

LITTLE is beautiful



Patrick BURLAT

Président
WIPSIM



Sandrine DUMOULINNEUF (E07)

Ingénieure consultante
WIPSIM

L'organisation de la production, un vaste sujet qui s'est développé avec l'essor de la production de masse

Avant de parler d'innovation dans ce domaine, commençons par un bref rappel des principaux systèmes fondateurs : le Taylorisme et l'organisation scientifique du travail (OST) dans les années 1880, le Fordisme dans les années 1910 qui reprend les principes de l'OST appliqués à des chaînes de production et couplés avec des méthodes de standardisation des tâches, puis plus récemment, le Toyotisme dans les années 1990 qui s'appuie notamment sur la production juste à temps et la chasse aux gaspillages, et ouvre le champ à toute la philosophie et aux outils du Lean.

Avoir une approche Lean passe par l'implication de toute l'entreprise, de tous ses services et à tous les niveaux : ateliers, fonctions supports, directions. Au niveau de l'atelier, en matière de gestion des flux, le flux tiré est devenu la méthode qui permet de maîtriser les délais et d'augmenter la productivité. Et pour que le Lean porte ses fruits (et surtout pour éviter les travers dramatiques dont la presse s'est fait écho ces dernières années), l'homme doit être au cœur de la

Patrick BURLAT

Ingénieur de formation, il a rejoint l'École des Mines de Saint-Étienne en 1993 après cinq années chez Schlumberger, pour y enseigner la gestion de production. Depuis juin 2015, il a choisi de se mettre en disponibilité de son poste de professeur pour créer WIPSIM, entreprise spécialisée dans le développement d'outils numériques de simulation et de pilotage des flux.

Sandrine DUMOULINNEUF (E07)

Elle est Ingénieure Civil des Mines et Docteur en Génie Industriel de l'École des Mines de Saint-Étienne. Après une expérience d'audit et de conseil de trois ans chez KPMG, elle a rejoint WIPSIM fin 2016 en tant qu'ingénieure et consultante en gestion des flux.

démarche : le changement doit être impulsé par les équipes et impliquer les acteurs du terrain.

Mais ces précautions prises n'assurent pas l'atteinte des promesses du Lean, notamment en termes de gestion des flux.

Au cours de nos expériences en tant qu'ingénieurs chez de grands groupes industriels, et au fil des discussions avec les entreprises avec qui nous conduisons nos travaux de recherche, les limites du Lean se sont fait sentir.

Quel est le problème avec le Lean ?

Avec la philosophie, aucun. Qui ne souhaiterait pas continuellement s'améliorer, détecter et résoudre les problèmes le plus rapidement possible pour assurer une meilleure productivité, une meilleure qualité et un meilleur taux de service ? Nous nous sommes plutôt intéressés aux méthodes Lean et aux outils de gestion des flux.

Nous l'avons rapidement rappelé, les premières méthodes Lean pour la gestion des flux ont été conçues par et pour le secteur automobile. Elles sont adaptées pour des lignes de production en grande série où la standardisation des tâches peut être poussée à l'extrême, jusqu'au « one-piece-flow »¹ et au « takt-time »². Mais quand il s'agit de les appliquer dans des environnements où il existe une variabilité intrinsèque, les méthodes Lean classiques achoppent. C'est cette variabilité qui rend complexe la gestion des flux. Elle est liée par exemple au mix produit, à l'hétérogénéité des gammes de production, à l'instabilité de la demande client, etc.

Des outils, comme la méthode 5S pour n'en citer qu'un, peuvent être mobilisés pour la réduire au maximum. Cependant, dans certains environnements, il restera toujours une variabilité intrinsèque, liée à la variété des produits fabriqués (ou réparés) et aux caractéristiques du processus.

Dans les activités de réparation de produits par exemple, le temps nécessaire en atelier dépend de la panne à réparer. La demande varie constamment du fait de l'évolution des contrats. Et il est difficile de prévoir précisément les volumes et les types de pannes que l'atelier aura à traiter.

La variabilité a de la valeur

Nous ne pensons pas que la variabilité soit un handicap en production. Au niveau national, on observe depuis quelques années une baisse de la part de l'industrie manufacturière dans l'économie française. Cette désindustrialisation est la conséquence, entre autre, de la délocalisation des activités

dont les processus peuvent être standardisés. L'industrie française d'aujourd'hui se caractérise par des activités à forte valeur ajoutée, qui allient savoir-faire et haute technicité, capable d'offrir des produits de plus en plus personnalisés. Cela demande de savoir travailler par petites séries et avec des gammes variées. De plus, nous sommes engagés dans une course à l'innovation pour nous différencier et rester compétitifs. Ces processus n'ont pas le temps de se stabiliser ni de se standardiser. Il faut donc maintenant savoir composer avec ces environnements complexes et variables.

Composer avec la variabilité

Pour gérer la variabilité intrinsèque, des chercheurs du MIT ont développé la méthode de gestion en flux tiré Conwip (CONstant Work In Process) dont le principe consiste à travailler avec un nombre d'encours constant sur la ligne. La méthode fait appel à la théorie des files d'attente et s'appuie sur la loi de Little.

Loi de Little : $WIP = C * T$

avec :

- WIP : encours sur la ligne en nombre de pièces,
- C : cadence de sortie de la ligne en nombre de pièces par heure,
- T : temps de traversée de la ligne en heure

Cette loi est applicable quel que soit le processus et quelle que soit la variabilité de la ligne. Il y a ainsi deux leviers pour réduire le temps de traversée : soit on augmente la cadence, soit on diminue les encours. C'est sur ce deuxième levier que joue le Conwip. Concrètement, on limite le nombre d'encours en mettant en circulation un nombre fixe de tickets. Chaque ticket représente un droit à produire générique. Un nouvel ordre de fabrication (ou avis de réparation) ne peut être engagé sur la ligne que lorsqu'un OF (ou AR) est terminé et qu'un ticket se libère. Ainsi, le flux tiré Conwip n'entraîne aucun changement au niveau des gammes, ni même des postes. Les opérations restent les mêmes. On n'accélère pas le rythme de travail, on adapte simplement la méthode de lancement et le pilotage des encours pour produire la bonne référence, en bonne quantité et au bon moment.

Inventée dans les années 1990, cette méthode s'est très peu diffusée jusqu'à récemment. En effet, pour atteindre de bonnes performances en flux tiré Conwip, il faut calculer le nombre de tickets, la cadence et le temps de traversée optimaux en fonction des gammes et des ressources de la ligne. Or, le modèle repose sur des équations complexes qui ne peuvent pas être facilement résolues à la main. Avec l'évolution des performances informatiques, il est maintenant possible de résoudre ce problème par simulation numérique en utilisant des serveurs de calcul suffisamment puissants pour faire tourner les algorithmes de résolution. Mais l'outil ne doit pas seulement encapsuler l'innovation technique, il doit également être facilement accessible pour des utilisateurs métiers. Grâce au design, il est possible d'intégrer l'expérience utilisateur dans le développement des interfaces. Ainsi, les outils actuels sont suffisamment ergonomiques et simples d'usage pour pouvoir modéliser finement des processus et

analyser l'équilibre d'une ligne sans faire de programmation informatique.

Au-delà de la qualité de la conception du Conwip, les objectifs de performance d'un flux tiré Conwip ne peuvent être atteints sans un pilotage efficace de ligne. En la matière, le pilotage traditionnellement utilisé dans les approches Lean est basé sur des outils de management visuel. Les tableaux de pilotage Conwip permettent de rendre visible l'ensemble du flux et la répartition des encours entre les ressources de la ligne. Ils permettent d'apprécier rapidement l'état de la ligne et d'ajuster les capacités à la charge. Les problèmes sont rapidement mis en exergue, ce qui aide les responsables de ligne comme les opérateurs, à cibler les actions les plus efficaces pour les résoudre.

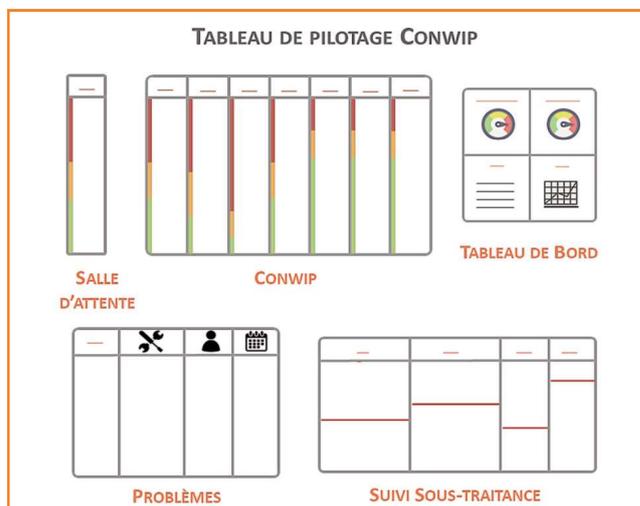
La méthode Conwip associée à un tableau de pilotage visuel permet donc de gérer la ligne en fonction des contraintes. La ligne n'est pas bridée, et en situation de variabilité, le flux est maintenu car les encours peuvent continuer à avancer selon leur gamme sur les ressources disponibles. En cas d'aléas forts, ils se retrouvent bloqués et s'accumulent en amont des ressources goulots. Les files d'attente qui se créent sont rapidement visibles sur le tableau de pilotage qui met en évidence ces ressources goulots. Ce système de pilotage permet de chercher en permanence l'équilibre charge/capacité grâce à ce qui est la meilleure (sinon la seule) méthode efficace pour pallier la variabilité du processus.

Théorie des contraintes (ou TOC, *Theory Of Constraints en Anglais*)

Initiée par Eliyahu M. Goldratt, la TOC fait le constat qu'un système subit au moins une contrainte (une ressource goulot) qui limite ses performances. La TOC admet que le déséquilibre est inévitable, et préconise de gérer le flux en fonction de ces contraintes, en identifiant les ressources goulots, en les exploitant au mieux et si nécessaire en augmentant leur capacité.

Fonctionnement pratique

Voici un exemple schématique de tableau de pilotage visuel mis en place chez des industriels.



Le tableau de pilotage est implanté dans l'atelier de manière à être visible par tous. Il permet de centraliser et de partager l'information. À la mise en œuvre du flux tiré Conwip, le premier tableau est généralement un tableau blanc magnétique. Peu coûteux et très flexible, il permet d'éprouver la structure du tableau Conwip (le nombre de colonnes, le positionnement des zones, les indicateurs, etc.) et de la faire évoluer très facilement au besoin. Les entreprises matures peuvent ensuite mettre en place un tableau tactile numérique. Outre la flexibilité et la facilité d'usage, cette solution permet de visualiser les encours et d'analyser les données en temps réel par échanges de données avec l'ERP.

Les ordres de fabrication (ou avis de réparation) à lancer sont imprimés sur étiquette et placés en « salle d'attente » (zone à gauche du tableau). Lorsqu'un ticket Conwip est disponible, l'OF (ou AR) est rattaché au ticket Conwip puis déposé dans la colonne correspondant à la première opération de sa gamme (zone centrale du tableau). En regardant le tableau, chaque technicien peut voir la charge sur chaque opération, et choisir de travailler sur un encours de l'opération la plus chargée qu'il sait faire. Lorsqu'il a terminé, le technicien peut déplacer le ticket à l'opération suivante de la gamme, puis choisir un autre encours sur l'opération la plus chargée. En cas d'aléas, par exemple un problème d'approvisionnement en composant ou un problème de méthode, le technicien peut déplacer l'OF (ou l'AR) dans la zone problème (zone en bas à gauche du tableau). Avec son responsable, l'anomalie est décrite sur le tableau, et une personne en charge du suivi est désignée. Si le problème n'est pas résolu rapidement, le ticket Conwip est libéré. De manière similaire, lorsque les OF (ou AR) partent en sous-traitance, ils sont déplacés dans la zone prévue à cet effet (zone en bas à droite), en gardant ou non leur ticket Conwip selon la règle que s'est définie l'entreprise.

Ainsi, le responsable de ligne peut apprécier rapidement l'équilibre charge / capacité et vérifier que les ressources sont bien affectées sur les opérations les plus chargées. Il a la liste de tous les OF bloqués pour anomalie, et sait à qui s'adresser pour le suivi. Il peut plus facilement apprécier le volume d'encours chez les sous-traitants, ce qui permet d'estimer le risque (selon la loi de Little, plus le volume d'encours chez un sous-traitant est important, plus le délai sera long) et d'anticiper la charge en retour de sous-traitance. Accompagner et outiller l'Homme pour le mettre au cœur de l'innovation.

Basé sur le partage d'information, ce système favorise le développement de la polyvalence des techniciens, il donne la possibilité au responsable de ligne de se recentrer sur sa fonction de coordinateur et il permet à tous d'agir là où ce sera le plus efficace. L'Homme est ainsi remis au cœur de l'atelier. En corollaire, l'implication des équipes est nécessaire pour que cette organisation fonctionne au quotidien. Chacun doit comprendre la méthode et se l'approprier. En cela, la construction du tableau de pilotage visuel est une étape importante, car il doit répondre aux besoins de ses utilisateurs et être adapté aux différents cas de figure. Le tableau est donc conçu en mode participatif avec les opérateurs et responsables de ligne pour que chacun puisse donner son avis et apporter son expérience.

C'est donc la conjonction des principes scientifiques fondamentaux de la loi de Little, de la théorie des contraintes, du Conwip et du Lean, alliés à la puissance des nouvelles technologies et la simplicité d'usage des outils de conception et de pilotage qui permet de redonner aux industriels un levier pour réduire leurs délais et améliorer la gestion des flux en environnement complexe. ■

¹ Le principe du « One-piece-flow » consiste à produire « pièce à pièce » en supprimant les lots et les batches. Cela permet de réduire de manière drastique les temps de cycle.

² Une production au « takt-time » est une production en Juste-à-Temps, avec une cadence alignée sur le rythme de la demande client.



BULLETIN D'ABONNEMENT 2018

MINES
Revue des Ingénieurs
Paris - Saint-Étienne - Nancy

Je souscris à _____ abonnement (s) à MINES Revue des Ingénieurs Paris-Saint-Étienne-Nancy au prix annuel unitaire de 45 € (France + frais d'envoi)

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

E-mail : _____

Ci-joint mon règlement par chèque d'un montant de _____ € libellé à l'ordre d'Intermines

Demande d'abonnement à retourner accompagnée de votre règlement à :
Intermines - 32, rue du Mont Thabor 75001 Paris • Tél. : 01 46 33 23 20 - Fax : 01 58 62 20 21

