Laville, A., Teiger, C. (1983). Fiction et réalité du travail ouvrier. *Les Cahiers Français*, 209, 39-45.
- Daniellou, F. (2008). Développement des TMS : désordre dans les organisations et fictions managériales. 2^{ème} congrès francophone sur les TMS – Montréal : IRSST
- Eklund, J. (2001). Une approche de développement dans la qualité en ergonomie. *Comptes rendus du congrès SELF, Les transformations du travail, enjeux pour l'ergonomie, 2001*.
- Falzon, P. (1994). Les activités méta-fonctionnelles et leur assistance. *Le Travail Humain*, 57 (1), 1-23.
- Falzon, P., Mas, L. (2007). Les objectifs de l'ergonomie et les objectifs des ergonomes. In M. Zouinar, G. Valléry & M.-C. Le Port (sous la coord. de), *Ergonomie des produits et des services, XXXXII congrès de la SELF*, Toulouse : Octarès.
- Faye, H. (2007). *Les savoir-faire de résilience : Gestion des écarts à la norme en production industrielle*. Thèse de doctorat en ergonomie, CNAM, sous la direction de Falzon, P.
- Gaudart, C. (1996). *Transformation de l'activité avec l'âge dans des tâches de montage automobile à la chaîne*. Thèse de doctorat en ergonomie, Paris, EPHE.
- Leplat, J., Cuny, X. (1977). Le travail à la chaîne. In Leplat, J., Cuny, X. (Eds.), *Introduction à la psychologie du travail* (pp.180-196). Paris: PUF.
- Pillemont, J. La mise en œuvre défaillante des modèles organisationnels. *Comptes rendus du congrès SELF, Ergonomie et organisation du Travail, Toulouse, 2009*. 613-618
- Teiger, C., Laville, A., et Duraffourg, J. (1974). Nature du travail des OS: une recherche dans l'industrie électronique. *L'orientation professionnelle et scolaire*, 1er trimestre, 7-21.
- Vézina, N., St-Vincent, M., Dufour, B., St-Jacques, Y et Cloutier, E. (2003). *La pratique de la rotation des postes dans une usine d'assemblage automobile- Etude exploratoire* (Rapport R-343). IRSST, Montréal.
- Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. (2007) *The Machine That Changed the World : The Story of Lean Production*. Free Press : New York