

# Maitriser le flux du fournisseur jusqu'au client

Le « juste à temps » ça peut être simple

Annexes techniques spécifiques de la gestion de flux et exemples réels d'illustration

Les liens renvoient vers les ppt de formation

Les annexes générales sont avec le chapitre Management



J. Duflot 01/26

## Table des matières

|       |                                                      |    |
|-------|------------------------------------------------------|----|
| 1     | Méthodes, l'approfondissement .....                  | 3  |
| 1.1   | Les bases de conception .....                        | 3  |
| 1.1.1 | Les MUDA.....                                        | 4  |
| 1.1.2 | Flux tiré / Poussé .....                             | 5  |
| 1.1.3 | Activité Lissée, Flexibilité .....                   | 7  |
| 1.1.4 | Flux tendu, Lead time.....                           | 9  |
| 1.1.5 | Outils du lissage .....                              | 11 |
| 1.2   | L'analyse .....                                      | 14 |
| 1.2.1 | Value Stream Mapping.....                            | 14 |
| 1.2.2 | Le diagramme spaghetti .....                         | 15 |
| 1.2.3 | Les stocks et leur utilité.....                      | 16 |
| 1.3   | Les outils du flux tendu.....                        | 18 |
| 1.3.1 | Le Kanban .....                                      | 18 |
| 1.3.2 | Le Synchron.....                                     | 21 |
| 1.3.3 | Modes d'approvisionnement .....                      | 21 |
|       | En forme de conclusion .....                         | 24 |
|       | Bibliographie et liens.....                          | 25 |
|       | Annexes : cas réels.....                             | 26 |
| 1.    | Création d'un flux, d'une cadence. ....              | 26 |
| 2.    | Baisse des ventes et mauvaise communication .....    | 27 |
| 3.    | Synchrone long ou le flux tendu longue distance..... | 28 |
| 4.    | Fast-food et bonne utilisation du Lead time .....    | 30 |
| 5.    | Surproduction et surcharge atelier.....              | 31 |
| 6.    | Séries longues et économie .....                     | 33 |
| 7.    | Kanban simple et concret .....                       | 35 |
| 8.    | Kanban en approvisionnement .....                    | 36 |

# 1 Méthodes, l'approfondissement

Le principe de conception d'un flux efficace est **le juste à temps ou juste nécessaire**. Qu'il s'agisse de matière ou de travail, il faut disposer de :

**La quantité juste nécessaire, au moment nécessaire, au lieu où elle est nécessaire**

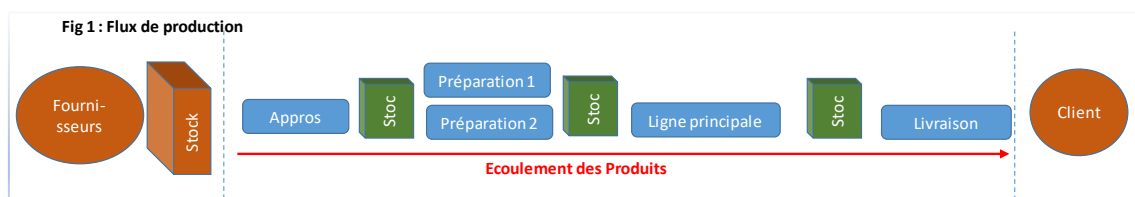
L'application de ce principe amène une activité plus économe en ressources et au délai plus court.

## 1.1 Les bases de conception

On désigne par processus de production, la succession des opérations qui permettent d'élaborer un produit. Pour qu'il y ait flux il faut que ces opérations s'enchaînent sans intervention notable, dans une logique portée par l'organisation physique. Cette logique est favorisée si les produits sont embarqués sur un convoyeur mais une signalisation visuelle suffit pour des produits sur palette, chariots etc.

Cette organisation diffère du travail par lots et ateliers de compétence qui a longtemps eu cours et qui amenait souvent à gérer les urgences dans une file de commandes un peu désordonnée. Dans un flux, si on doit gérer les urgences, c'est qu'il dysfonctionne.

Dans la figure 1 ci-après on distingue des processus de production (en bleu) séparés par des stocks plus ou moins importants, c'est le cas général. Chaque processus peut lui même être décomposé en postes de travail et produits en attente, appelés dans ce cas « en-cours » (Work In Progress)



**L'organisation en flux est indispensable à la visibilité des processus par l'équipe de terrain.**

- Connaître **visuellement**, à tout instant l'état d'avancement d'un produit et l'étape suivante de sa transformation permet à cette équipe de piloter le flux avec réactivité.
- L'appui de l'informatique, **ERP** (gère ressources, planning et commandes) et **MES** (suit l'avancement en production), est souvent utile. Cependant seul le management visuel

permet aux équipes de terrain, accompagnées des spécialistes, de conduire les progrès de la performance en éliminant les imperfections, les gaspillages nommés MUDA...

### 1.1.1 Les MUDA

Ce terme japonais signifie gaspillage en moins restrictif. Il regroupe 7 catégories d'anomalies. En face d'une situation, connaissant les diverses catégories, il est plus facile de savoir si on a à faire ou non à une anomalie. On combat ainsi le naturel qui s'habitue à tout et tient pour normaux les gaspillages les plus importants. Il est important de les repérer même si « il est impossible de les éliminer »... pour le moment.

Les 7 MUDA, illustrés par des exemples liés au flux, sont :

1. **La surproduction** : mère de tous les MUDA, elle les génère tous à un moment ou un autre. Produire plus que demandé, ou demander plus que nécessaire, produire en avance pour faire une série plus longue, continuer de produire malgré un défaut ou une saturation sont autant de cas de surproduction. Elle est d'autant plus pernicieuse qu'on a longtemps inculqué aux responsables le dogme de la production de masse : la ligne de production ne doit pas s'arrêter.
2. **Les stocks inutiles** : les stocks sont nécessaires (§2.2.3) mais ils coûtent cher et doivent donc être limités au juste nécessaire. Le stock immobilise de la trésorerie (produits, conteneurs, bâtiment) et coûte de 10 à 15% de sa valeur annuellement pour son entretien (énergie, mouvements, obsolètes à jeter). Une ruine !
3. **L'attente** : que ce soit des pièces (en-cours excessif), des personnes ou des machines en manque de travail, toutes ces pertes de temps signalent des imperfections de gestion du flux qu'il faudra analyser et corriger. Il suffit d'observer un atelier quelques minutes pour se rendre compte qu'elles sont nombreuses.
4. **Le transport** : si la livraison au client final est nécessaire, le transport, en interne comme entre fournisseurs et entreprise, n'apporte rien au produit. Il n'est pas facile à réduire sans modification structurelle et pourtant son impact est fort sur le coût et surtout sur le délai (§2.1.5). Il n'est pas rare que le transport fasse passer la durée d'un processus de production de quelques heures à quelques... semaines si on constitue des lots de transfert dans le but d'optimiser son coût.
5. **Le processus inutile** : difficile à repérer car il paraît souvent indispensable, il ne l'est en fait que dans une situation donnée. Emballer un produit non terminé, qu'il faudra déballer plus tard, pour le protéger pendant son attente ou son transport. Mettre en place un gabarit pour positionner une pièce puis le retirer. Ces processus coûteux n'apportent rien au produit fini et peuvent disparaître si disparaît la cause.

6. **Le mouvement** : tout déplacement du produit ou des opérateurs qui excède les besoins du processus est un MUDA. Ce MUDA se réduit par le 5S et le compactage des processus : disposition des outils au poste, rapprochement des machines, des ateliers. Attention toutefois, certains mouvements libèrent corps et esprit des tensions de la concentration il faut laisser un peu de respiration.

Pour ces deux derniers MUDA la tendance est forte de les automatiser, c'est ajouter l'insulte à la blessure... si on a repéré un MUDA, il faut investir pour l'éliminer par pour le pérenniser.

7. **La production de défauts** : réaliser des produits qu'il faudra détruire et reproduire ou au mieux retoucher est un gaspillage évident. Au premier défaut, on arrête de produire (Voir « La qualité ça peut être simple »).

Aux MUDA on peut ajouter :

Le **MURI ou pénibilité** qu'il faut **éliminer en priorité**, ce qui a l'avantage d'être un bien pour les opérateurs. Ce qui dépasse, même momentanément, les capacités physiques ou mentales d'un opérateur est nuisible : *Si c'est pénible ça ne peut pas être efficace*. Travailler à améliorer l'ergonomie ou la charge mentale est donc toujours un bon investissement.

Le **MURA ou variabilité** qui dénonce le mauvais lissage (cf. §2.1.3)

### 1.1.2 Flux tiré / Poussé

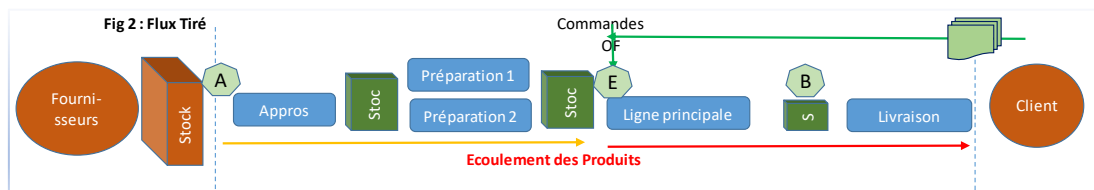
Les termes tiré / poussé font référence aux informations qui vont faire avancer le flux.

- Dans un *flux tiré*, la *prévision de ventes ne sert qu'à préparer l'exécution* : mise en place de capacités, de flux de transport. *L'exécution est pilotée par les commandes réelles*, ce qu'on produit est déjà vendu.
- Le *flux poussé est entièrement piloté par la prévision* qui sert à la préparation mais aussi à l'exécution. On produit, on stocke ce qui était prévu. Il reste à le vendre.

Dans la réalité flux tiré et poussé sont souvent complémentaires, voyons les divers éléments sur un schéma :

**Flux tiré par les commandes client** (Fig.2). Au-dessus des processus apparaît une flèche verte qui symbolise les commandes client transmises en un point du flux dit point d'Engagement (E).

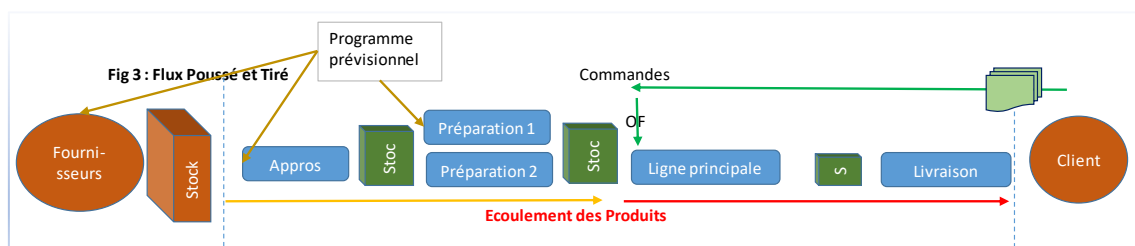
La partie du flux sous cette flèche est en **flux tiré**. On ne peut surproduire, ce qu'on produit est déjà vendu.



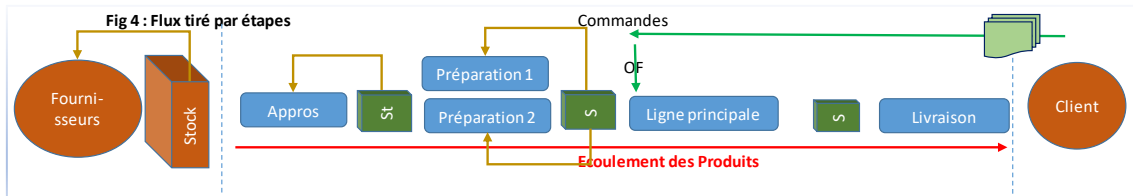
La partie du flux qui peut être tirée par les commandes dépend du rapport entre **délai acceptable** par le client (longueur de la flèche verte) et **temps d'écoulement** du flux entre engagement et fin de livraison (flèche rouge). Suivant la valeur de ce rapport les commandes peuvent être engagées en divers points du flux :

- Engagement en tout début de flux (A), le flux est alors tiré intégralement. Pour tenir le délai le flux doit être efficace, il doit être **tendu** (cf.2.1.4) et optimisé en permanence, c'est un cercle vertueux d'amélioration.
- Engagement en fin de flux (B), le client est servi sur un stock de produits finis. Ce stock est dimensionné par la moyenne des commandes, on y ajoute une sécurité, c'est sa partie stratégique qui couvre les risques de fortes ventes, d'arrêt de production, etc. Le délai est réduit tant qu'il n'y a pas de rupture de stock.

**Le flux amont peut être poussé** (Fig. 3). Comme, par définition, on ne dispose pas de l'information des commandes client, on crée des Ordres de Fabrication (OF) en divers points selon un programme prévisionnel. Au bout du flux poussé on retrouve obligatoirement un stock de composants qui permettra de satisfaire les commandes quelles qu'elles soient. Sa taille dépend de la **fiabilité de la prévision**.



**Le flux amont peut aussi être tiré** (Fig. 4), pas par les commandes client, mais par la consommation des stocks intermédiaires, le processus amont produisant ce que l'aval a consommé précédemment. La taille des stocks intermédiaires dépend de la **fréquence de demande** de l'aval à l'amont et de la **flexibilité** du processus amont, soit sa capacité à produire rapidement tout type de produit demandé.



### 1.1.3 Activité Lissée, Flexibilité

La première étape de maîtrise du flux est le lissage de l'activité. Pour être efficace, pour que les standards soient correctement appliqués, pour éviter de traiter des situations exceptionnelles en permanence (embauches, changement d'horaires etc.), un processus nécessite de la **stabilité**, la variabilité (MURA) est donc à bannir.

*Le lissage est une base incontournable de l'Excellence opérationnelle. On y croit et on l'applique !* C'est important de le comprendre car on peut souvent trouver plus simple et moins cher de ne pas lisser la production. Les coûts du non lissage souvent indirects, peu visibles, sont pourtant bien réels. Pour les leaders on doit lisser d'abord, et rechercher ensuite l'amélioration économique sur la base du lissage.

**Lissage des commandes :** Les commandes sont reçues de manière variable en fonction du désir des clients, des horaires du commerce, de la saisonnalité et ce d'autant plus que la diversité des produits est forte. Pour atteindre la stabilité en production, les commandes sont lissées sur une période. L'écart entre ce lissage et les commandes réelles est traité à l'interface amont par le portefeuille de commandes, et en aval par un stock de produits finis. On procède alors par étapes.

**Organisation du lissage :** Le lissage s'organise entre service commercial et production lors d'une réunion (mensuelle) dite **PIC / PDP**. On y examine :

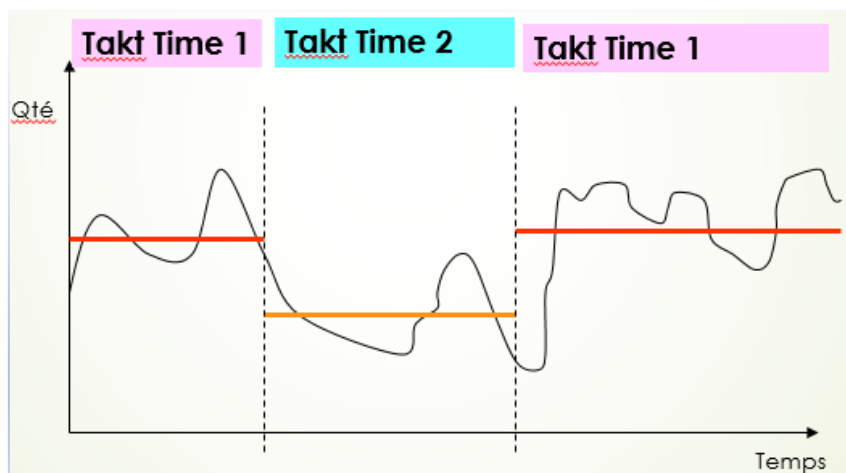
- Etat des stocks, tous : de l'usine au détaillant.
- Prévisions de vente et cibles de stock par type de produit.
- Capacités installées tout au long du flux, ajustement possible et délai.
- Promotions ou lancements de produits prévus.
- Et les indicateurs opérationnels :
  - Délai à 80% (le délai réellement tenu pour 80% des commandes)
  - OTIF : % de commandes livrées à l'heure complètes.
  - Respect du lissage et du mix décidé

A partir de ces éléments on définit :

- Les besoins de production qui seront lissés par jour (semaine).
- La souplesse acceptable sur les horaires
- La variation possible du mix produit (répartition en % des divers types).
- Le **Takt time** global et par type.

**1 Takt time et capacités.** Le Takt time est la cadence vue du client, celle qu'il faut savoir réaliser impérativement. Pour le calculer on divise le temps d'ouverture prévu pour les installations de production, par le nombre prévisionnel de commandes client. Par exemple un mois de 22 jours à 480mn/jour (8h) représente 10560 mn, si on prévoit de vendre 1200 produits le Takt time sera de : 8,8mn. Un produit sera disponible à la livraison toutes les 8,8mn.

L'intérêt d'informer toute la chaîne de production de ce chiffre est que chacun peut alors savoir si son secteur est en capacité ou non de répondre à la demande. Il « tient le TT » RAS, sinon il lui faut s'adapter pour réduire son temps de production.

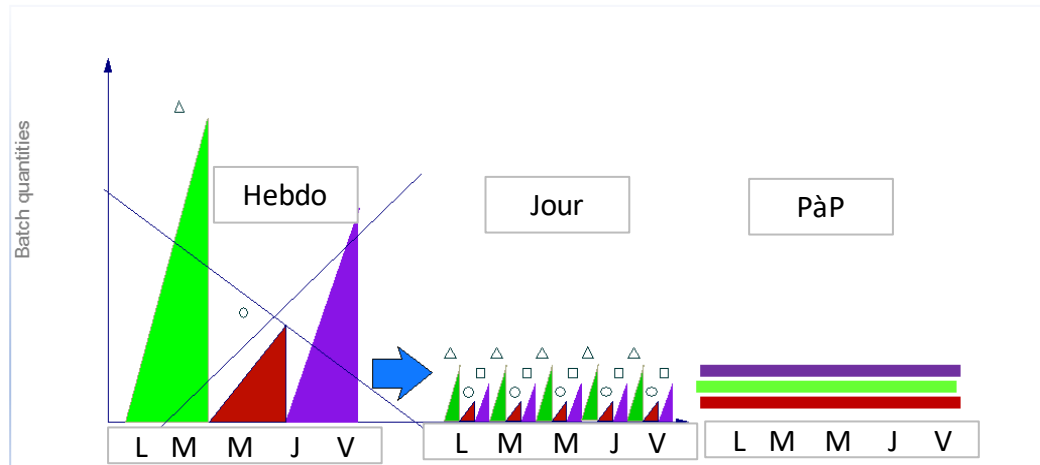


Le lissage (rouge) moyenne les commandes clients (noir) et s'ajuste sur le temps long

Evidemment si une installation ne produit qu'une partie des types de produit, on calculera le Takt time pour les types concernés seulement.

**2 Charge lissée et Lots de production :** Si plusieurs types de produits existent on est souvent tenté de les grouper en séries (lots) du même type. Le lissage de l'activité impose de réaliser les lots les plus petits possibles, le mieux étant le travail pièce par pièce (cf§1.1.5 One piece flow).

Sur le schéma ci-après on voit qu'avec des lots hebdomadaires chaque jour est différent du précédent, avec des lots journaliers chaque heure est différente. Seul le lissage pièce à pièce donne une activité stable.



Produire tous les types de produit les uns à la suite des autres nécessite une **flexibilité** importante. L'adaptation au type suivant est quasi instantanée, on parle alors de **polyvalence** des personnes et des machines.

C'est un effort d'adaptation mais **on colle vraiment à la demande du client** : on produit ce qui est nécessaire au moment voulu. Le lead time est réduit (cf. One piece flow) ce qui permet alors d'**étendre la part du flux tiré** et de continuer à améliorer.

**3 Pour lisser la charge de travail** sur l'ensemble des postes on alterne les types de produits en fonction du **mix produit** défini. Par exemple avec 3 types : A B A B A C, A B A B A C etc. A représente donc 50%, B 33% et C 17% de la production. Le lissage est fait sur 6 produits, donc 6 fois le Takt time. On **équilibre** les temps de travail par poste et on utilise avantageusement une **Heijunka Box** (Cf. §2.1.5) pour concrétiser ce lissage.

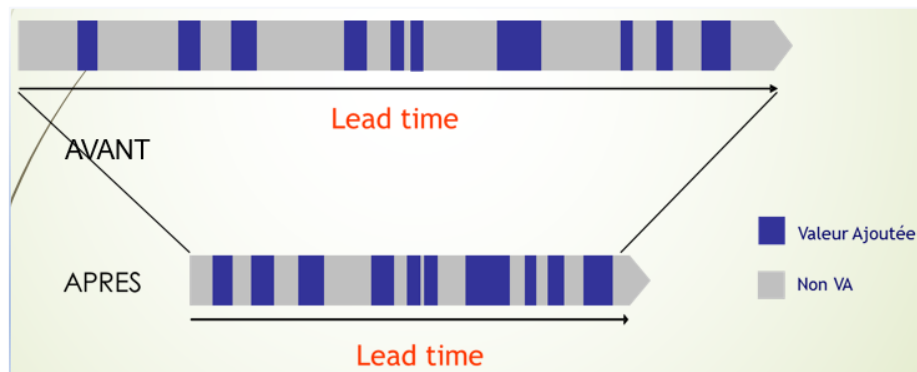
#### 1.1.4 Flux tendu, Lead time

**Le flux tendu** n'est pas un principe de fonctionnement, c'est le résultat **d'un lead time court**.

**Le lead time** est le temps qui s'écoule pour qu'un produit traverse une partie donnée du flux. On parle de lead time :

- De production : de l'engagement d'une commande à sa mise à disposition pour livraison.
- Du client : de la commande à la livraison effective
- Administratif : de réception commande à engagement en production etc.

**Tendre le flux** c'est éliminer les nombreuses opérations sans valeur ajoutée, celles qui coutent et n'apportent rien au produit : tous les MUDA cités précédemment.



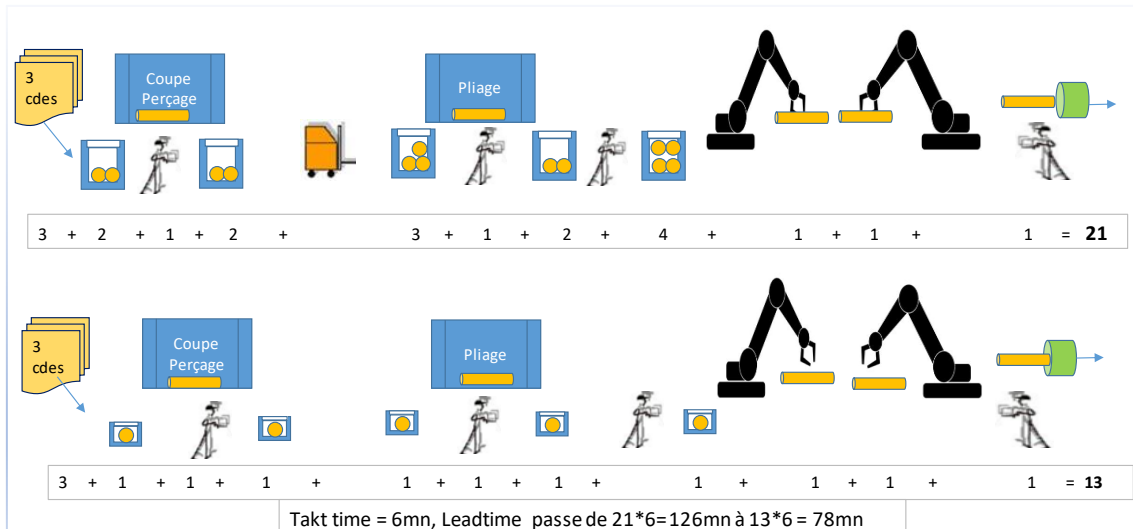
On commence par optimiser le flux menant, celui tiré par les commandes, puis on remonte les autres lignes de flux. Pour pérenniser la nouvelle situation le management **visuel** est de rigueur il permettra de rendre évidente la réapparition de MUDA tels qu'attentes, stocks excessifs.

Comme indicateur on utilisera le **calcul du lead time**, mesuré fréquemment pour vérifier sa stabilité. C'est facile, on compte le nombre de produits encours, sans oublier ceux virtuellement présents sous forme de commandes, et on multiplie par le Takt time (Les produits avancent d'un pas par Takt time et un produit n'arrivera au bout que lorsque les autres seront sortis).

$$\text{Lead Time} = \text{Nombre produits encours} * \text{Takt time}$$

On le comparera au temps nécessaire à l'apport de valeur ajoutée. Un lead time de 3 à 10 fois le temps de valeur ajoutée n'est pas anormal, à 100 il faut agir vite.

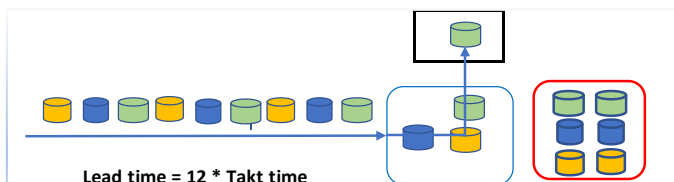
*Exemple de calcul et de réduction du Lead time par réduction des lots de transfert : au départ, transfert par 4 pièces, puis pièce par pièce.*



Le lead time est divisé par 2, on a éliminé du MUDA D'ATTENTE, et on peut mieux faire... en réduisant la surface ce qui constitue une contrainte toujours porteuse de progrès.

**Nota :** Si on considère qu'à chacun des 5 postes de travail le temps de VA est de 3mn, le rapport Lead time sur Valeur ajoutée au départ de  $126/15=8,4$  est ramené à  $78/15=5,2$

**Nota :** un stock de sécurité, en parallèle du flux n'appartient pas au lead time, les produits ne le traversant pas. Sur le schéma, les 6 pièces encadrées en rouge ne comptent pas.

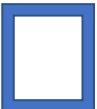


### 1.1.5 Outils du lissage

#### Boite de Lissage (Heijunka box)

Heijunka est le mot japonais pour activité lissée. La boîte de lissage donne visuellement l'avancement de la production et l'encours de commandes. Souvent concrète, elle est facilement réalisable dans le système informatique (MES).

Elle est constituée de cases qui recevront les commandes ou les OF : en ligne les divers types de produits et en colonne les périodes de lissage.

| Heijunka Box                                                                                 | Lundi                                                                             | Mardi                                                                             | Mercr                                                                             | Jeudi                                                                             | vendre                                                                            | Samed                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Type A : 2  |  |  |  |  |  |  |
| Type B : 1  |  |  |  |  |  |  |
| Type C : 3  |  |  |  |  |  |  |

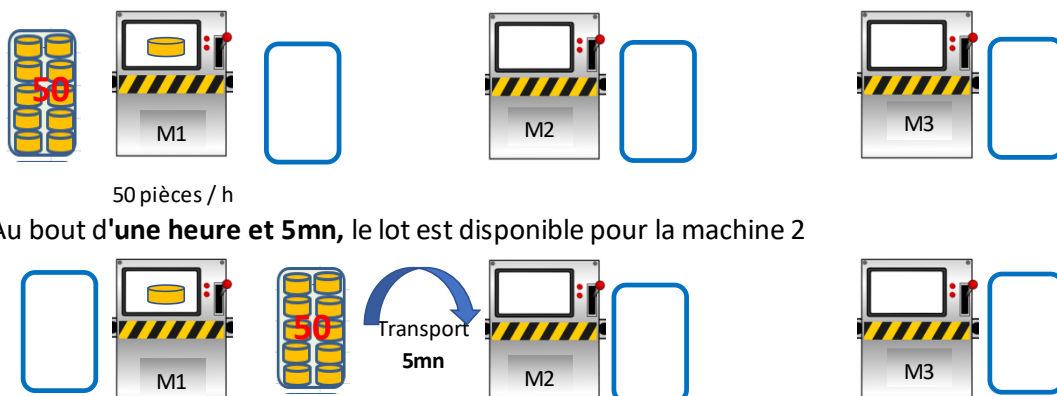
Sur la figure 3 types de produit et lissage journalier. Le PIC/PDP a déterminé combien de produits de chaque type on peut réaliser par période (ici 2A, 1B, 3C). A l'arrivée d'un OF on place une carte dans la première case disponible.

On voit sur la figure que nous sommes mardi. Un type A, un B et un C ont déjà été produits car les cartes ont disparu. On commence à remplir le vendredi avec les nouveaux OF, le portefeuille de commandes est donc de 3 jours environ.

### Lot de transfert ou « one piece flow » ?

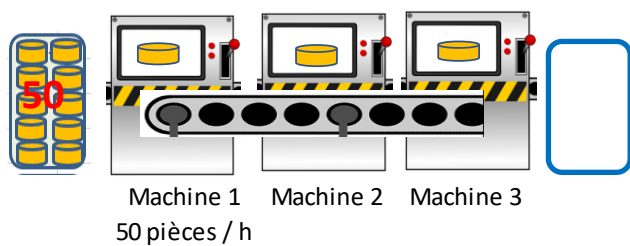
Un lot de transfert est le groupement de plusieurs produits qui vise à optimiser le déplacement d'un poste ou d'un atelier à l'autre, c'est une catastrophe pour le lead time :

#### Lot transfert de 50 pièces (une heure de production)



Il faudra donc **3 heures 10mn** pour que le lot soit terminé après la machine n°3

### One piece flow



La dernière pièce du lot attend 49 mn que la machine 1 soit disponible comme précédemment. Puis elle traverse le flux en 3 mn :  
**Total 1h et 2mn**

Le « one piece flow » consiste à déplacer un seul produit à la fois, comme on n'a plus besoin d'espace, on rapproche, on enchaîne les machines. Maintenant il faut seulement 1 heure et 2 mn pour réaliser toutes les pièces. Le **lead time est divisé par 3**. On a éliminé du MUDA de TRANSPORT.

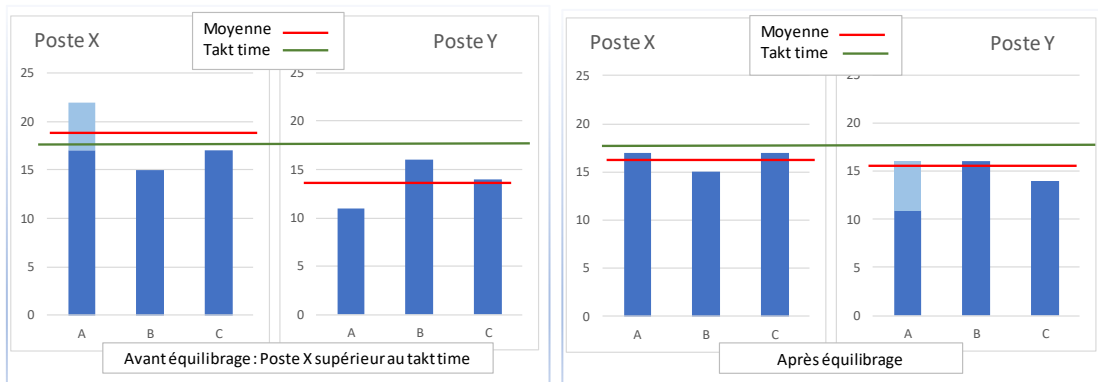
*One piece flow et diversité* : S'il y a différents types de produits avec des processus différents, les moyens doivent être **polyvalents**. Un opérateur devra disposer à son poste de tous les outils et pièces nécessaires pour tous les types, il s'adaptera alors instantanément. Un moyen automatique devra reconnaître le type puis exécuter le bon programme, peut-être changer d'outil, c'est à la portée des robots actuels, une étude [SMED](#) peut être nécessaire.

Moyennant cette adaptation, on constatera que **la notion de série économique n'a plus de sens**. Une série n'est économique que parce qu'on améliore ce type de fonctionnement depuis longtemps sans chercher à changer de paradigme. Travailler en pièce à pièce avec des moyens rendus polyvalents permet de supprimer beaucoup d'opérations sans valeur ajoutée, beaucoup d'encours, tout en collant mieux à la demande du client. Au global l'équilibre économique est atteint rapidement.

### Equilibrage

Il est nécessaire d'équilibrer les charges des divers postes pour travailler au juste nécessaire. Par soucis d'équité, mais aussi pour assurer que chaque poste puisse produire en un temps inférieur au Takt time.

Le graphique ci-après illustre une opération d'équilibrage entre 2 postes pour amener les deux à une moyenne de temps passé, pondérée du mix produit, comparable et en dessous du Takt time.



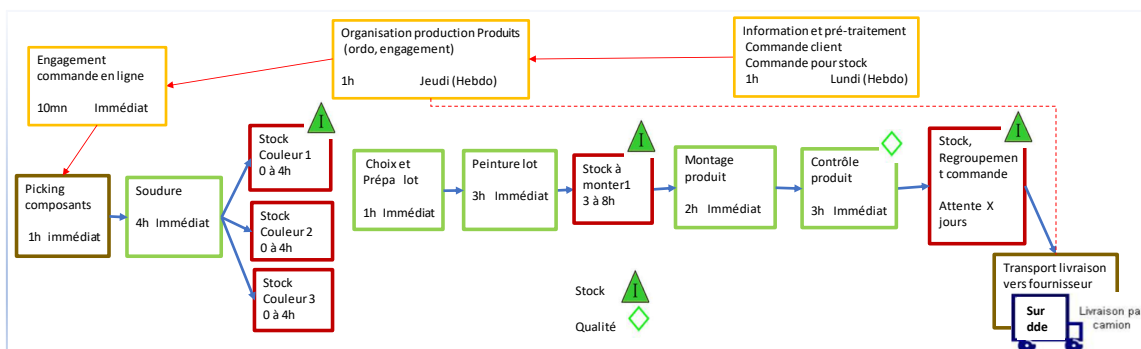
Si on ne dispose pas de données assez précises, une simple observation permet de repérer **le poste goulot**. C'est celui devant lequel les produits attendent et derrière lequel on attend faute de produit à traiter. En affinant l'observation et en questionnant les opérateurs on trouve en général une solution de partage des tâches qui équilibre les postes. S'il subsiste un déséquilibre la rotation des opérateurs sur les divers postes offre l'avantage de réduire la fatigue et d'entretenir la polyvalence.

## 1.2 L'analyse

### 1.2.1 Value Stream Mapping

La VSM, aussi nommée MIFA pour Material & Information Flow Analysis, est l'outil principal d'analyse du flux. A partir d'une description de l'enchaînement des opérations et de leur nature on fait apparaître les anomalies pour lesquelles il conviendra de proposer des solutions. Il s'agit de supprimer les opérations sans valeur ajoutée qui peuvent être couteuses en temps (lead time), en ressources (temps de travail, énergie) ou en immobilisation (stock, surface).

La VSM se pratique en équipe avec un affichage visuel auquel chacun apporte sa contribution. Même sans maîtriser totalement la méthode on arrivera à un résultat probant au bout de quelques heures.



Concrètement, on relie logiquement les opérations, chacune étant représentée par une étiquette qui la définit. On procède par étapes :

1. les opérations traitant l'information (cases jaunes : commandes, ordres, alertes).
2. les macro-tâches qui donnent de premières pistes d'améliorations
3. le détail de chaque processus.

| Contenu d'une étiquette VSM : base et exemples                                                                                                                                                      |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nom de la tâche</b><br>Qui réalise :<br>Durée exécution :<br>Délai ou Fréquence :<br><br>VA ou Non VA<br>Impact Lead time<br><br>Infos<br>Quantité produits<br>Moyen utilisé<br>Temps chgt série | <b>Saisie commandes</b><br><i>Commerce</i><br>10mn par commande<br>Hebdo<br><br><b>Non VA</b><br>LT : Oui 1/2 semaine<br><br>Infos<br><br>ERP | <b>Mise en stock S/ens</b><br><i>Production</i><br>5 mn avec saisie<br>Takt time<br><br><b>Non VA</b><br>LT : 10mn entrée + sortie<br><br>Infos<br>1 Etiquette S/ens<br>ERP |

Tous les MUDA classiques apparaissent en cherchant un peu :

- **Surproduction** : questionner le mode de conduite du flux : Lots, Poussé, Tiré, Synchrone en cherchant à coller au plus près de la demande client.
- **Stock excessif** (cf. 2.2.3) : recalculer tous les stocks en questionnant leur utilité, en modifiant le paramètre influent.
- **Transport** : plutôt que l'optimisation du remplissage, rechercher un autre point d'équilibre en changeant la fréquence de livraison ou le mode d'approvisionnement (cf. §3.3.3).
- **Attente** : générées par une mauvaise maîtrise du flux (surproduction locale, écarts de Takt time) ou des aléas excessifs.
- **Processus inutile** : souvent lié aux précédents.

L'affichage restera en place pour être modifié au fur et à mesure des améliorations.

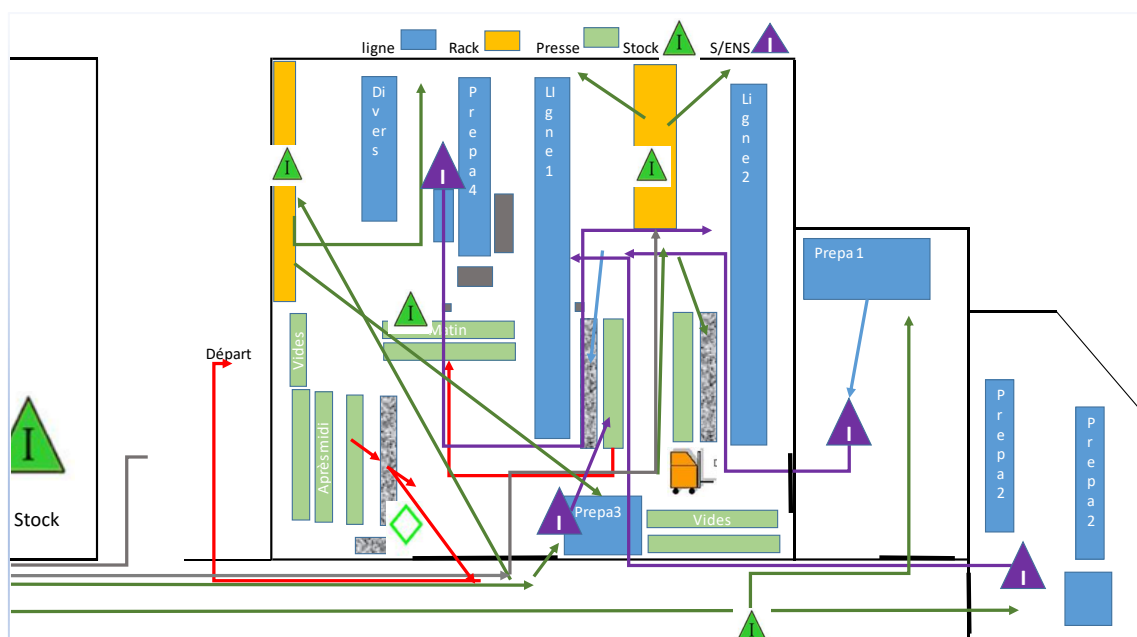
## 1.2.2 Le diagramme spaghetti

Ce que ne donne pas la VSM c'est l'aspect physique du flux. [Le diagramme spaghetti](#) va y pallier. Son nom vient bien sûr de la visualisation de certains flux fort embrouillés.

On le trace en suivant sur le terrain le parcours des divers types de produit. Le résultat graphique montre les déplacements qu'il convient de questionner.

Le schéma montre un cas réel multi produits.

- La logique du flux est assez simple : approvisionnements composants depuis les stocks, préparation, passage en ligne, presse, emballage.
- Pourtant le diagramme est complexe car si les stocks avancés (verts) sont souvent proches des points de consommation, les zones de préparation des sous-ensembles (violet) sont **dispersées et éloignées** des lignes principales.



La solution réside dans la réimplantation des moyens de production en privilégiant la logique et la proximité.

### 1.2.3 Les stocks et leur utilité

Le slogan « 0 stock » a pu faire croire qu'il fallait supprimer radicalement les stocks dans le flux. Si c'est une bonne chose pour la trésorerie de l'entreprise, il ne faut pas oublier qu'un stock est souvent nécessaire au bon fonctionnement. Comment distinguer un stock utile d'un gaspillage ?

Les quatre types de stock et ce qui les dimensionne :



*Influencé par* : La volonté, louable, de mettre toutes les zones au Takt time.

4. **Le stock de couverture des aléas** : lorsque des postes de travail sont enchainés, l'arrêt de l'un entraîne l'arrêt de tous les autres. Si ces arrêts sont trop nombreux on n'assure plus la production.

*Utilité* : découpler les fonctionnements en plaçant un stock entre deux postes.

*Dimensionnement* : la durée d'une panne longue. Souvent 1/2h à 1h.

*Influencé par* : l'amélioration de la fiabilité des moyens.

Le cas du **poste goulot** est significatif. Poste le plus lent, il faut le protéger des arrêts des autres. On place donc en amont un stock qui lui permet d'être toujours alimenté et en aval de la place pour qu'il puisse produire malgré un blocage aval.

S'ajoutent à ces stocks des **encours de production**. Gonflés par les situations anormales (blocages, saturations), ils peuvent devenir importants si on n'y prend pas garde. On les contraint par la limitation de la surface, le visuel (marquage au sol, étiquette) et on les contrôle par la mesure du Lead time.

## 1.3 Les outils du flux tendu

### 1.3.1 Le Kanban

[Le Kanban](#) a été inventé par Taichi Ohno vers 1950 pour sortir du principe de production selon un programme préétabli. Ce flux poussé intégral génèrait de nombreux encours et stocks mal contrôlés, inacceptables en ces temps de pénurie.

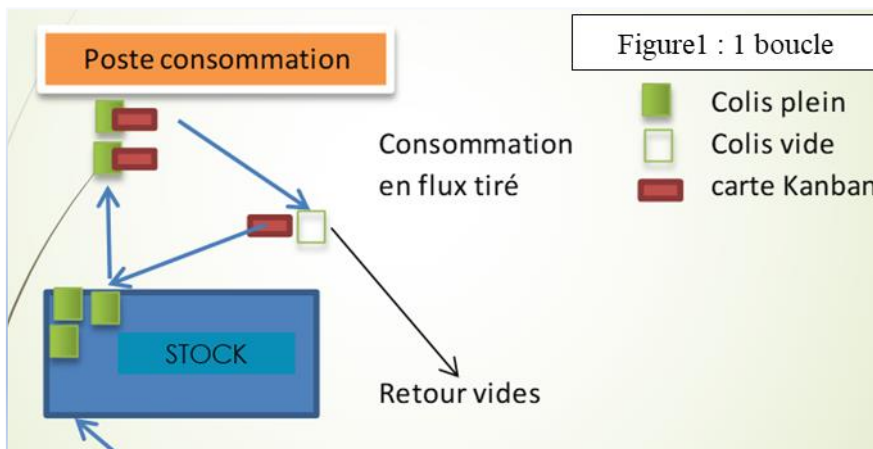
Le principe du Kanban est que **le secteur aval ne prélève dans le secteur amont que le juste nécessaire** et que ce secteur ne produit rien d'autre que ce qui est prélevé, c'est la concrétisation du flux tiré. Le génie est d'avoir synthétisé tout cela en une seule **carte** (Kanban), carte attachée au contenant et qui décrit produit et quantité.

**La carte** peut être informatisée, ce qui améliore la traçabilité, ou physique ce qui est à la portée de tous. Dans les deux cas les mêmes informations sont nécessaires.

|                       |  |                      |  |
|-----------------------|--|----------------------|--|
| Référence du Produit  |  | Point de destination |  |
| 891A5S                |  | 1234567890LI         |  |
| POINT DE DECHARGEMENT |  | POINT DE DESTINATION |  |
| 00503251430           |  | 1234567890LI         |  |
| CODE PRODUIT (P)      |  | QUANTITE (Q)         |  |
| 1234567899            |  | 12                   |  |
| PDS NET 100 KGM       |  | PDS BRUT 190 KGM     |  |
| D900612               |  | ACV N22 C G          |  |
| N° ETIQUETTE (S)      |  | NB.                  |  |
| 123456789             |  | 1                    |  |
| REF FOURNISSEUR (SUS) |  | INDICE MODIF         |  |
| 254467N0              |  | 433543               |  |
| N° LOT                |  | CODE VENDEUR (V)     |  |
| 13646H                |  | 13646H               |  |
| Quantité              |  |                      |  |

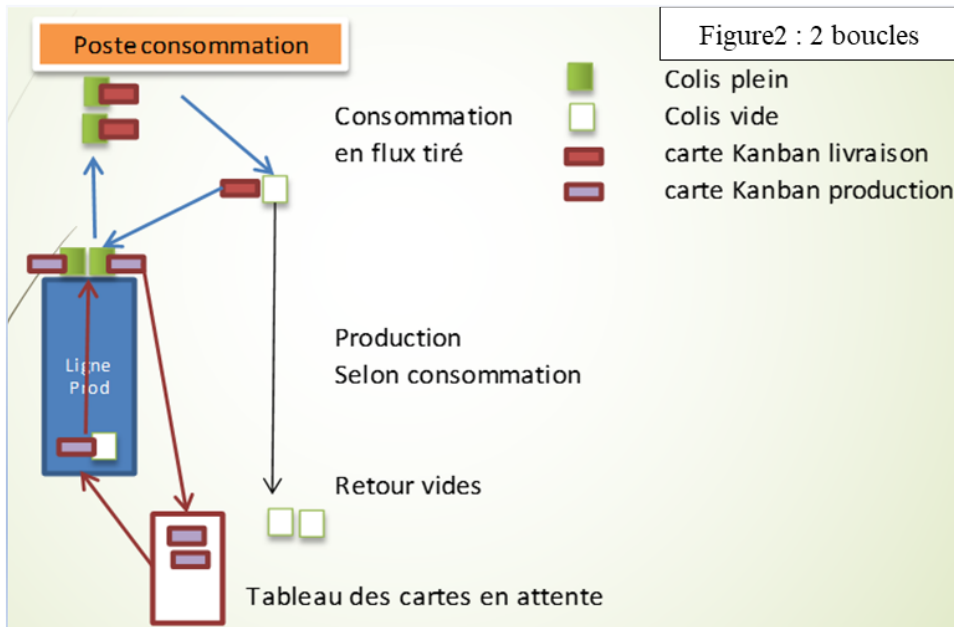
|                                          |             |             |
|------------------------------------------|-------------|-------------|
| KANBAN MATIERES PREMIERES                |             | Fournisseur |
| ARTICLE                                  |             | CXXX        |
| PARFAMANDEECO                            |             |             |
| JIBELLE                                  | UTILISATION | STOCKAGE    |
| PARFUM AMANDE ECOCERTIFIE REF NEW 907388 | ZL          |             |
| CONDITIONNEMENT                          | CARTES N°   |             |
| Bidon 50 kg                              | 2/3         |             |

Le flux des cartes s'organise en boucle (figure1). Le contenant vide retourne au secteur amont qui, conformément à la carte, le renvoie avec la quantité de produit requise.



La taille de la boucle, donc **le nombre de cartes**, est fonction de la fréquence de passage du livreur : *2 fois la quantité consommée entre deux passages + Sécurisation qui dépend du bon lissage et des aléas prévisibles.*

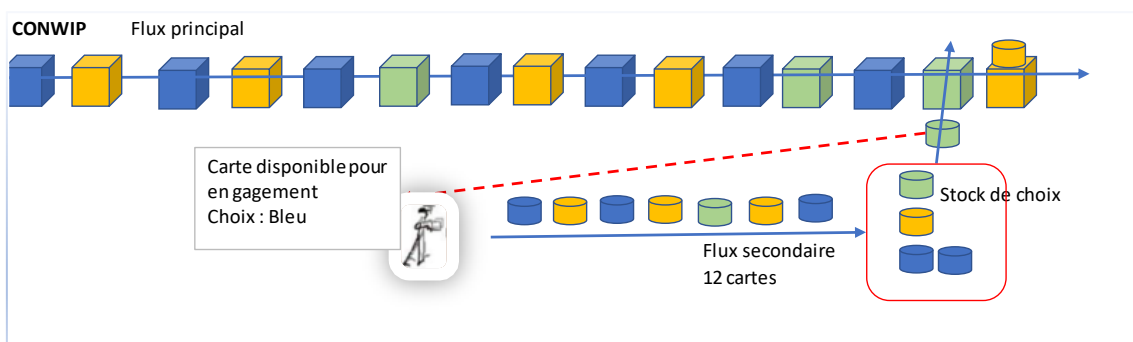
Figure2, on enchaîne une boucle d'approvisionnement (cartes rouges) et une de production (cartes violettes). Les deux boucles se synchronisent. On note que la ligne de production possède un tampon de cartes accrochées au tableau ce qui lui donne de la marge de manœuvre et de sécurité.



Les boucles sont autorégulées. Le secteur amont ne peut produire que s'il a des cartes, il s'arrête si le secteur aval ne demande rien. Le secteur aval ne peut commander que s'il consomme et vide des contenants. Le seul point à surveiller est qu'aucune carte ne soit perdue...

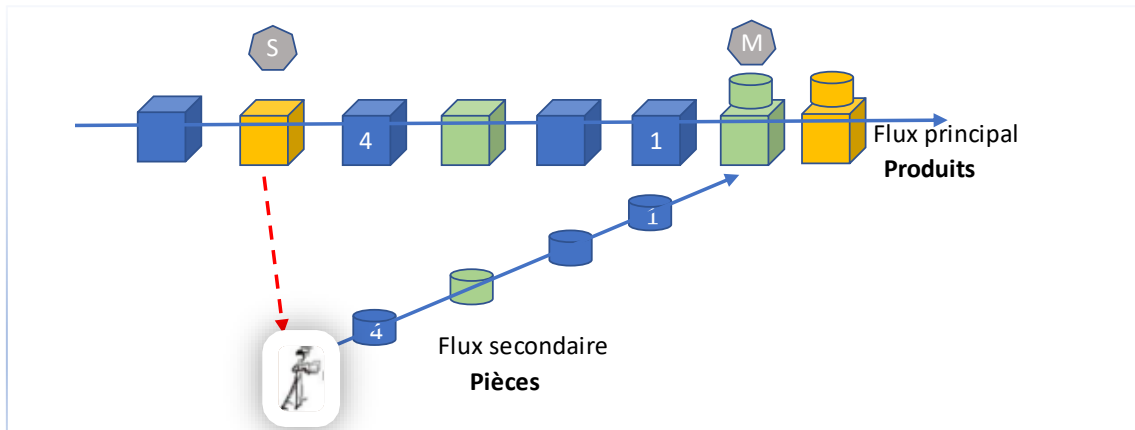
En enchaînant les boucles on couvre des flux assez longs. Par contre une boucle ne doit pas être trop longue, les accumulations en cas de blocage sont importantes et nuisibles. Imaginez la boucle précédente avec 20 cartes rouges, ce sont 20 conteneurs pleins qui s'accumuleront au poste si la consommation s'arrête, embouteillage assuré.

On préfère alors la variante du **CONWIP** (Constant Work In Progress) qui consiste à ne demander un produit au secteur amont que lorsqu'un produit en sort. Contrairement au Kanban le type de produit n'est pas spécifié sur la carte il faut donc faire un choix en fonction du disponible et des prévisions. Si la production est lissée selon une séquence, on engagera le CONWIP selon la même séquence. Le stock de fin de boucle sera alors très réduit, on se rapproche du fonctionnement synchrone.



### 1.3.2 Le Synchrone

Lorsqu'on a un flux ordonné et maîtrisé on peut anticiper avec certitude le type de produit nécessaire à un poste donné. C'est très utile quand les types sont nombreux, comme des couleurs, pour éviter de stocker tous les types.



Au point S, on communique à l'opérateur du flux secondaire le type de pièce nécessaire au produit présent en S qui sera au point M (mariage) dans 5 pas. La pièce retrouvera le bon produit pourvu que les deux flux n'aient pas de « fuite ». Le flux secondaire doit être capable de réaliser toutes les opérations de production et de livraison dans *le temps de réquisition*, celui que met le flux principal pour aller de S à M.

C'est le plus tendu des flux tendus, il faut donc une grande maîtrise, mais quelle efficacité !

### 1.3.3 Modes d'approvisionnement

Les modes d'approvisionnement des composants sont bien connus, décrits par de nombreux auteurs et intégrés à tous les ERP. Bien définir et ajuster les paramètres et ne pas se contenter de la facilité, ne pas céder à la tentation de sécurité excessive permettront d'assurer les approvisionnements sans gonfler exagérément les stocks.

Deux rappels utiles :

- Le stock dépend de la **fréquence d'approvisionnement**, ne pas l'allonger sous prétexte de massification du transport, c'est une fausse économie.
- Le stock dépend du **délai fournisseur**. La commande ouverte (négociée pour une période longue) permet de sortir le processus de négociation du délai et donne de la souplesse d'organisation au fournisseur pour traiter rapidement les ordres d'approvisionnement.

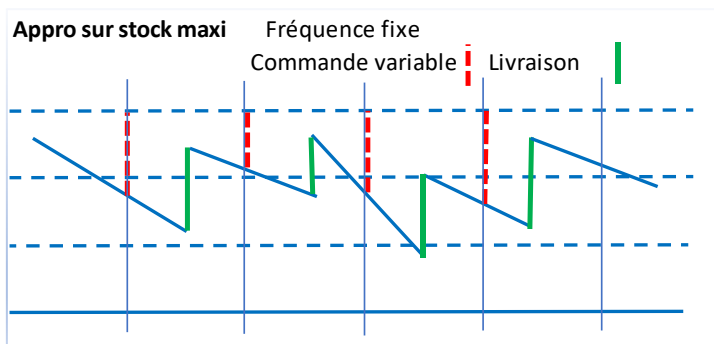
*On voit à cet énoncé que plus le fournisseur est proche, plus il sera facile d'organiser des approvisionnements performants. Relocaliser avez-vous dit !*

Les éléments de base pour rester simple :

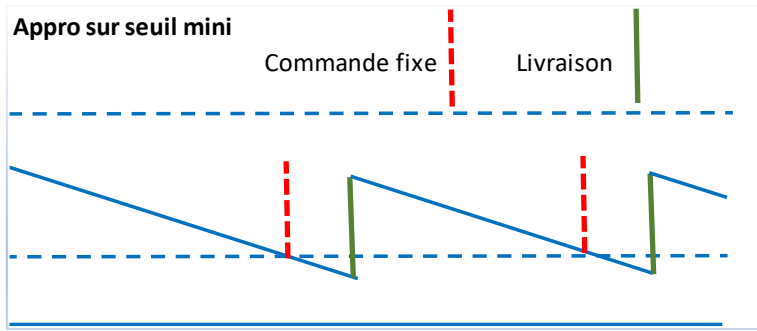
**Demande d'approvisionnement à date fixe :** La demande est périodique de quotidienne à mensuelle.

Connaitre dates et quantités par avance permet d'organiser finement les transports afin de retrouver les économies autrement que par la massification des livraisons d'un seul fournisseur. Les *sites de groupage*, la *tournée du laitier* (un camion passe régulièrement chez plusieurs fournisseurs) sont utilisables.

- *Commande sur programme prévisionnel* : c'est du flux poussé. Le fournisseur livre à une fréquence donnée une quantité déterminée de produits. On peut réguler, un peu, en ajustant la quantité livrée selon la consommation réelle dans une certaine limite prévue au contrat.
- *Commande de reconstitution de stock maxi* : proche du Kanban cette méthode consiste à commander en fréquence la quantité qui permet de compléter le « stock maxi ». Le système est autorégulé. Le maxi est souvent fixé à 3 ou 4 fois la quantité moyenne consommée entre deux livraisons et doit être ajusté périodiquement selon l'évolution des consommations.



**Demande d'approvisionnement déclenchée sur seuil mini.** : Lorsque la consommation amène le stock au seuil mini on approvisionne une quantité fixe. Les dates de commandes et de livraison ne sont pas connues par avance. Ce type de commande est réservé aux produits peu consommés ou livrés en quantité importante, aux produits de maintenance etc.



# En forme de conclusion

Mettre en œuvre les principes de l'Excellence opérationnelle, que ce soit dans les domaines du management, de la qualité (voir les opus précédents) ou du flux de production, c'est d'abord un **changement d'état d'esprit**. Il faut savoir rompre avec les pratiques utilisées et répétées depuis les temps de la production de masse. C'est souvent le plus difficile car les freins de l'habitude et de l'incompréhension sont à l'œuvre.

D'abord être organisé **en flux que l'équipe de terrain peut conduire visuellement** avec ou sans assistance informatique.

Puis mettre en place les principes de base :

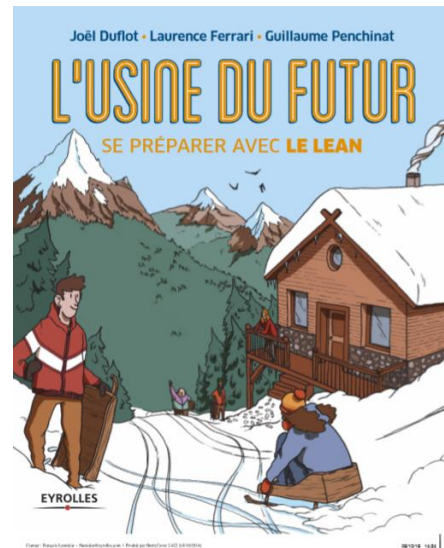
- 1) **L'activité est lissée** par le découplage commandes / production et la réduction de la taille des lots jusqu'au « one piece flow ».  
Travail au Takt time, Polyvalence et Flexibilité sont de rigueur
- 2) **Le flux est tiré** par les commandes clients aussi loin que possible. En amont le flux est tiré par les consommations.
- 3) **Le flux est tendu** par la réduction du Lead time et l'élimination progressive des opérations sans valeur ajoutée.

Les outils d'analyses et les méthodes d'organisation sont là pour vous aider dans la concrétisation et la maîtrise d'un flux performant. Mais la cible doit être claire et la persévérance de tous les instants.

# Bibliographie et liens

Les principes sont expliqués dans **le blog<sup>1</sup>**. Il comprend des présentations PowerPoint pour la formation aux divers outils présentés ici.

Et à travers **une BD<sup>2</sup>**



En vidéo :

- Les MUDA, MURA, MURI <sup>6</sup>
- Flux tiré poussé (humour) <sup>7</sup>
- Lissage et Heijunka <sup>8</sup>
- One Piece flow bien illustré <sup>9</sup>
- Muda de déplacement et spaghetti en bureau <sup>10</sup>

*Liens vers les publications*

0 Le TPS Beyong large-scale production par Taichi Ohno chez Productivity Press 1988

2 <https://www.eyrolles.com/Entreprise/Livre/l-usine-du-futur-9782212564525/>

6 [https://www.youtube.com/watch?v=e3D\\_vikjiY](https://www.youtube.com/watch?v=e3D_vikjiY)

7 <https://www.youtube.com/watch?v=S6jYP55odN4>

8 [Heijunka, une introduction \(free.fr\)](#)

9 [www.youtube.com/watch?v=ciJckWCMvpA](http://www.youtube.com/watch?v=ciJckWCMvpA)

10 <https://www.youtube.com/watch?v=X8v2HBHBs>

11 [Explication de l'effet "coup de fouet" \(bluelean.fr\)](#)

<https://www.bluelean.fr/blog/production/l-effet-coup-de-fouet.html>

# Annexes : cas réels

Les principes et solutions décrits précédemment sont appliqués dans tous les domaines d'activité. Industriel bien sûr, mais pas que. On citera ce directeur d'édition qui à la lecture de ce manuscrit s'écria « Mais c'est moi le poste goulot de mon service ! » On ne sait pas si cela a suffi pour le motiver à l'amélioration.

A fin d'illustration, voici quelques exemples réels issus de diverses entreprises. On y trouvera les problèmes que peut poser une gestion du flux mal réalisée et la solution apportée.

## 1. Création d'un flux, d'une cadence.

*L'exemple industriel décrit ici s'appliquera tout aussi efficacement à votre To Do List qui stagne quelque peu. Essayez...*

Une entreprise produit des pièces mécaniques, on a du mal à parler de flux car les process suivis par les pièces sont trop variés pour qu'une « ligne de production » se dégage. Des passages chez des sous-traitants éloignés rompent le déroulement des opérations internes. Les commandes, très aléatoires, ne sont pas lissées.

Le constat est l'instabilité totale des délais... En effet le pilotage du flux se fait en privilégiant la charge machines, on suit l'avancement des produits par le système informatique mais au niveau terrain les initiatives peuvent être contre productives. Deux commandes passées par un même client à un mois d'intervalle peuvent se retrouver ensemble à l'expédition, étonnant ! Au vu du retard de la première, on aura choisi de la grouper avec la deuxième, évidemment on aura ainsi perturbé tout l'écoulement prévu.

En attendant une éventuelle reprise du système de gestion, une règle simple est mise en place :

*Pour chaque produit on réalisera **une** opération par jour. Ni zéro, ni deux !*

- Dès la première opération réalisée la suite devient prévisible, au moins pour les opérations internes, on prend un peu de marge dès qu'un transport est nécessaire. Le planning prévisionnel des opérations de tous les produits est informatisé (tableur) et affiché dans l'atelier ce qui donne une visibilité globale sur les encours et la charge à venir.

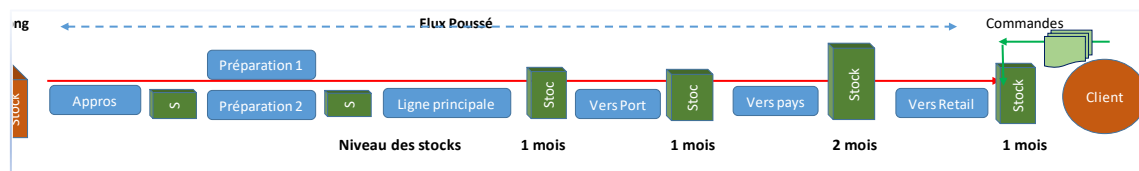
- Il est facile de prévoir les surcharges de certaines machines, c'est sur la base de la charge de ces goulots que l'engagement se décide.
- En fin d'opération le produit est déposé dans la zone suivante, jamais ailleurs. Chaque soir on avance tous les produits d'une case sur le planning. Les anomalies sont immédiatement détectées, l'opération manquée est réalisée en urgence ou bien le planning est recalé et l'anomalie doit faire l'objet d'une analyse.

Evidemment on n'a pas optimisé la charge de toutes les machines, il faut chaque soir prévoir de réaffecter des effectifs selon les besoins du lendemain, c'est une contrainte mais...

Mais ce système a donné un **Takt time, une cadence à suivre, visibles par toutes les équipes de terrain** simultanément. On sait enfin où on en est, on voit que ça avance ce qui est bon pour le moral, et surtout on sait pourquoi ça n'avance pas ! On affinera ensuite le contenu de chaque opération journalière pour lisser l'activité et améliorer la productivité.

## 2. Baisse des ventes et mauvaise communication

Dans cet exemple, typique des importations depuis l'Asie, le **flux est très long**. On transporte chaque mois, le délai acceptable impose de servir le client sur stock de détaillant.



Les stocks sont importants, 1 mois de vente à chaque point d'arrêt du flux et 1 mois lors du transport, au total 5 mois.

Les informations sur les ventes réelles sont disponibles mais, trop tardives, elles ne déclenchent pas la production qui se fait sur prévision, en flux poussé. Une cascade de flux tirés serait ici préjudiciable, trop longue elle générerait des fluctuations importantes (Effet coup de fouet ou de Forrester <sup>11</sup>).

**Quel problème peut survenir ?** Un mauvais ajustement des prévisions et donc du programme de production suite à une brusque évolution des ventes réelles.

Si les ventes chutent de 30%, le stock devient :  $5/0,7$  soit 7,1 mois de ventes réelles.

- Mois 1 : on juge que c'est conjoncturel, on va rattraper, comme l'usine produit toujours au même rythme, en 1 mois elle produit en fait 1/0,7 soit 1,4 mois de ventes réelles soit 0,4 mois de trop. Le stock passe donc à 7,5 mois de ventes.
- Mois 2 : on réagit localement, on lance une campagne de promotion. Sans résultat. Le stock passe à 7,9 mois
- Mois 3 : on demande de ne produire que 70% du programme précédent, ce qui sera fait le mois suivant seulement. Le stock est alors de 8,4 mois.

Le stock est donc 70% trop élevé, et il le restera tant que les ventes ne remonteront pas ou qu'on ne baissera pas drastiquement la production. **Il faut arrêter l'usine 3 mois** pour revenir au stock de 5 mois...

Il arrive que la réaction soit encore plus lente car le stock physique évoluant lentement, on peut très bien ne réagir que lorsque l'un des acteurs se plaint de voir son espace de stockage déborder.

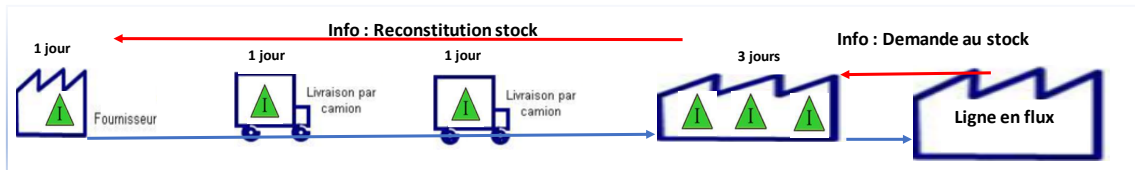
**La solution** pour réduire les conséquences:

1. Bien réaliser le Pic/PdP, ne produire que ce qui est vendu réellement :
  - C'est un effort pour l'usine qui doit être souple puisque le lissage est moins bon.
  - Si la chute n'est que conjoncturelle, les stocks amortiront cette fluctuation.
  - Si le niveau de vente bas perdure, il faudra encore réduire la production pour résorber le stock. Diviser par 2 permet de réduire le stock en 6 mois.
2. Augmenter la fréquence des transports pour réduire tous les stocks intermédiaires
  - En passant à 2 semaines, en conservant 1 mois pour les détaillants : total 3 mois.
  - Les dérives et durées de retour au nominal sont pratiquement divisées par 2

On objectera qu'avec des stocks réduits il sera plus difficile de répondre à une augmentation des ventes. Mais baisse et hausse ne sont pas symétriques. En cas de hausse les marges réalisées et des stocks bas dégagent assez de liquidités pour prendre les mesures nécessaires.

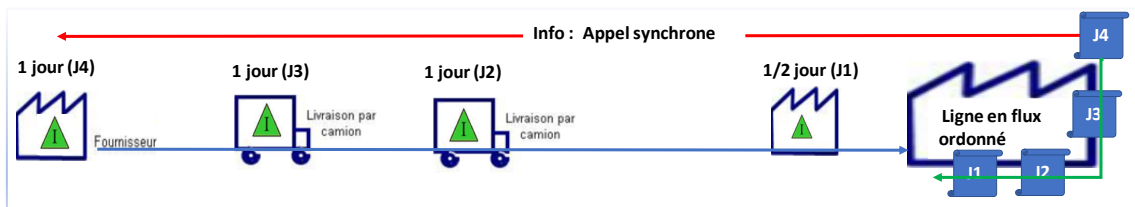
### **3. Synchronisme long ou le flux tendu longue distance.**

Une usine automobile, au sud de l'Europe, reçoit chaque jour diverses pièces mécaniques volumineuses depuis le Nord de la France. Le transport prend 2 jours, classiquement un stock de 3 jours existe sur place et les livraisons se font selon le programme mensuel prévu.



**Problème** : La production doit doubler et les magasins sont trop petits. Réduire le stock en usine sans rien changer est impossible, la rupture serait certaine.

**La solution** trouvée est de changer le **mode d'approvisionnement** en commandant chaque jour les pièces nécessaires 4 jours plus tard, non pas en fonction du programme mais **en fonction de l'ordre des commandes qui seront réellement engagées** comme décrit sur le schéma suivant.



Chaque jour 15 camions servent au transport des pièces mécaniques, soit environ un chaque heure. Le stock en usine n'est que d'une demi-journée en moyenne, ce qui est très peu. Les pièces nécessaires l'après-midi sont livrées le matin même.

**Ceci n'est possible que :**

- Si on peut anticiper suffisamment les commandes fermes, ici 4 jours est le maximum
- Si le flux de l'usine est maîtrisé, lissé, et que les commandes prévues sont réellement engagées et produites à l'heure dite.
- Si les livraisons sont « continues » pour tous les types de pièces, impossible de livrer un type « rare » tous les 3 jours.

**L'organisation des transports** est organisée par la « **tourné du laitier** », chaque camion passe chez tous les fournisseurs pour récupérer les pièces de la liste. Il y a donc dans chaque camion de quoi assurer la production d'une heure. Comme **la production est lissée**, le contenu des camions est très semblable, aux arrondis liés aux unités de conditionnement près.

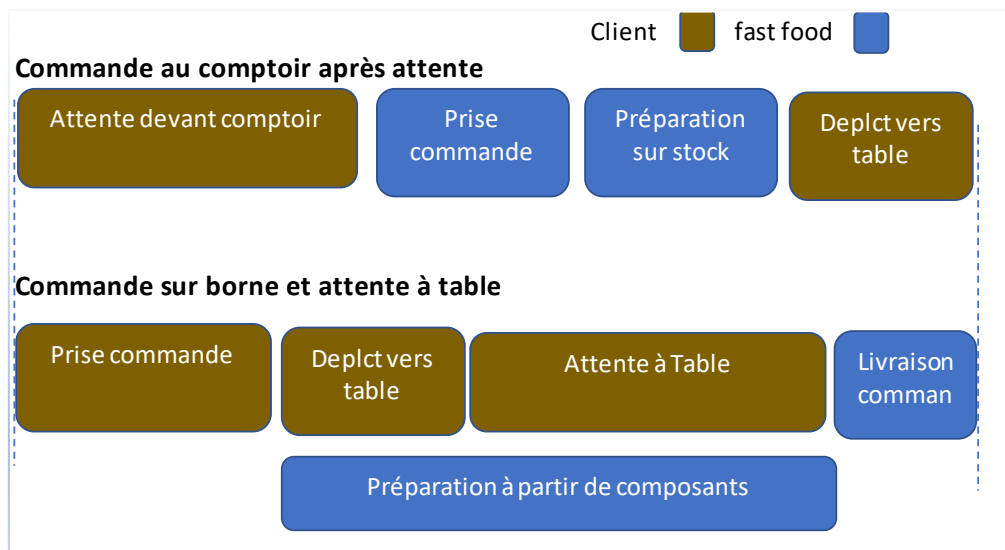
**Les risques d'un tel fonctionnement** viennent de **l'extrême tension du flux**. On pense immédiatement au risque transport mais ce n'est pas le pire.

- *Panne d'un camion* : RAS, le contenu des camions est assez semblable, on perd 1h de stock sans plus, il finira bien par arriver.
- *Tous les camions sont bloqués* : très rare mais pas impossible. Si on n'a pas pu anticiper un épisode de neige par exemple, il ne reste qu'à passer en chômage technique.
- *Problème qualité sur un lot* : c'est le plus sérieux car les fournisseurs avaient pour habitude en cas de suspicion de défaut de demander le blocage d'un lot durant l'analyse et la correction du défaut. C'était possible avec 3 jours de stock, c'est impossible avec ½ journée. Heureusement **les contraintes sont des occasions de progrès**, ils ont appris à assurer la qualité avant le départ des pièces...

#### 4. Fast-food et bonne utilisation du Lead time

Vous avez pu observer depuis quelque temps le changement de fonctionnement dans les fast-foods avec l'apparition des bornes de commande à disposition des clients. Un bon moyen de choisir tranquillement, sans stress, sans attente à un comptoir. Bien sûr, mais surtout un changement dans **l'utilisation judicieuse du délai acceptable par le client**. Explication sur le schéma :

Pour le même délai client, le temps d'attente **avant** prise de commande se transforme en temps d'attente **après** commande (à table donc supposé plus agréable).



Le temps de préparation disponible est plus long et permet de **changer le mode de service** qui passe :

- de la mise sur plateau de produits en attente dans des racks.
- à la préparation du sandwich spécifiquement commandé à partir des composants de bases déjà prêts en cuisine.

Encore une fois on colle à la demande client en passant en **flux tiré**. Ce qui est produit est déjà vendu. Plus besoin de calculer des stocks qui risquent de partir à la poubelle ou de faire attendre le client qui veut un sandwich qui n'est plus disponible dans le rack, plus de cris sur le mode « il arrive le xxx ? ».

Observez bien la prochaine fois... et cherchez le goulot si la durée d'attente est longue.

## 5. Surproduction et surcharge atelier

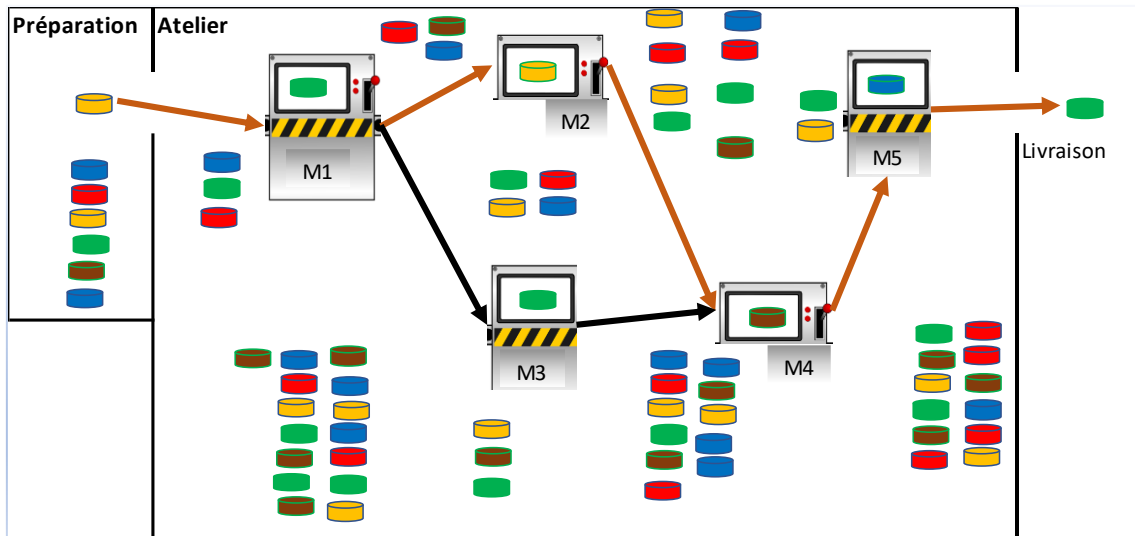
La situation décrite dans cet exemple est très fréquente, presque banale tant il est difficile de ne pas surproduire. Malgré un flux tiré par les commandes, par **défaut de maîtrise de ce flux** on accumule les produits en cours au détriment du délai, de l'efficacité et quelquefois jusqu'au blocage.

Une entreprise qui fabrique des outillages, assez volumineux, demande une assistance afin de créer un système informatique de gestion d'atelier.

En effet le chef d'atelier ne parvient plus à gérer efficacement les priorités, l'atelier perd en efficacité, les délais s'allongent, dépassent 3 mois, et la situation devient inquiétante car même le traitement en urgence ne marche plus.

Sur le fichier Excel de suivi des commandes en cours on relève 65 lignes, comme le Takt time est de 1 jour, Le lead time de 65 jours est cohérent avec le délai annoncé de 3 mois. Ce chiffre de 65 commandes en cours est confirmé dans l'atelier qui est surchargé (cf. schéma).

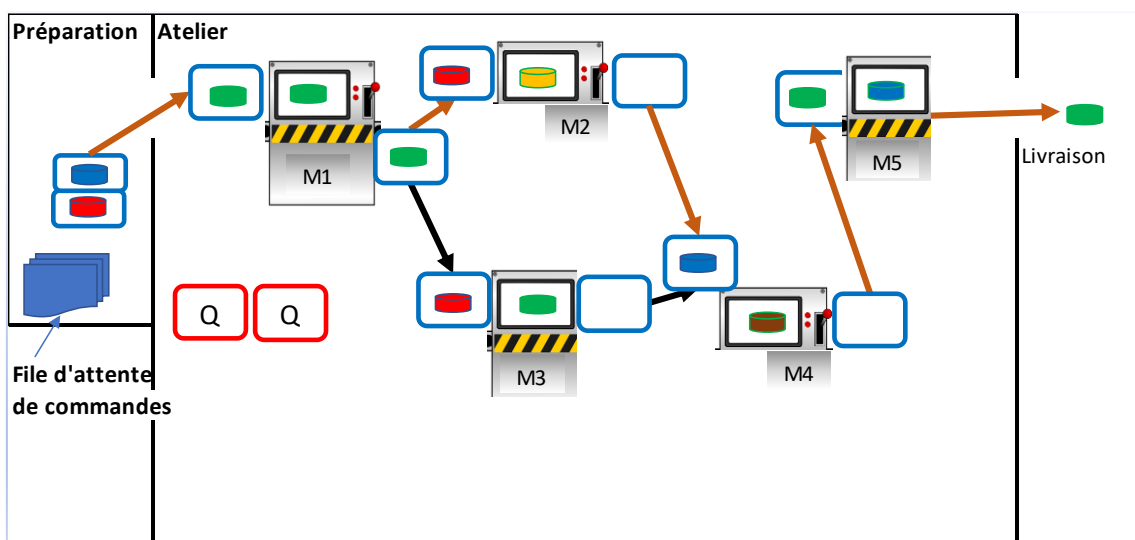
Dans ce contexte il est difficile de retrouver rapidement une commande, de savoir où elle doit aller. Il faut déplacer X outillages pour atteindre le bon, en accentuant le désordre, pour constater qu'il manque un composant (perdu ?). **Bref beaucoup d'énergie pour faire du MUDA...** pas sûr que l'informatique aide beaucoup...



**Mais pourquoi a-t-on un tel encours ?** Le temps de travail sur un outillage est voisin de 2 jours !

C'est le fruit d'une **absence de contrôle du flux** qui dure depuis plusieurs mois. La préparation est rapide, on sature donc la machine N°1. Lorsque la N°1 a fini son travail, elle dépose l'outillage devant les machines 2 ou 3, plus lentes celles-ci voient s'accumuler les outillages. Comme les temps de travail sont variables selon les types de produits, les machines 4 et 5 subissent le même sort dès qu'elles traitent un produit au temps de travail long. On ne freine jamais les machines plus rapides, **on pousse le flux autant qu'il est possible**, l'accumulation est inéluctable.

**La solution est dans la maîtrise du flux.** Visuelle elle sera réalisée par les opérateurs sous la supervision du chef d'atelier.



*Un poste d'entrée et un poste de sortie sont définis et **tracés au sol** pour chaque machine, interdiction de voir un outillage en dehors de ces zones. En cas de problème qualité, 2 zones sont prévues.*

L'encours est donc au maximum de 16 outillages soit 3 semaines de délai. Les commandes non engagées restent sous forme listing qu'il est facile de trier selon les priorités. Le choix du prochain engagement reste au chef d'atelier en fonction de sa vision de la saturation des machines.

Un poste avant et un après sont suffisants pour découpler les machines dans 90% des cas. Sur le schéma on voit que la machine N°1 va être bloquée par la N°2 et 3. C'est normal elle est plus rapide. Si l'opérateur « s'ennuie », il lui faut aider ses collègues pour accélérer le flux, ou prendre une pause...

Il a fallu plus de 6 mois pour vider l'atelier... au moins autant qu'il en avait fallu pour l'encombrer !

## **6. Séries longues et économie**

Pour tout le monde il est clair qu'une production en série de N produits est plus rentable que celle de 2 fois N/2. C'est peut-être vrai en optimum local (la production), ce ne l'est pas au niveau entreprise. La bonne taille de série est celle qui satisfait le client !

Les causes de cette tendance à surproduire sont :

**1 Des moyens inadaptés** : de nombreuses entreprises héritent de moyens de production issus du temps des grandes séries. Il est cher et difficile de s'en séparer pour des moyens mieux adaptés mais c'est souvent la seule solution valable

*Exemple 1 :*

Un fabricant de produits distribués en grande surface de bricolage voit ses marges s'éroder. Comme il est équipé de machines dont le changement de type est long il produit des lots toujours plus grands pour mieux « amortir » frais fixes et temps de chargement de série.

Mauvais choix : La taille des commandes réelles ne fait, elle, que diminuer avec le temps. Il y a de plus en plus de petites commandes destinées au client final car les grandes surfaces réduisent leurs stocks. Pour réaliser une série « économique » on regroupe donc des commandes en fouillant dans le portefeuille. Ceci allonge le délai, puisqu'on attend de plus en plus longtemps avant

d'atteindre la quantité voulue, et fait grossir le stock car on complète toujours avec des commandes sans client.

Heureusement l'entreprise possède aussi quelques machines polyvalentes. **La vraie solution est couteuse mais va dans le sens de l'histoire** : adapter les produits pour être traités sur machine polyvalente en one piece flow, et laisser les machines spéciales pour les « high runner ». Puisqu'on n'y produit plus qu'un seul type, ces machines spéciales seront alors sous utilisées, le service financier crie au mauvais amortissement. Qu'importe ! En collant à la demande client on réduit les délais et les stocks et on sort du cercle vicieux.

*Exemple 2 :*

Un fabricant des cosmétiques produit par cuves de 200 à 1000 litres pour vendre des flacons de 10cl. Il voit ses stocks croître et les obsolètes se multiplier pour les mêmes raisons que le cas précédent. Le problème est complexe car, si produire en plus petite quantité est possible, il y a une limite technique.

Il va falloir revoir tout le processus pour préparer des bases communes et trouver la formule, au sens propre, pour incorporer les composants spécifiques au dernier moment dans des séries très courtes (équivalentes à 25 ou 100l).

**2 Le transport** : par souci d'optimisation du transport, ou pire par habitude, on regroupe les expéditions en faisant attendre les produits.

Dans l'aéronautique, entre autre, il est fréquent que les pièces usinées en un lieu se déplacent pour être traitées ailleurs, puis reviennent pour être terminées etc. Dans le délai global le temps passé hors de l'usine mère dépasse 80%. Rien à voir avec le temps de traitement, c'est l'optimisation du transport qui est en cause.

Comme les volumes sont faibles, on expédie une fois par semaine vers le fournisseur. Les pièces attendent donc :

- ½ semaine avant le départ
- ½ semaine de transport, le temps que le transporteur lui-même regroupe
- 1 semaine mini chez le fournisseur, en attendant la navette retour
- ½ semaine de transport.

Un mois de délai environ.

Si on expédie les pièces dès qu'elles sont prêtes, l'aller-retour se fait en 1,5 semaine avec un léger surcoût sur le transport d'environ 20€. La valeur du lot de pièces est de 3000€, on vient de supprimer 2 semaines de l'encours donc 2 lots soit 6000€... et on réduit le délai.

## **7. Kanban simple et concret**

Le passage à un système Kanban peut faire peur, créer des étiquettes, des boucles, un système de ramassage paraît complexe. Il existe des cas où c'est très simple et qui sont de bons moyens de débiter.

### **Le kanban « 2 boîtes »**

Dans une entreprise de mécanique, on utilise sur tous les postes de petits composants (Vis, rondelle, clips) de divers types. Les opérateurs attendent souvent le dernier moment pour réclamer ces pièces, on est toujours dans l'urgence pour des « bricoles ».

**Solution :** à chaque poste on place **2 boîtes contenant un peu plus d'un jour de besoin** pour chaque composant. Chaque boîte porte référence du composant et le numéro du poste, c'est donc l'équivalent d'une carte kanban.

Un opérateur fait le tour chaque jour, ramasse les boîtes vides, va les remplir en magasin et les redistribue le lendemain en ramassant les vides etc. Rien de plus simple, plus de stress... L'opérateur livreur se charge également de passer les commandes de réassort du magasin puisqu'il constate chaque jour l'état réel du stock.

### **Le chariot Kanban**

Autre formule pour remplacer la carte Kanban par un moyen physique : le chariot d'échange. Entre deux secteurs de production très proches, plutôt que de passer des commandes ou d'échanger des papiers, on dispose deux chariots contenant chacun plusieurs pièces (une heure de production par exemple).

Pendant que le secteur aval consomme les pièces d'un chariot, le secteur amont remplit le deuxième et le dépose devant le secteur aval. Ce dernier renvoie le premier chariot quand il est vide. Surproduction impossible et échanges minimaux.

Inconvénients : il faut veiller à ce que les secteurs aient des capacités proches pour éviter les attentes de l'un sur l'autre et il faudra disposer d'autant de chariots que de types de produits échangés.

## 8. Kanban en approvisionnement

Le Kanban par étiquette est peu utilisé en approvisionnement externe car il est plus commode, dès que le nombre de références est important, d'utiliser les fonctions de calcul de besoin et de commande des ERP. Mais l'utilisation de l'ERP nécessite de faire les bons choix de réapprovisionnement et de disposer de toutes les données qui permettent de les paramétrer.

Il arrive qu'on s'y perde, le kanban, plus simple, accessible à plus de personnes, peut alors permettre de se remettre dans de meilleures conditions comme le montre l'exemple ci-après.

*Le responsable de production d'une entreprise de cosmétiques* passe beaucoup, trop, de temps à gérer les réapprovisionnements. Il utilise le CBN (Calcul de Besoins Net) de l'ERP qui donne des besoins calculés en fonction du stock existant et des commandes reçues, mais qui varient énormément dès qu'une commande conséquente arrive.

En effet le délai est trop court ou les stocks trop faibles pour que ce système fonctionne sans variabilité et la fiabilité douteuse des fournisseurs n'arrange rien. Le responsable passe son temps à revoir le programme, le CBN, les consommations déclarées et les commandes en cours, en boucle. Pour lui **redonner du temps et clarifier le fonctionnement** on décide de passer en Kanban. Pour cela on crée des cartes kanban plastifiées qui sont attachées au contenant dès sa réception.

*Fonctionnement* : il est **délégué au chef d'équipe** de chaque zone.

- Quand celui-ci ouvre un contenant, il enlève la carte qu'il rapporte au bureau du responsable en fin de travail.
- En fin de semaine, le responsable trie les cartes et passe les commandes. Le niveau de la commande correspond au nombre de cartes présentes, mais le responsable ajuste selon son appréciation (Commande jugée trop faible, arrondi à une palette complète), cet ajustement est sans incidence car le système se recale tout seul. Les cartes partent au service réception qui les attachera aux contenants lors de la livraison, si un contenant arrive alors qu'il n'y a plus de carte libre, il ne déclenchera pas de commande lors de sa consommation.

- S'il reçoit une commande importante, le responsable relance le CBN et lance des commandes spécifiques pour les composants que cette commande impacte fortement, il définit le planning de production de cette commande en fonction des délais obtenus auprès des fournisseurs.

*Nombre de cartes par composant* : calculé d'après les données enregistrées par l'ERP, consommation moyenne et délai de réapprovisionnement. En général **3 fois la quantité consommée pendant le délai** est la valeur retenue. C'est simple et ça marche !

Le constat :

- Pour plus de la moitié des composants une seule carte suffit ! Il s'agit de parfums, d'adjuvants etc. qui sont livrés en fûts couvrant plusieurs fois leur délai de réapprovisionnement. Commander le remplacement à l'ouverture du fût fait que le nouveau arrive bien avant la fin du premier. On a certes augmenté le stock car l'ERP optimisait en fonction des consommations réelles et ne générait la commande que lorsque le fût était au  $\frac{3}{4}$  vide. Mais surtout on a éliminé toutes les ruptures.
- La gestion par le chef d'équipe le responsabilise et permet d'avoir une alerte en temps réel sur les retards de livraison qui deviennent critiques.
- Le stock n'a pas augmenté au global car sur l'autre moitié des produits le nombre de cartes calculé au plus juste et la commande hebdomadaire conduisent à un stock moyen plus réduit.
- Le responsable de production reste attentif, l'ERP fonctionne toujours, mais le stress a en grande partie disparu grâce à la délégation d'une partie des tâches et à un processus mieux réparti et maîtrisé.
- Une fois la situation stabilisée, on envisage de paramétrer l'ERP comme le Kanban pour que ses calculs se rapprochent de la réalité, mais il n'est pas certain que les chefs d'équipe soient prêts à abandonner les étiquettes. « Trop simple » disent-ils.