



HAL
open science

De l'intérêt des méthodes de gestion en flux tirés dans l'industrie pharmaceutique

François Cuvillier

► **To cite this version:**

François Cuvillier. De l'intérêt des méthodes de gestion en flux tirés dans l'industrie pharmaceutique. Sciences pharmaceutiques. 2017. dumas-01994862

HAL Id: dumas-01994862

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01994862v1>

Submitted on 25 Jan 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITE DE PICARDIE JULES VERNE

UFR DE PHARMACIE

Thèse n° 3140

**THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

soutenue publiquement le 15 septembre 2017 par François CUVILLIER

**« DE L'INTERET DES METHODES DE GESTION EN FLUX TIRES DANS L'INDUSTRIE
PHARMACEUTIQUE »**

JURY :

Président : Catherine DEMAILLY Docteur en Pharmacie

Membres : Matthieu LAURAS Professeur en Supply-Chain Management

Jean-Marc CHILLON Docteur en Pharmacie

**Jean-Yves DAUBA Ingénieur Chef de projet chez Pierre Fabre Dermo-
Cosmétique**

Table des matières

Résumé	6
Introduction	7
Chapitre I : Contexte Général	8
I. Un marché très morcelé mais en croissance	8
II. Pression accrue sur les marges	9
III. Complexification du contexte industriel	9
IV. Les ruptures d’approvisionnement	10
V. Les défis de la Supply Chain.....	12
Chapitre II : Problématique.....	14
I. Etat des lieux du mode de production pharmaceutique historique.....	14
I.1. Un environnement réglementaire contraignant	14
I.2. L’industrie paye aujourd’hui les écarts d’hier	15
I.3. Etat des lieux du modèle productif historique	15
II. Un modèle productif qui présente des limites.....	16
II.1. Des en-cours élevés.....	16
II.2. Temps de cycle très longs	16
II.3. Réactivité faible.....	17
III. Les autres industries qui ont répondu à la problématique.....	17
IV. Peut-on appliquer les flux tirés à l’environnement pharmaceutique ?	18
Chapitre III : Revue de Littérature.....	21
I. Présentation de la Supply Chain	21
I.1. Logistique Externe	22
I.2. Logistique Interne.....	22
II. Chaîne de valeur.....	23
III. Gestion des flux	23
III.1. Flux poussé.....	24
III.2. Flux tiré	25
III.3. Flux mixte type DDMRP	27
III.4. Point de commande client	28
III.5. La différenciation retardée dans l’industrie pharmaceutique	30
IV. Systèmes d’approvisionnement bord de ligne.....	30
IV.1. Présentation.....	30
IV.2. Systèmes d’approvisionnements en flux poussé	32
IV.3. Systèmes d’approvisionnement en flux tiré.....	34

V.	Les différents types de Kanban	38
V.1.	Kanban « Une carte »	38
V.2.	Double Bac.....	38
V.3.	Kanban accumulateur.....	39
V.4.	Kanban « Deux cartes »	40
V.5.	Le ConWIP	41
Chapitre IV : Application pratique d’une implantation en flux tirés		42
I.	Présentation du contexte du stage	42
I.1.	Le groupe	42
I.2.	La branche Dermo-Cosmétique	43
I.3.	Le site.....	45
I.4.	Le service	45
II.	La mission.....	46
III.	Méthodologie suivie	46
III.1.	Cadrage du sujet	46
III.2.	Conception et dimensionnement du flux tiré	54
III.3.	Lancement du chantier	57
IV.	Mise en place d’un essai pilote sur une partie du flux.....	59
IV.1.	Justification et choix des lignes pilote.....	59
IV.2.	Plan de déploiement	60
IV.3.	Recherche d’une solution informatique pour la transmission des Kanbans.....	67
V.	Résultats.....	68
V.1.	Effets sur les stocks avancés de l’usine	68
V.3.	Suite des essais, déploiement sur une Unité de Production	72
V.4.	Avantages et inconvénients de la solution	73
VII.	Conclusion du projet.....	75
VII.1.	Bilan du projet :.....	75
VII.2.	Synthèse des résultats	75
VII.4.	Suite à donner au projet	77
Chapitre V : Conclusion et perspectives		78
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		80
GLOSSAIRE		82

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 - LE MARCHÉ PHARMACEUTIQUE MONDIAL PAR ZONE GÉOGRAPHIQUE.....	8
FIGURE 2 - LES DIX ENTREPRISES PHARMACEUTIQUES MONDIALES EN 2015	9
FIGURE 3 - NOMBRE DE RUPTURES D'APPROVISIONNEMENT DU MARCHÉ DES MÉDICAMENTS PAR ANNÉE	11
FIGURE 4 - TABLEAU COMPARATIF DES APPROCHES BPF ET LEAN PHARMA.....	19
FIGURE 5 - ILLUSTRATION SUPPLY CHAIN.....	21
FIGURE 6 - SCHEMA PRESENTANT LES ENJEUX DE LA LOGISTIQUE INTERNE	22
FIGURE 7 - SCHEMA REPRESENTANT LES FLUX D'UN POINT A A UN POINT B	23
FIGURE 8 - FLUX TIRE VERSUS FLUX POUSSE	24
FIGURE 9 - ILLUSTRATION D'UN ATELIER EN FLUX POUSSE.....	24
FIGURE 10 - ILLUSTRATION D'UN ATELIER EN FLUX TIRE.....	25
FIGURE 11 - ILLUSTRATION DES DIFFERENTS POINTS DE COMMANDE CLIENT.....	26
FIGURE 12 - LES 5 GRANDES ETAPES DU DEPLOIEMENT D'UN DDMRP.....	27
FIGURE 13 - ILLUSTRATION DES DIFFERENTS POINTS DE COMMANDE DANS LA CHAÎNE LOGISTIQUE	28
FIGURE 14 - ILLUSTRATION DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE ORGANISÉ EN MAKE TO STOCK	28
FIGURE 15 - ILLUSTRATION DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE ORGANISÉ EN MAKE TO ORDER.....	29
FIGURE 16 - ILLUSTRATION DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE ORGANISÉ EN ASSEMBLY TO ORDER	29
FIGURE 17 - ILLUSTRATION DE L'APPROVISIONNEMENT BORD DE LIGNE EN INTERNE	31
FIGURE 18 - ILLUSTRATION DE L'APPROVISIONNEMENT BORD DE LIGNE EN EXTERNE.....	31
FIGURE 19 - MODE DE FONCTIONNEMENT D'UN ERP TYPE SAP	32
FIGURE 20 - ILLUSTRATION DES DIFFERENTES CONFIGURATIONS DE POSTE AMONT - AVAL.....	36
FIGURE 21 - LE KANBAN DECLENCHE LA PRODUCTION	38
FIGURE 22 - UN RACK DOUBLE BAC, UTILISÉ POUR DES PIÈCES STANDARDS	39
FIGURE 23 - L'OPÉRATEUR ATTEND QUE 4 CARTES SOIENT REVENUÉ POUR DEMARRER LA PRODUCTION.....	39
FIGURE 24 - ILLUSTRATION D'UN FLUX TIRE A DEUX CARTES.....	40
FIGURE 25 - LE KANBAN DE PRODUCTION SUIT LE PRODUIT TOUT AU LONG DE LA CHAÎNE DE PRODUCTION..	41
FIGURE 26 - CHIFFRES CLES DU GROUPE PIERRE FABRE.....	43
FIGURE 27 - SCHEMA DES SITES ET FLUX PHYSIQUE DE LA FABRICATION A LA DISTRIBUTION.....	44
FIGURE 31 - PLANNING PRÉVISIONNEL DU PROJET	47
FIGURE 32 - TABLEAU DES TEMPS DE GAMME DE PRÉPARATION D'UNE DT A LA CPAC	49
FIGURE 33 - VSM DE LA PRÉPARATION DES KITS D'AC AS-IS	50
FIGURE 34 - REPRESENTATION DU PROCESSUS DE CADENCEMENT DES LIVRAISONS D'ARTICLE DE CONDITIONNEMENT ENTRE BAGATELLE ET SOUAL.....	51
FIGURE 35 - GRAPHIQUE REPRESENTANT LE NOMBRE DE DT RÉALISÉES PAR JOUR A LA CPAC	52
FIGURE 36- TABLEAU DE DIMENSIONNEMENT DU STOCK ET DES FLUX PAR LIGNE DE CONDITIONNEMENT	53
FIGURE 38 - MODELISATION VSM DU PROCESSUS D'APPROVISIONNEMENT DES AC AS-IS.....	56
FIGURE 39 - MODELISATION VSM DU PROCESSUS D'APPROVISIONNEMENT DES AC TO-BE	56
FIGURE 40 - PHOTOGRAPHIE DE LA CARTOGRAPHIE DE MISE A DISPOSITION DES AC - ETAT ACTUEL.....	58
FIGURE 41 - NOUVEAU PLANNING DE DEPLOIEMENT DU PROJET	61
FIGURE 42 - LISTE DES BESOINS EN MATÉRIEL POUR LE DEPLOIEMENT	62
FIGURE 43 - TABLEAU PRESENTANT LES SOLUTIONS AUX PROBLÈMES SOULEVÉS LORS DES RÉUNIONS	63
FIGURE 44 - INDICATEURS PILOTES - VARIATION DE CHARGE CPAC	64
FIGURE 45 - INDICATEURS PILOTES - NIVEAUX DE STOCKS	65
FIGURE 46 - SCHEMA DU FLUX TIRE AVEC CARTES ÉLECTRONIQUES	67
FIGURE 47 – ÉVOLUTION DU NOMBRE DE PALETTES DANS LES STOCKS AVANCÉS SUR LA LIGNE 73.....	69
FIGURE 48 - ÉVOLUTION DU NOMBRE DE PALETTES DANS LES STOCKS AVANCÉS POUR LA LIGNE 93.....	70
FIGURE 49 - ÉVOLUTION DU NOMBRE DE PALETTES DANS LES STOCKS AVANCÉS POUR LA LIGNE 85	71
FIGURE 50 – FORCES ET FAIBLESSES DE LA SOLUTION MISE EN PLACE	74
FIGURE 51 - TABLEAU GANTT DE DEPLOIEMENT DU PROJET	75
FIGURE 52 - VSM DE LA SOLUTION INFORMATIQUE PRÉSENTÉE POUR LA RÉUNION AVEC L'INFORMATIQUE ...	76
FIGURE 53 - PLANNING GANTT DU PLAN DE DEPLOIEMENT DU PROJET	77

Remerciements

Je tiens à remercier tous les membres du jury présents le jour de ma soutenance. Je remercie tout d'abord Matthieu LAURAS, mon directeur de thèse et ancien enseignant à l'Ecole des Mines d'Albi pour le temps qu'il a pu accorder à comprendre mon projet et m'aider à le développer. Je remercie également Catherine DEMAILLY, qui malgré la distance lors de mes études à Albi a su se rendre disponible à tous moments pour m'aider et répondre à mes questions, elle n'a pas non plus hésité à accepter d'être présidente de mon jury. Je remercie Jean-Yves DAUBA, qui fut mon responsable hiérarchique lors de mon stage chez Pierre Fabre, qui a su transmettre son savoir dans la joie et la bonne humeur.

Je remercie Emmanuelle avec qui je partage ma vie depuis 9 ans, qui m'a suivi jusqu'au bout du monde. Notre vie a encore beaucoup changé depuis l'arrivée de notre fille Garance, qui nous comble de bonheur, elle représente, aujourd'hui, le défi le plus grand et le plus excitant que je n'ai jamais eu à relever. Je suis également particulièrement reconnaissant envers mon frère Julien. Il a été comme un deuxième père pour moi, il a su me guider dans les phases difficiles et m'a soutenu dans toutes les décisions importantes que j'ai pu avoir eu à prendre. Je remercie ma mère qui a sacrifié beaucoup tout au long de ma vie pour me permettre d'obtenir le meilleur. Un grand merci à mon père pour son soutien sans failles.

Au rang des personnes qui comptent, parties trop tôt, je tiens à remercier mon grand-père Stanislas, qui fut une des personnes les plus importantes de ma vie. Il m'a enseigné des valeurs importantes comme celles du travail, qui m'a beaucoup aidé et m'aidera tout au long de ma vie.

Je remercie donc toutes ces personnes et j'en oublie beaucoup d'autres sans qui je n'aurais pu arriver là où j'en suis pour soutenir ce mémoire.

Résumé

Ce document traite de l'intérêt des méthodes de gestion en flux tirés dans l'industrie pharmaceutique.

Vous trouverez dans les chapitres 1 et 2, une revue du contexte du marché du médicament, un état des lieux des ruptures d'approvisionnement du marché et les causes liées à ces ruptures. Ensuite, la problématique décrira le mode de production actuel et ses limites. Au travers du modèle de gestion proposé, nous parlerons des secteurs industriels qui ont fait leur mue. Pour finir, nous verrons les arguments permettant de transposer ce modèle au secteur pharmaceutique.

Page | 6

Le 3^{ème} chapitre fera une revue de la littérature consacrée aux flux tirés, une présentation rapide du concept moderne de Supply Chain, la chaîne de valeur et des différents modes de gestion des flux. En quatrième partie, nous nous attarderons sur le concept d'approvisionnement bord de ligne et pour finir, un focus sur la méthode Kanban qui est un outil d'application des flux tirés.

Le 4^{ème} et dernier chapitre sera consacré à la description de la mise en place d'une méthode de gestion en flux tiré sur le terrain, au sein de l'usine principale de fabrication du groupe Pierre Fabre Dermo-Cosmétique, où j'ai réalisé mon stage de fin d'études, au sein de l'École des Mines d'Albi-Carmaux, pour la validation de mon cursus de Pharmacien-Ingénieur. Ma mission, qui s'est déroulée sur une période de 10 mois, était de concevoir un plan pour mettre en œuvre une méthode de réapprovisionnement de matière en flux tiré. Ce document vous décrira chaque étape de l'avancée du projet de la conception même du flux tiré, en passant par la mise en place sur le terrain d'un pilote, jusqu'à sa pérennisation avec une solution informatique définitive.

Introduction

Le monde pharmaceutique est en train d'opérer une importante transformation de son environnement industriel. Nous assistons, depuis quelques années, à un puissant phénomène de concentration du secteur avec un mouvement de rachat de laboratoires de tailles intermédiaires par les principaux acteurs mondiaux. Ce phénomène de concentration a été précipité par la crise financière de 2008. Aujourd'hui une grande partie de cette concentration du marché n'est que le rattrapage du retard par rapport aux autres secteurs.

Page | 7

En plus de ce phénomène de concentration, nous assistons à un mouvement de spécialisation des acteurs sur le marché. Comme dans d'autres secteurs industriels, les plus grands laboratoires se désengagent d'étapes de fabrication à faible valeur ajoutée. Ceci nous amène à un désengagement important dans les premières étapes de fabrication et aujourd'hui jusqu'aux plus tardives. La structuration du secteur amène donc le développement important de la part de sous-traitance et du nombre d'acteurs dans la chaîne d'approvisionnement du médicament. Ceci abaisse, certes, les coûts de production mais fragilise grandement la chaîne d'approvisionnement du produit au client final. Ces dernières années, on assiste à une recrudescence des ruptures de médicaments sur le marché : une part importante étant liée à la production et la distribution du médicament.

Vous verrez donc dans ce document les arguments, avec une revue de littérature, en faveur de la mise en place de méthodes de gestion en flux tiré et une application concrète sur le terrain de la mise en place d'un flux tiré avec une gestion par cartes d'approvisionnement dans l'usine historique du groupe Pierre Fabre.

Ce projet s'est déroulé dans le cadre d'un stage de fin d'étude chez Pierre Fabre Dermo-Cosmétique qui a duré 6 mois et s'est poursuivi en CDD sur une durée de 4 mois. J'ai été en charge de ce projet de sa conception (définition du problème, formalisation d'une solution avec les acteurs sur le terrain) en passant par la mise en place d'un projet pilote et par la conception d'une solution définitive.

Ce projet a été repris par la suite dans le cadre d'un autre stage et va se concrétiser cette année par la mise en place d'une solution définitive pérenne.

Chapitre I : Contexte Général

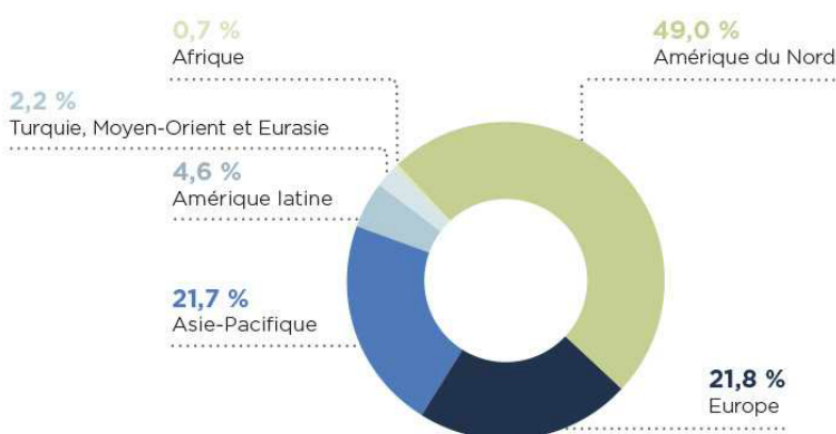
I. Un marché très morcelé mais en croissance

Le médicament en croissance sur de nombreux marchés¹

Le marché mondial du médicament est en croissance de 10% depuis 2014, avec un chiffre d'affaire (CA) global porté à 914 milliards de dollars, contre 200 milliards de dollars en 1990.

LE MARCHÉ PHARMACEUTIQUE MONDIAL PAR ZONE GÉOGRAPHIQUE EN 2015

(en prix producteur)



Source: IMS Health.

Figure 1 - Le marché pharmaceutique mondial par zone géographique

C'est donc un marché en bonne santé. Cependant, on trouve dans cette évolution la part de l'Europe, en retrait et une part croissante venant de l'Asie, continent où l'attention est portée. Le marché américain concentre toujours quasiment la moitié des parts mondiales (49% du CA).

Malgré les mégafusions récentes, une concentration du marché encore faible

Depuis les années 2000, s'est engagé un important mouvement de concentration des firmes pharmaceutiques avec à la clé de nombreuses fusions-acquisitions dans le secteur, un mouvement qui s'est accéléré avec la crise qui a eu lieu en 2008. Cette crise a demandé des relais de croissance rapides et cela est donc passé par de nombreuses acquisitions d'entreprises. Le but premier étant d'apporter de la croissance externe, d'acquérir rapidement de nouvelles compétences ou bien de se placer sur de nouveaux marchés (domaines thérapeutiques différents) ou même de diminuer les coûts logistiques en rationalisant la distribution des médicaments dans le monde. Ce vaste mouvement a complètement bouleversé le top 10 mondial en part de marché (voir illustration en page suivante).

¹ Marché mondial, l'économie du médicament - <http://www.leem.org/article/marche-mondial-1>

LES DIX PREMIÈRES ENTREPRISES PHARMACEUTIQUES MONDIALES EN 2015

		Chiffre d'affaires PFHT (en Md\$)	Part de marché
1	NOVARTIS (Suisse)	47	5,1 %
2	PFIZER (États-Unis)	46	5,0 %
3	SANOFI (France)	39	4,3 %
4	GILEAD SCIENCES (États-Unis)	39	4,3 %
5	JOHNSON & JOHNSON (États-Unis)	37	4,1 %
6	MERCK & CO (États-Unis)	36	3,9 %
7	ROCHE (Suisse)	35	3,8 %
8	ASTRAZENECA (Royaume-Uni)	31	3,4 %
9	GLAXOSMITHKLINE (Royaume-Uni)	29	3,2 %
10	TEVA (Israël)	26	2,8 %

Source: IMS Health.

Page | 9

Figure 2 - Les dix entreprises pharmaceutiques mondiales en 2015

On trouve, en 2016, un secteur encore assez morcelé avec une part de marché de 22,8% représentée par les 5 premières firmes mondiales. Ce chiffre est assez faible comparé à d'autres secteurs comme l'automobile ou l'informatique dont les 5 premiers groupes mondiaux concentrent 40 à 50% des parts de marché.

II. Pression accrue sur les marges

L'industrie pharmaceutique est à un tournant de son histoire ; après avoir vécu de nombreuses années sur une importante rente liée aux brevets et aux remboursements généreux des gouvernements (européens plus particulièrement) pour assurer leurs politiques de santé ; elle se trouve étranglée, au lendemain de la crise financière de 2008 avec d'importantes économies à réaliser. Les firmes pharmaceutiques historiques font également face à des groupes industriels génériqueurs et sous-traitants qui ont intégré la notion d'efficacité et d'efficience.

Pression sur les prix de remboursement dans pays riches

Depuis 2008, nous assistons à une forte pression des gouvernements sur les prix de remboursement dans les pays riches. Cette pression est particulièrement forte en Europe et c'est la conséquence immédiate d'une politique de réduction des déficits, voulue par Bruxelles. Nous avons assisté dans différents pays à des réformes des politiques de santé. L'Allemagne a, dans un premier temps, gelé les prix de vente des médicaments remboursés et revu ensuite la politique de fixation libre des prix, qui est maintenant fixée par les autorités de santé sur le SMR (Service Médical Rendu). De son côté, la France a mis en œuvre plusieurs vagues de déremboursements, de renégociations des prix. Pour finir, une politique d'incitation à la prescription et la dispensation de génériques a parachevé de contraindre l'industrie pharmaceutique à réagir et limiter les coûts de production de ces produits de santé.

III. Complexification du contexte industriel

Suite à cet important mouvement de fusion-acquisition, le secteur pharmaceutique est entré dans une phase de digestion qui va consister à appliquer les économies d'échelle et les rationalisations promises. À cela s'ajoute, un important désengagement des industriels dans la production à « faible valeur ajoutée » (*ex. médicaments dont les brevets sont tombés dans le domaine public*) vers des sous-traitants et façonniers. Cela induit ainsi une complexification du contexte industriel que nous allons décrire dans cette partie.

« Phase de digestion » des fusions-acquisition

Après ces nombreux rachats, il faudra un certain délai pour mettre en œuvre les projets de rationalisations logistiques, et d'optimisations de l'outil industriel. En effet, le secteur pharmaceutique est historiquement régi par les « Bonnes Pratiques de Fabrications », aussi appelées cGMPs (current Good Manufacturing Practises). C'est un système de Management de la Qualité propre à l'industrie pharmaceutique qui est le socle de documentation historique de tous les sites de productions pharmaceutiques. Aujourd'hui, ce socle de documentation représente un frein dans la vitesse et la gestion du changement ; il cristallise beaucoup de critiques dont nous parlerons plus en détails dans le chapitre « Problématique ».

Externalisation massive de la production du médicament²

Ces dernières années, les laboratoires pharmaceutiques se sont fortement désengagés dans la production à faible valeur ajoutée, afin de se concentrer dans ces activités les plus rémunératrices et dont ils possèdent une réelle expertise.

Ainsi, les produits historiques, dont les brevets sont tombés dans le domaine public, sont donc confiés à des compétences externes dont la caractéristique principale est généralement de produire vite et pas cher. Concernant l'état de l'emploi dans le secteur, bien qu'étant passé sous la barre symbolique des 100.000 employés en France en 2016, a été relativement préservé malgré les nombreuses fermetures de sites de production des grands laboratoires. Ces sites ont bien souvent été repris par des entreprises sous-traitantes et façonniers qui ont repris pour leurs comptes la production du laboratoire cédant. À cela s'ajoute une externalisation massive de la production des principes actifs les moins stratégiques, pour une grande partie, fabriqués dans les pays asiatiques.

Cette situation, bien qu'à court terme financièrement intéressante (*elle a permis aux laboratoires, de traverser la crise sans dommages*), a engendré un allongement des temps de cycles industriels et par la même, une diminution de leur réactivité face aux marchés. Ce phénomène se produit alors que les marchés ont tendance à être plus versatiles années après années. Ce retour en arrière est industriellement très dangereux : nous discuterons de ses conséquences dans la partie V.

IV. Les ruptures d'approvisionnement

Des ruptures en forte augmentation

Pour présenter cette tendance à l'augmentation des ruptures d'approvisionnement, je me suis appuyé sur les chiffres officiels publiés par l'ANSM. Ainsi, le processus « mis en place à l'ANSM en lien avec les laboratoires exploitants concerne les médicaments d'intérêt thérapeutique majeur, c'est-à-dire les médicaments dont l'indisponibilité transitoire, totale ou partielle est susceptible d'entraîner un problème de santé publique (mise en jeu du pronostic vital, perte de chance importante pour les patients) »³.

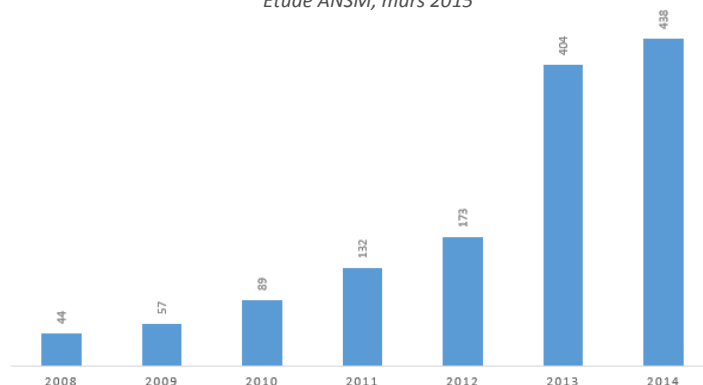
Il faut donc comprendre par là que les chiffres présentés ci-dessous, ne reflètent qu'une partie des ruptures d'approvisionnement qui peuvent se produire sur le marché, car l'ANSM déclare « *qu'un certain nombre de dossiers ne font pas l'objet d'une gestion spécifique, soit parce que le médicament n'a pas de caractère indispensable, soit parce qu'il existe des alternatives thérapeutiques qu'elles soient médicamenteuses (dont génériques par exemple) ou non, soit enfin parce que la durée prévue de la rupture est très limitée dans le temps.* »

² Prête à relever tous les défis – Supply Chain Magazine, Novembre 2015
<http://supplychainmagazine.fr/TOUTE-INFO/Archives/SCM099/ENQUETE-99.pdf>

³ Mars 2015, Dominique DEBOURGES, Chef de pôle Contrôle du marché, Direction de la surveillance - ANSM

NOMBRE DE RUPTURES D'APPROVISIONNEMENT DU MARCHÉ DES MÉDICAMENT AYANT UN INTÉRÊT THÉRAPEUTIQUE MAJEUR

Etude ANSM, mars 2015



Page | 11

Figure 3 - Nombre de ruptures d'approvisionnement du marché des médicaments par année

On peut donc voir en figure 3 un nombre rupture qui est passé de 44 en 2008 à 438 en 2014, les ruptures d'approvisionnement se produisent donc 10 fois plus souvent en l'espace de seulement 6 ans de temps. On peut toutefois noter une forte accélération entre 2012 et 2013, les ruptures passant de 178 à 434. Nous pouvons voir une corrélation avec les bouleversements de l'outil industriel dans le secteur pharmaceutique dont nous venons de discuter.

La mondialisation de la production de médicaments induit une augmentation des signalements et une complexité plus importante des dossiers (*site de production unique, délocalisation des sites de fabrication de substances actives etc.*).

Les causes identifiées

Une étude de l'ANSM menée en 2015 a permis de caractériser les sources de ruptures d'approvisionnement du marché en médicament.

- *L'outil de production (44%), notamment des retards de fabrication, perte de savoir-faire, incidents de production, capacités de production insuffisante etc.*
- *Des difficultés d'approvisionnement en matière première (17%)*
- *Des défauts qualité produits finis (13%) et matières premières (5%)*
- *Des modifications d'AMM (8%)*

On constate donc que, dans presque la moitié des cas, c'est l'outil de production qui est la cause de ces ruptures. C'est donc la raison pour laquelle, les efforts vont devoir se concentrer sur l'outil industriel. Cette étude prend « l'outil industriel » au sens large : c'est à dire toute la chaîne de production, de la fabrication de l'actif à sa mise à disposition dans les stocks de produits finis (*elle ne sépare que l'approvisionnement en matière première*). C'est donc une partie de la chaîne d'approvisionnement qui est comprise dans le terme « outil industriel ».

De manière plus générale, les principales raisons industrielles propres à l'industrie pharmaceutique de ce nombre important de ruptures d'approvisionnement du marché, sont les suivantes :

- *Augmentation des rappels de produits ; en cause la qualité*
- *Des temps de cycle très longs*

- *Manque de fiabilité des prévisions de vente*
- *Marché parallèle*

Les réactions face à ce fléau

La première réaction face à ces nombreuses ruptures fut d'imposer à l'industrie pharmaceutique des stocks de sécurité au travers des PGP (*plan de gestion des pénuries*). Le **Décret 2016-993 du 20 juillet 2016**, relatif à la **lutte contre les ruptures d'approvisionnement des médicaments**, a été publié au Journal Officiel. Ces stocks de sécurité imposés ont vocation à permettre de répondre à la demande en cas de pénurie d'un concurrent.

V. Les défis de la Supply Chain

Nous allons dans cette partie décrire la chaîne logistique pharmaceutique, ses spécificités et les défis qu'elle aura à relever⁴.

Une chaîne logistique longtemps négligée

Depuis 20 ans, les typologies de produits se sont grandement diversifiées (*OTC, génériques etc.*). De plus, contrairement à d'autres secteurs, il n'y a pas un seul type de logistique (*produits de niche, produits de masse, livraison à température dirigée, clients livrés en direct ou via des intermédiaires et.*). À toutes ces contraintes s'est ajouté une diversification massive lors des opérations de fusion-acquisition durant les années 2000-2010 qui ont largement contribuées à complexifier la chaîne logistique des laboratoires pharmaceutiques.

Avant tout, l'industrie pharmaceutique est divisée en deux principaux segments : le segment des médicaments remboursés et le segments des produits OTC (*Over The Counter*), au sein de chacun de ces segments, on va retrouver deux chaînes logistiques distinctes ; la chaîne logistique pré-production (*découverte*) et la chaîne post-développement (*production*). Ces deux composantes sont très différentes et répondent à des contraintes très différentes.

L'indicateur clé de la chaîne logistique pré-production (temps de mise sur le marché d'un médicament) est d'environ 15 ans aujourd'hui. Pour la chaîne post-développement, le temps de cycle (approvisionnement, production, livraison) est généralement compris entre 9 et 24 mois. Dans cette étude, nous nous concentrerons sur la seconde partie, qui est la phase industrielle de fabrication du produit. Ainsi, le premier défi logistique consiste à apporter des réponses spécifiques à chaque segment de produits, tout en réalisant des économies d'échelle et la seconde étape pourrait être la recherche de synergies entre acteurs du secteur comme c'est le cas dans la grande consommation.

Les spécificités de la chaîne logistique pharmaceutique

En logistique, si l'on interroge des professionnels, tous diront que chaque secteur d'activité est spécifique. C'est le cas pour le secteur pharmaceutique, il conviendra donc de décrire les points qui font la spécificité de la chaîne logistique pharmaceutique, mais aussi ceux qui la rendent plus difficile à transformer :

- **Un très haut niveau de régulation** à tous les niveaux de production et distribution, sans doute meilleur que n'importe quel secteur (y compris l'industrie aéronautique)
- **Niveaux de stocks de produits finis réglementés** ; à plusieurs niveaux de la chaîne logistique doivent être prévus des stocks de produits finis pour un grand nombre de références de médicaments.

⁴ A Holistic analysis of pharmaceutical manufacturing and distribution : Are conventional supply chain appropriate ? University of Udderfield, Christopher J., Roberts, Kevin J., Wand., 2006

- **Le consommateur final ne choisit pas le produit** (dans le cas des médicaments prescrits), il peut mettre une contribution de sa poche, mais c'est l'Etat qui règle la majeure partie de la facture.
- **La complexité de l'environnement réglementaire**, où pour modifier le site de fabrication d'un produit (*même s'il ne s'agit que d'un site de conditionnement*), l'entreprise devra alors faire approuver ce changement avec chaque pays/continent, dont le délai sera différent ; 3 mois en Europe, 3 ans au Moyen-Orient ...
- **La complexité de la chaîne logistique** avec un entrelacement simultané de composants pour la production et pour des essais cliniques.

La combinaison de ces points cités, ont un réel impact sur la complexité de la chaîne logistique et mène à des conflits d'intérêt entre les différentes entités impliquées (*comme la R&D, le marketing ou l'industrie*), sur des problématiques de standardisation. Dans une volonté de différenciation des firmes pharmaceutiques, on trouve aussi des difficultés sur d'autres sujets comme la prolifération de variantes d'actif et de packaging. Les contraintes spécifiques à l'industrie pharmaceutique qui peuvent s'appliquer à la chaîne logistique sont donc les suivantes :

- **Une réglementation spécifique à chaque pays** ; cette réglementation peut être très atypique et imprévue
- **Prévention de la fraude** : les fabricants peuvent créer des différences artificielles entre les mêmes produits, fabriqués pour différents pays afin de les attribuer à un pays en particulier. *Par exemple, GSK produit des antirétroviraux pour lutter contre le VIH à prix coûtant pour les pays d'Afrique et afin de les différencier des vaccins vendus sur le marché Britannique, ces produits ont une couleur différente. C'est un des moyens de prévenir et d'identifier les vaccins sur le marché noir.*
- **Personnalisation** ; quand le dosage des médicament est de 50 mg pour avoir la meilleure adéquation statistique et que le patient a besoin d'un dosage de 25 ou 45 mg, le courant de pensée actuel veut que le bon dosage soit disponible pour chaque besoin individuel. Ainsi, le prescripteur doit avoir la possibilité de prescrire le bon dosage à son patient.

Tous les points cités précédemment indiquent donc les spécificités et contraintes auxquelles peut faire face l'industrie pharmaceutique. Les gisements de progrès sont nombreux et profonds mais les barrières au changement à lever le sont tout autant. Tous ces points de spécificité ajoutés au fil des ans ont contribué à une augmentation de la complexité et des temps de cycle dans le secteur.

Chapitre II : Problématique

I. Etat des lieux du mode de production pharmaceutique historique

I.1. Un environnement réglementaire contraignant

Réglementations et Bonnes pratiques de fabrication

En 1963, la FDA (Food and Drug Administration), l'autorité de santé américaine émet les premières « Good Manufacturing Practices » à destination de l'industrie pharmaceutique. Elles apparaissent pour la première fois en France en 1978 et sont mises en place par l'instruction ministérielle. Les Bonnes Pratiques de Fabrication sont le socle réglementaire de toute fabrication de produits pharmaceutiques. C'est un système de Management de la qualité, complexe et rigoureux, dont les règles ont pour objectif d'assurer la sécurité, l'efficacité et la qualité d'un produit pharmaceutique.

Ci-dessous est présenté un condensé des principales exigences émises pour la production, toutes les règles inscrites dans les BPF serviront de base aux inspections des autorités de santé (ANSM en France).

- Il est impératif de prévenir les contaminations croisées (zones séparées, flux gérés, procédures appropriées, méthodes validées)
 - Matières premières contrôlées
 - Vide de ligne entre chaque lots
- Dossier de lot constitué au fur et à mesure des opérations réalisées
- Contrôles en cours et en fin de fabrication
- Les produits finis refusés, récupérés, retournés doivent être isolés et gérés selon des procédures

Les BPF exigent également que toutes les pratiques et techniques, utilisées au sein de l'entreprise, soient décrites, documentées et validées par le service Qualité. Ceci permet d'exercer un contrôle sur les façons de faire et, lors d'un contrôle, par les autorités, assurer que l'on fabrique d'une manière que l'on maîtrise et surtout, comme l'on l'a décrite.

Un socle documentaire lourd et difficile à faire bouger

Dans un environnement industriel où toutes les tâches ont été décrites par des procédures et des modes opératoires, l'introduction du changement des pratiques représente un réel défi. Cependant, ce socle décrivant précisément les façons de faire représente également une opportunité dans la mise en place du Lean Pharma.

Comme nous avons pu en discuter de nombreux facteurs conduisent le secteur à se remettre en question, et donc à opérer des changements dans la façon de fabriquer les produits de santé. Premièrement, de nombreux laboratoires ne peuvent continuer à accélérer le rythme de développement et en même temps, maintenir les coûts face aux génériques. Ils éprouvent donc le besoin d'abandonner le status quo pour s'engager dans un mouvement d'amélioration de la productivité, de l'efficacité et de la qualité. De plus, la FDA, mais aussi l'ANSM et toutes les agences de santé européennes, ont pris conscience que le secteur a perdu son leadership en terme d'efficacité et de qualité. Partant de cela, elles ont engagé un changement dans la conception de la qualité, en prônant, non plus « quality by testing » mais un nouveau modèle de « quality by design », avec notamment le PAT « Process Analytical Technology » qui est une méthode basée sur l'analyse

de risque. Le PAT est une approche qui met en avant une élévation du niveau de qualité, en passant par une profonde connaissance des variabilités des paramètres de process, dont les effets ne sont qu'à leurs débuts.

Auparavant, l'industrie pharmaceutique pour laquelle les principes des BPF étaient prédominants, commencent progressivement à se marier au Lean Manufacturing ; par comparaison aux autres secteurs, qui en ont rapidement adoptés les fondements, et dont le succès n'est plus à prouver.

I.2. L'industrie paye aujourd'hui les écarts d'hier

D'un point de vue historique, l'industrie pharmaceutique qui avait des profits colossaux n'avait pas suffisamment de stimuli économiques pour introduire le changement. Il est aujourd'hui évident que la situation a changé. Les chiffres distillés dans les paragraphes suivants ont été récupérés dans un article présenté lors de la 4^{ème} Conférence International de Qualité⁵, en 2010.

Dans la mentalité de l'industrie pharmaceutique, et notamment avec ce socle réglementaire décrit dans la partie précédente, la notion de changement a été longtemps laissée de côté. Et ce status quo, a produit de l'inefficience et un accroissement important des pertes en production, comme en logistique. On estime le potentiel d'économie des pertes et inefficiences à 90 milliards de dollars de coûts pour l'ensemble du secteur, et le secteur de la R&D est le meilleur potentiel d'économie. La R&D représente environ 36% de ces coûts, ceci explique notamment les grandes vagues de licenciement que l'on a pu voir dans ce secteur, au cours de la dernière décennie.

Les vrais coûts de la production commencent à apparaître lorsque l'on fait l'exercice de déterminer la « Non Valeur Ajoutée » et les pertes qui représentent, respectivement 80% et 50% des coûts. En d'autres termes, 80% de non valeur ajoutée signifie que 80% des activités que l'on réalise pour un produit donné n'apportent pas de valeur ajoutée au produit pour le client final. C'est un chiffre vertigineux qui permet de réaliser que ces activités ont certainement été introduites à un moment où l'on ne se préoccupait pas des coûts de production, mais que, de plus, ces activités ont été procédurées et validées. Pour revenir sur ces pratiques qui n'apportent pas de valeur ajoutée, il faudra donc déployer des efforts très importants pour prouver l'absence d'impact sur le produit.

Les statistiques établies sur une base annuelle, montrent également des chiffres peu reluisants. On note un taux de rejets de l'ordre de 5 à 10% (<2 *sigmas*) quand l'industrie des semi-conducteurs se trouve à 0,0001% (6 *sigmas*). De plus, les trois quarts de ces taux de rejets sont à imputer à la production. On évalue le coût des rejets entre 4,5 et 9 milliard de US\$ par an, ce qui est déjà conséquent si on le compare aux 90 milliards de US\$ du total des pertes dans le secteur.

Nous entrons donc dans une phase de déconstruction progressive du corpus des pratiques d'hier, pour introduire de nouvelles pratiques afin de mieux contrôler les coûts de demain.

I.3. Etat des lieux du modèle productif historique

« Make to Stock »

Ce que l'on appelle « Make to Stock » consiste, comme son nom l'indique, à fabriquer des produits pour compléter des stocks et obtenir un niveau permettant de satisfaire des prévisions de vente. C'est la méthode de production historique dans le secteur pharmaceutique, mais plus largement dans l'industrie. Cependant, de nombreux secteurs ont engagé une transformation importante dans leurs méthodes de production, la partie suivante traitera de ce sujet.

⁵ Lean and Six Sigma Concept – Application in Pharmaceutical Industry, K Pavlovic & V Bozanic, 4th International Quality Conference, May 19th 2010

Ainsi, comme nous l’avons décrit précédemment, la multiplication très importante du nombre de références de médicaments pour des raisons réglementaires, de marché ou industrielles, appelle donc une augmentation des quantités de produits en stock.

Cette augmentation du nombre de références à gérer dans les stocks, induit mécaniquement un risque de perte de produits (*mauvaises prévisions, changement de packaging etc.*). De plus, pour les médicaments donc le SMR est élevé, il est imposé aux fabricants de disposer d’un stock minimum réglementaire afin de prévenir toute rupture.

On comprend bien, à partir de ce moment, que la mécanique de fabrication en flux poussé devient rapidement difficile à gérer d’un point de vue industriel (*produire, stocker et distribuer*)

II. Un modèle productif qui présente des limites

II.1. Des en-cours élevés

Gestion des stocks

Les stocks sont un défi très important dans ce secteur, on évalue 40 et 50% de ces coûts à des coûts logistiques. Ces sources de coûts importants, concentrent beaucoup d’efforts des industries pharmaceutiques, pour tenter de les diminuer. Ainsi, les grands groupes pharmaceutiques font appel à des sociétés de conseil autour de grands chantiers comme : la fiabilisation des prévisions, la rationalisation des réseaux de distribution, mais aussi d’engager une démarche Lean avec, par exemple, la réduction des temps de cycles et par la même, des stocks et encours de production. La gestion des stocks fait donc directement appel à une discipline que l’on appelle la Supply Chain Management, en français Gestion de la Chaîne Logistique.

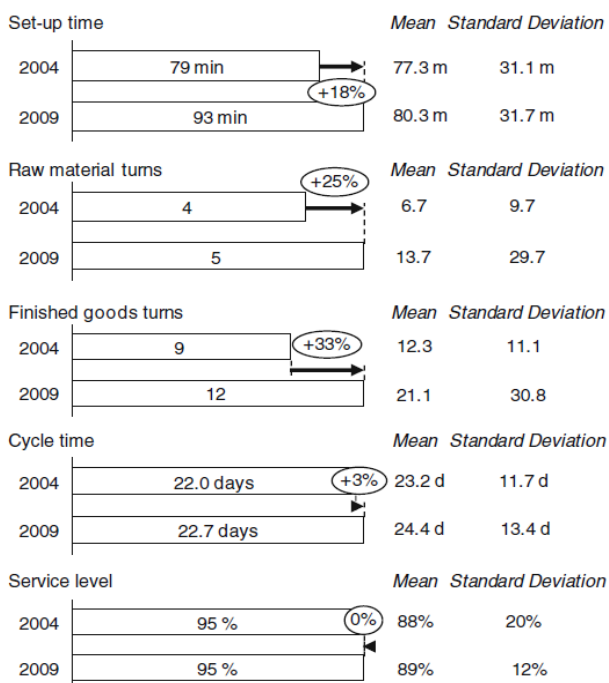
II.2. Temps de cycle très longs

Des temps de cycle en augmentation

Dans une étude qui a été menée en 2010⁶, qui analyse des indicateurs de performance clés, entre 2004 et 2009. On notera qu’un certain nombre d’indicateurs de performance clés (*KPI*) qui ont été dégradés sur cette période. Cette étude s’est concentrée sur les sites de conditionnement des produits finis.

Ainsi, lorsque l’on analyse les KPI ci-contre, on note que le temps de réglage (*délai entre la fin d’un lot de production et le suivant*) a augmenté de 18%, et les temps de cycles industriels ont légèrement augmenté et ce, malgré les efforts de réduction des temps de cycles mis en œuvre dans les entreprises sondées dans cette étude.

Key performance indicators



⁶ Analysis of Impementation of TPM, TQM and JIT in Pharmaceutical Manufacturing, T. Friedli, M. Goetzfried, P. Basu, Octobre 2015

II.3. Réactivité faible

Comment prévenir ces ruptures ?

Augmenter la réactivité en diminuant les encours de production, et donc par la même réduire les temps de cycles. C'est un cercle vertueux, en diminuant les stocks, nous diminuons les temps de cycles. Les temps de cycles, diminueront grâce à des niveaux de stocks plus bas. Pour cela, il faut instaurer une gestion des flux qui se pilote par la demande, donc le poste de production en aval tire la production en amont.

Pour utiliser un exemple concret ; sachant que le calcul du stock de sécurité d'un site industriel est effectué en fonction de son temps de cycle de production⁷. Si ce temps de cycle est de 1 mois, chaque référence devra posséder un stock de sécurité de 1 mois. Si les ventes de ce médicament sont de 200 000 unités par mois alors, il faut faudra 200 000 unités en stock. Si vous réduisez votre temps de cycle de 2 jours, alors votre stock pourra diminuer de 10% (*2 jours sur 20 jours ouvrés*) soit 180 000 unités, vous avez réussi à libérer votre stock de 20 000 unités sans diminuer votre couverture.

Pour diminuer les temps de cycles, un moyen efficace est de réduire le niveau de stockage intermédiaire au sein de l'usine, pour cela, la méthode de gestion en flux tiré est une méthode que nous allons décrire et qui a fait ses preuves dans d'autres secteurs de l'industrie.

III. Les autres industries qui ont répondu à la problématique

Les représentants les plus emblématiques de l'application des flux tirés sont les créateurs de la méthode. C'est dans les années 70 que l'industrie automobile japonaise a créé le concept Lean. C'est une doctrine qui regroupe tout un ensemble de méthodes permettant, de « dégraisser » la chaîne de valeur (*nous allons voir la définition de chaîne de valeur dans le chapitre suivant*), tout cela ayant pour but d'éliminer les pertes au cours du processus de production et d'acheminement du produit au client.

Cette doctrine a donc permis à l'industrie automobile un important changement de paradigme dont le plus visible des effets est la disparition de ces impressionnants parkings pleins de véhicules sortis d'usine que l'on pouvait trouver encore dans nos contrées dans les années 90. C'est le modèle productif de l'univers automobile qui a changé, elle est passée d'un modèle productif en flux poussé (*je produis pour remplir mes stocks*), à un modèle productif en flux tiré (*je produis ce que mon client me demande*).

Pourquoi ce changement de modèle ? Car l'industrie automobile japonaise est arrivée dans les années 70 en nouvel entrant sur un marché mature et que les barrières à l'entrée étaient importantes. Mais aussi parce que le marché automobile est très concurrentiel et le métier de constructeur automobile s'est transformé en assembleur automobile. De nos jours, la part des sous-traitants dans le secteur automobile constitue l'essentiel du travail de fabrication pour laisser les usines des constructeurs réaliser l'assemblage final. Ce phénomène que l'on peut observer dans le monde pharmaceutique permettra d'alléger fortement les coûts de production en se séparant d'une partie du matériel productif mais représente un danger dans la perte de maîtrise du processus de production mais aussi dans la perte de maîtrise des délais d'approvisionnement.

Parmi les industriels qui ont suivi, on peut nommer l'industrie aéronautique et aérospatiale, et son maillage complexe de sous-traitants locaux, car comme pour l'automobile et à plus forte raison

⁷ Temps de cycle de production : le temps nécessaire entre la programmation de la fabrication jusqu'à sa mise à disposition dans les stocks.

encore, ce secteur est morcelé entre un très complexe réseau de sous-traitants très spécialisés et des avionneurs qui organisent la chaîne d'approvisionnement et réalisent l'assemblage final.

Pour finir, l'industrie de l'électronique a vite rejoint ce mouvement en devenant très rapidement pointue et avec un marché qui est vite devenu très concurrentiel à la fin des années 90.

IV. Peut-on appliquer les flux tirés à l'environnement pharmaceutique ?

Pour ce chapitre, nous aborderons brièvement la doctrine du Lean, dont les flux tirés sont un outil, afin de mieux comprendre les motivations qui poussent les industriels à mettre en place des flux tirés dans leurs usines. Ainsi, dans un premier temps, nous allons nous intéresser à l'approche BPF, puis le Lean pour, ensuite, faire un comparatif des deux approches.

Approche BPF

L'une des caractéristiques de l'approche BPF est l'abondance de procédures documentées, de méthodes d'essai, de contrôle d'environnement et de programmes de formation. Cette documentation peut être divisée d'une part en standards techniques et en procédures opérationnelles.

Les standards techniques, dans lesquels on trouvera les spécifications produits, les configurations validées, et les méthodes de fabrication.

Dans les procédures opérationnelles, on regroupera toutes les interactions du personnel avec l'équipement et la matière. Tout cela est basé sur l'expérience et changera régulièrement avec les déviations de process, les réclamations clients et les nouvelles normes qualités.

Approche Lean

En 1999, Spear et Bowen ont identifié quatre règles principales qui décrivent l'approche du lean manufacturing.

- **Tâches standardisées** : Toute opération doit être spécifiée dans son contenant, sa séquence, son temps doit être défini et les entrants et sortants doivent être tous identifiés.
- **Rôles clairs et identifiés** : tout client ou fournisseur doit pouvoir s'adresser directement à la bonne personne sans intermédiaire.
- **Flux simple** : le trajet de chaque produit ou service doit être simple, direct et suivi.
- **Méthode scientifique** : l'amélioration doit être construite avec une méthode scientifique avec une personne enseignant la méthode et avec le niveau d'organisation le plus bas possible.

L'existence d'une rigidité documentaire dans le processus de production qui opère dans un environnement flexible et adaptable est un des paradoxes du lean. C'est la combinaison d'une tâche effectuée de manière simple et maîtrisée, avec la capacité de changer et de s'adapter à la demande du client, qui fait de l'approche lean, un succès.

Differences d'approche entre les doctrines Lean et BPF

La méthode de gestion en flux tirés est un des outils de la grande famille du Lean, qui a accompagné la transformation de nombreux secteurs industriels. Nous ne rentrerons pas dans le détail de la mise en place du lean dans ce mémoire, si vous souhaitez en savoir plus sur l'implantation du Lean dans le milieu pharmaceutique, vous pouvez consulter l'article « *Lean*

manufacturing practice in a cGMP environment » de Anne Greene et Dermot O'Rourke paru dans le magazine PharmTech de septembre 2006, dont j'ai extrait ce tableau :

Domaines	BPF	Lean
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> – Assurer l'efficacité de la production – Prévenir les incidents 	<ul style="list-style-type: none"> – Réduire les pertes – Créer de la valeur
Focus	<ul style="list-style-type: none"> – Développement produit – Assurer la qualité de fabrication 	<ul style="list-style-type: none"> – Chaîne de valeur
L'approche de fabrication	<ul style="list-style-type: none"> – La qualité avant tout 	<ul style="list-style-type: none"> – La qualité en équilibre avec la productivité
Amélioration	<ul style="list-style-type: none"> – Contrôlée et prudente 	<ul style="list-style-type: none"> – Continue et simultanée
Objectifs principaux	<ul style="list-style-type: none"> – Suivre le processus validé – Prévenir les déviations 	<ul style="list-style-type: none"> – Réduire les coûts – Améliorer la qualité – Diminuer les temps de cycles – Diminuer les stocks – Améliorer les délais de livraison
Principaux outils	<ul style="list-style-type: none"> – Documentation – Qualification de personnel et formation – Propreté – Validation et Qualification – Revue des réclamations – Audits 	<ul style="list-style-type: none"> – Cartographie de valeur ajoutée – Amélioration Kaizen – Prévention de l'erreur – Tirer les flux – Flux simples – Formation – Déploiement de la qualité

Figure 4 - Tableau comparatif des approches BPF et Lean Pharma

Le tableau ci-dessus compare les différences importantes d'approche entre la doctrine BPF en vigueur dans le secteur pharmaceutique et le Lean. On voit qu'un des principaux outils de l'approche lean est de « tirer les flux ».

On note que dans les deux approches, la notion de maîtrise et de documentation de chaque tâche rend les deux doctrines compatibles. L'essence du Lean pharma sera donc de déterminer comment les procédures actuelles peuvent être modifiées pour apporter une amélioration à court terme tout en maintenant les standards techniques.

Comment mettre en place l'amélioration continue au sein d'une usine ?

Il faut donc prendre les tâches standardisées comme socle commun afin de faire cohabiter les deux approches dans l'industrie pharmaceutique. Il est donc parfaitement possible d'adapter les flux tirés dans l'environnement pharmaceutique, simplement les opérations devront être identifiées et les tâches procédurées.

Le service Assurance Qualité, pourra accepter toute modification à partir du moment où l'absence d'impact négatif sur le produit sera prouvé (bien souvent sous la forme d'un change control), que la procédure sera identifiée et que les formations nécessaires seront réalisées sur le personnel intervenant. Il peut également être intéressant de mettre dans les groupes de travail

transdisciplinaires une personne rattachée à la qualité qui pourra participer à l'élaboration du projet. Il faudra alors que chaque personne participant au projet soit formée à l'approche du lean.

La mise en place d'un flux tiré est donc parfaitement possible, du moment que cela n'entre pas en contradiction avec les bonnes pratiques de fabrication et que la qualité du produit n'est pas impactée. La participation ou la consultation d'une personne compétente en qualité est même recommandée de la même manière que toute personne ou service concerné par le processus impacté.

Chapitre III : Revue de Littérature

I. Présentation de la Supply Chain

La Supply Chain (ou *chaîne d'approvisionnement*) est la discipline qui traite de tous les mouvements de matières et de produits au sein de l'entreprise. Avec ce concept, est généralement associé, toutes les informations nécessaires pour déclencher et suivre ces mouvements.

Page | 21

La Supply Chain moderne est associée au concept de flux. En effet, dans un schéma fonctionnel de l'entreprise en partant de la matière première : c'est une succession d'actions, de tâches et de transformations qui sont réalisées dans le but d'obtenir un produit final.

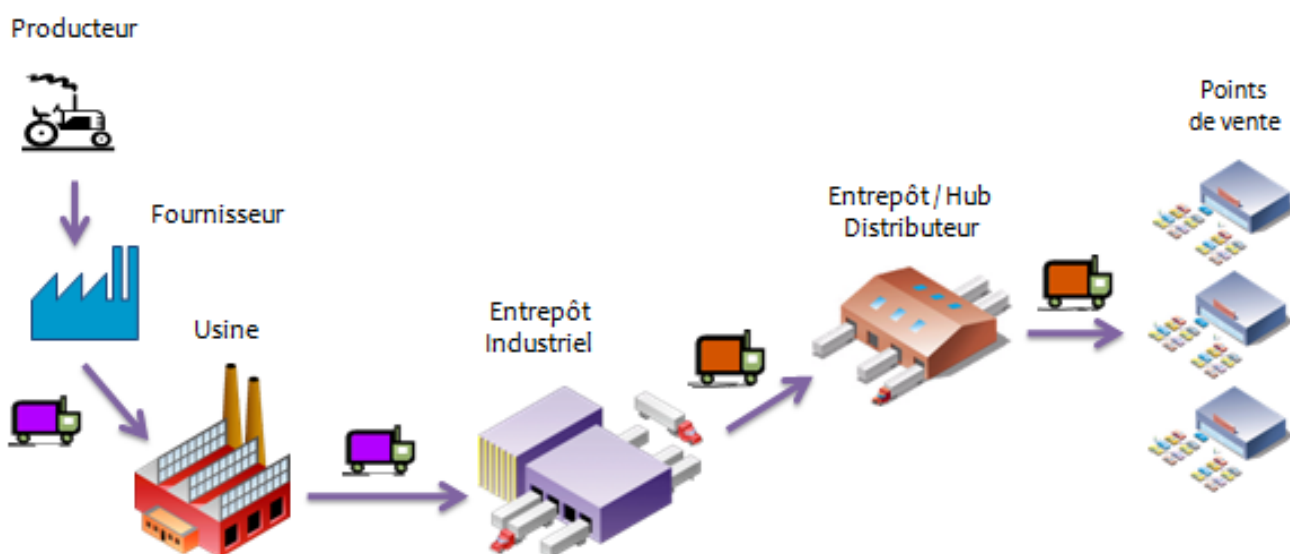


Figure 5 - Illustration Supply Chain

C'est cette succession d'étapes qui est considérée comme un flux. Aujourd'hui, la performance d'une entreprise est directement liée à la fluidité de ce flux.

Pour appréhender les caractéristiques et la performance du flux, il y a différents concepts avec lesquels il sera nécessaire d'être familier.

La Supply Chain est un terme qui a un spectre large. En effet, cela commence avec la matière première (*en partant du tout premier fournisseur*) jusqu'au produit fini, livré au client final. Et ce, même si l'entreprise ne délivre pas de produit fini au client final, mais n'est qu'un maillon de la chaîne.

Le flux de matière est subdivisé en différents domaines qui suivent différentes règles de gestion différentes. Une entreprise ne doit pas gérer avec les mêmes règles : les achats, la réception, la production, le stockage et la livraison.

I.1. Logistique Externe

La Logistique Externe est donc la logistique qui intervient à l'extérieur de l'entreprise. La logistique externe peut donc être entrante (*fournisseur*) ou sortante (*client*).

Nous pourrions très bien resserrer encore le champ et prendre une partie de l'entreprise, avec comme fournisseur et client, une autre partie de l'entreprise. Par exemple, sur une ligne de production de produits cosmétiques, le fournisseur est le magasin de matières premières ou de semi-fini (*vrac de crème*) et le client est le stock de produits finis à réalimenter.

I.2. Logistique Interne

La Logistique Interne concerne tous les mouvements, et transformation de matières (*et l'information associée*) qui ont lieu à l'intérieur de l'entreprise (*site, usine, bureaux etc.*).

La logistique interne comprend du déchargement des matières premières provenant du fournisseur au chargement de produits finis pour le client. Elle est responsable de la planification et des mouvements de matières au sein de l'entreprise et parfois des filiales.

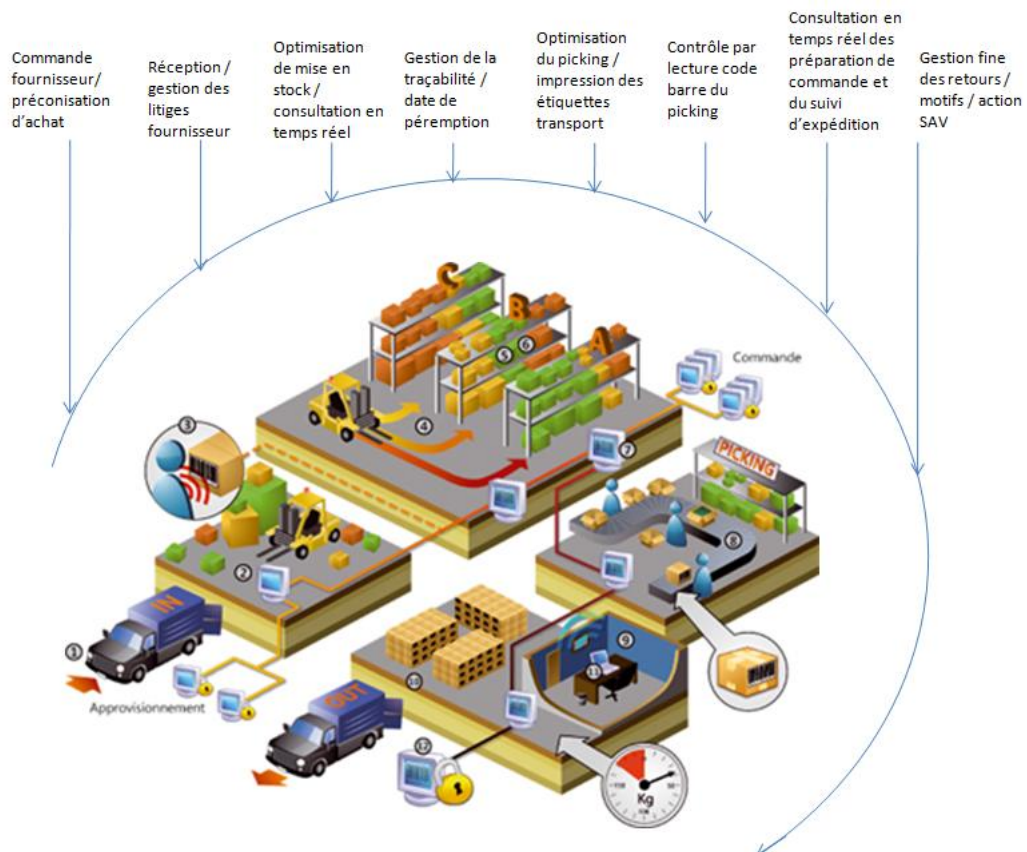
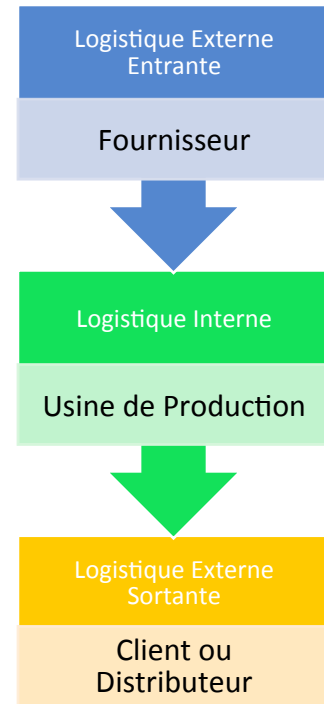


Figure 6 - Schéma présentant Les enjeux de La Logistique interne

Au sein de la compagnie elle-même, il y a des flux entrants et sortants qui dépendent du point de vue de référence. D'un point de vue logistique externe le flux logistique entrant et sortant réfère au site de production. Au sein même du site de production, la logistique interne peut faire référence à une unité de production, un magasin de stockage ou un stock de produits finis.

II. Chaîne de valeur

La valeur est le concept qui met en avant la manière dont le client final voit les bénéfices ajoutés au produit. En d'autres termes, ce pour quoi, il est prêt à payer.

Cependant, pour la Supply Chain, il n'y a que très peu, voir aucune activité pour laquelle le client final est prêt à payer pour le produit final. Personne n'acceptera de payer pour un mouvement d'un point A à un point B ou bien pour qu'il attende sur une étagère.

Ceci implique donc que la logistique a pour vocation à être la plus directe possible, et donc éliminer au maximum les gaspillages (*de temps, de matière, de main d'œuvre etc.*) à partir du moment où cela ne dégrade pas le processus.

C'est là que le management des flux intervient. Actuellement, le concept est d'avoir le minimum de temps d'attente et de mouvement.

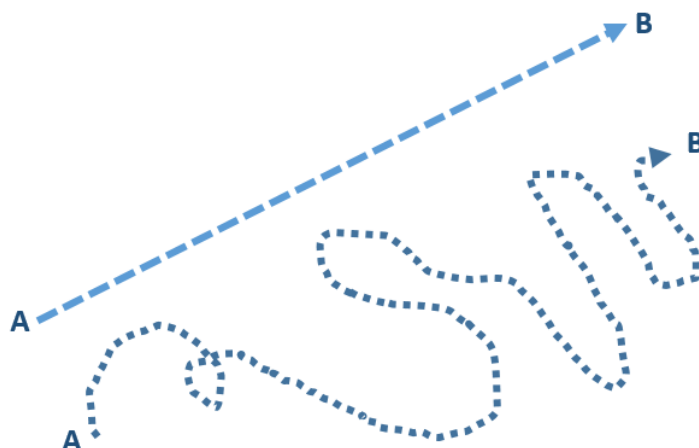


Figure 7 - Schéma représentant Les flux d'un point A à un point B

III. Gestion des flux

Il y a deux principaux types de gestion des flux, le système poussé et tiré. Simplement, les deux systèmes tirent leurs noms de l'acteur qui pilote le flux, de la source d'information qui déclenche le mouvement ou les tâches qui sont effectuées.

« Le terme flux tiré s'emploie par opposition au terme flux poussé. En flux tiré, c'est une demande réelle qui va déclencher une production qui sera tirée en aval; en flux poussé, la production se fait, à l'inverse, en poussant les produits dans la chaîne de fabrication pour arriver à constituer un stock qui puisse satisfaire à une éventuelle demande. »⁸

⁸ http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/terminologie_logistique/flux_tire.html

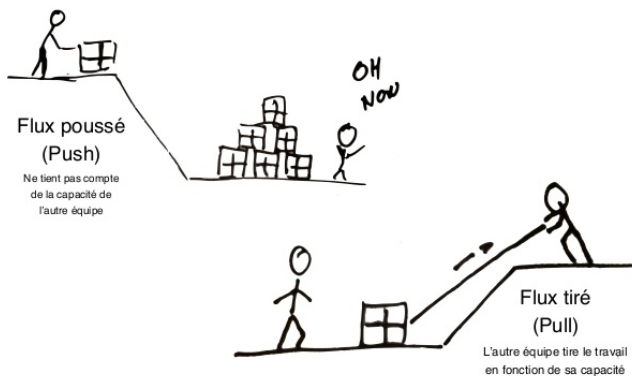


Figure 8 - Flux tiré versus Flux poussé

III.1. Flux poussé

Historiquement, le flux poussé est le premier système à avoir été mis en place par les compagnies manufacturières. A cette époque, il s'agissait d'une production de masse avec une faible diversité de produits et elle n'avait à se soucier que du nombre de produits que les lignes de production pouvaient fabriquer en un temps limité. Ils produisaient donc autant d'unités que de matières premières disponibles, car la demande était supérieure à l'offre.

Dans un système tel que celui-ci, les produits manufacturés sont donc poussés d'un poste vers un autre en suivant le cycle de production.

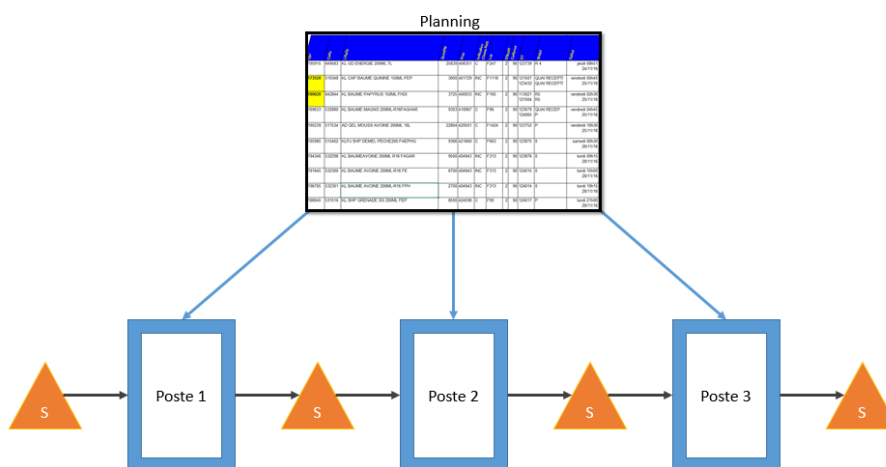


Figure 9 - Illustration d'un atelier en flux poussé

Sur le schéma ci-dessus, l'opérateur au poste 1 (« workcell 1 ») réalise ses activités de production du jour en fonction d'un planning qui lui a été transmis. Ainsi, une fois les tâches réalisées, il pousse sa production vers le poste 2. Le poste 2 fait de même avec le poste 3. On voit donc sur ce principe de fonctionnement que chaque poste de travail, effectue ses tâches en aveugle par rapport au poste en aval. On peut donc comprendre qu'il ne prend pas en compte le rythme auquel il travaille, ni de ses besoins. Ainsi, si le poste 1 travaille plus vite, les produits qu'il fabrique vont s'accumuler devant le poste 2. Cette unité de production fonctionnant en flux poussé, est guidée par des objectifs généraux tels qu'un nombre d'unités à produire à une certaine date.

Dans la plupart des cas, les plans de production (planning) sont basés sur des prévisions de ventes et alimentée dans un ERP (système d'information d'entreprise). Cet ERP va alors calculer les ressources nécessaires en matières et réaliser un plan de production afin de délivrer les unités, dans le temps imparti.

Ainsi, la notion de productivité a dominé les questions industrielles jusque dans les années 70 où la demande était croissante et soutenue. La productivité a donc progressé de manière flagrante au cours du 20^{ème} siècle en même temps que la demande s'est stabilisée dans le dernier tiers. Avec cette stabilisation de la demande, est arrivée une augmentation de l'offre de produits. Les usines productives des années 70 ne sont donc plus en adéquation avec les contraintes actuelles du marché, où la réactivité et la diversité de produits sont les maîtres mots.

III.2. Flux tiré

Le système tiré est différent du système poussé dans le sens où l'information qui déclenche la production vient du poste en aval dans le processus de production ; et non d'un plan de production basé sur des prévisions.

Le signal est l'information qui déclenche l'action suivante : il provient typiquement du poste en aval. Dans le système poussé, l'information vient en amont du lancement de la production, généralement d'un processus de planification de la production. C'est la principale différence dans le fonctionnement de ces deux systèmes.

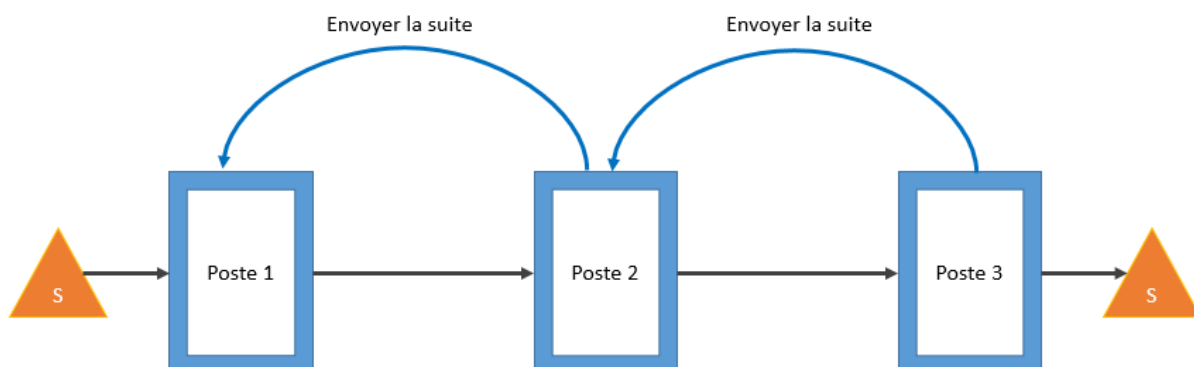


Figure 10 - Illustration d'un atelier en flux tiré

Idéalement, c'est le client, l'acteur le plus en aval du processus, qui déclenche le signal. Ce signal remonte aussi loin dans le processus que la Supply Chain peut le supporter.

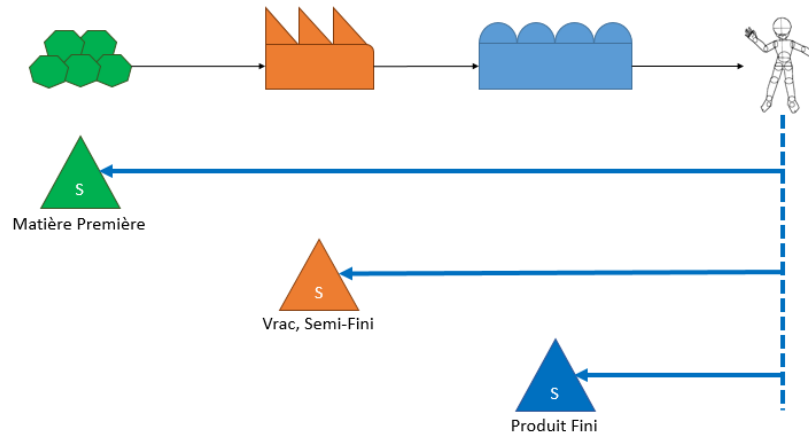


Figure 11 - Illustration des différents points de commande client

Le système tiré peut être utilisé pour la logistique interne, comme pour la logistique externe. Un système tiré est considéré « vrai » lorsque le premier signal déclencheur part du client. Bien sûr, selon où le flux tiré est mis en place (interne ou externe en amont ou en aval) cela n'affectera pas les mêmes stocks.

La plupart du temps, un flux tiré est assimilé à un Kanban, on utilise l'un pour faire référence à l'autre. Cependant, dans ce document, le flux tiré fera référence à la gestion des flux et le Kanban sera, en revanche, un outil pour parvenir à un système tiré. Nous décrivons le principe du Kanban plus tard dans ce document.

Actuellement, dans un contexte industriel très compétitif, le système tiré a le vent en poupe car il est très adapté à la volonté de flexibilité et de délai de livraison le plus court. C'est aussi un moyen efficace de diminuer les stocks car les stocks sont synonymes d'argent qui dort. Ainsi, les avantages des flux tirés sont les suivants :

- Moins de fonds mobilisés : Diminution du BFR
- Moins de manutention
- Moins d'accidents liés à la manutention
- Moins d'espace requis
- Baisse du stock dormant
- Diminution du délai de mise à disposition
- Augmentation de la visibilité des problèmes de qualité

Mettre en place un flux tiré est directement lié au concept de « Juste à Temps ». Le juste à temps est une partie de la philosophie du Lean Manufacturing. On trouve dans l'ouvrage « Lean for dummies » la définition suivante :

« Le Lean a pour vocation à orienter Les Hommes et Les systèmes dans un flux continu de valeur pour le consommateur, et éliminer les déchets et déficiences dans Le processus »

D'un point de vue industriel, le juste à temps et le processus qui fabrique la bonne quantité de produits au bon moment. Le management des flux tirés est donc un des outils utilisé pour mettre en œuvre le lean manufacturing.

Pour produire en juste à temps, il faut déjà définir où se situe le point de commande dans l'entreprise et analyser ensuite sa pertinence. Nous allons donc définir le point de commande dans la partie suivante.

“Pull systems do not plan, they react”

Using visible pull system to drive process improvement”, Wayne K. Smith, John Wiley & Sons, Inc (1998)

III.3. Flux mixte type DDMRP

C'est une nouvelle méthode de gestion des flux qui combine les deux types gestion des flux, citées précédemment. Elle consiste essentiellement dans la mise en place de « buffers », stocks tampons, identifiés et dimensionnés à des endroits stratégiques, afin de permettre de servir d'amortisseurs dans la chaîne logistique.

DDMRP ou Demand Driven Material Requirement Planning est une méthode de planification et d'exécution permettant un pilotage de la Supply Chain end to end. Elle se focalise sur le flux afin de le protéger de la variabilité tout en le synchronisant avec le marché. DDMRP repose sur un flux tiré par la demande ; si le marché n'est pas prêt à acheter ce que vous avez dans votre flux, vous ne ferez que gaspiller des ressources et produire du stock.

C'est une méthode qui se déploie en 5 grandes étapes :

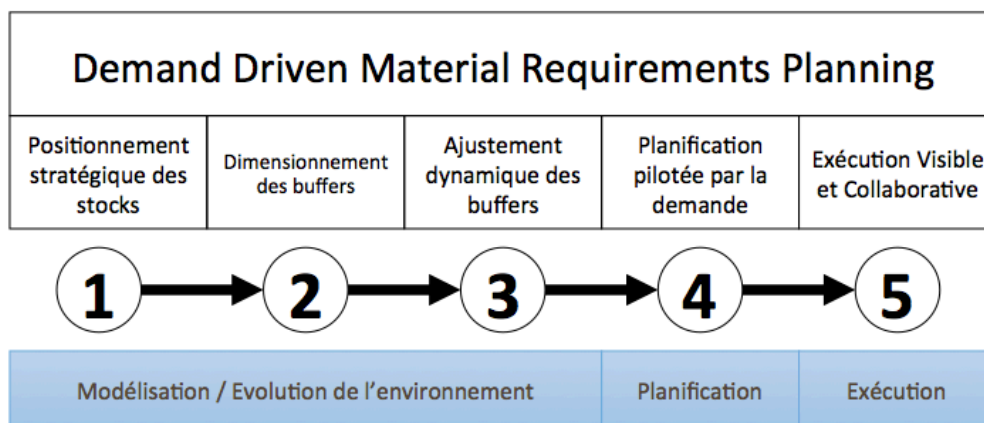


Figure 12 - Les 5 grandes étapes du déploiement d'un DDMRP

La logique de replanification du système DDMRP est issu de la gestion des flux tirés, avec l'ajout de prévisions minimalistes basés sur une moyenne mobile d'un horizon à définir en fonction des saisonnalités afin de dimensionner les stocks tampons de manière dynamique.

C'est une méthode de gestion qui est donc dimensionnée pour les chaînes logistiques étendues et complexes et qui est une méthode macroscopique (*un stock tampon, une usine, un stock tampon etc.*). Cette méthode a un intérêt à être combiné à des méthodes de gestion en flux tirés de type Kanban, (que nous détaillerons plus tard) qui apportent un bénéfice à l'échelle d'une usine.

III.4. Point de commande client

Un client qui passe une commande s'attend à être livré dans un certain délai. L'objectif de la gestion des flux est de définir quel système utiliser pour livrer le client dans les délais.

Ce que le client veut est défini lorsqu'il signe le contrat ou le bon de commande. Ce délai est, en principe, défini par le marché et la concurrence (souvent un argument de vente).

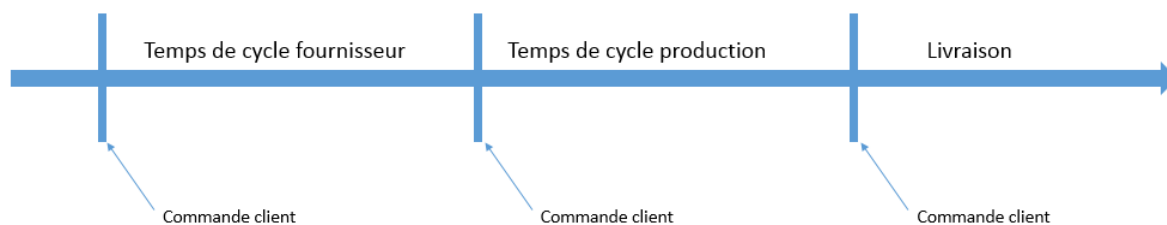


Figure 13 - Illustration des différents points de commande dans La chaîne Logistique

Il y a trois configurations possibles, cela dépend du délai de mise à disposition du produit au client (Lead Time). Ce délai comprend l'intégralité du processus de la commande aux fournisseurs jusqu'à la livraison au client. Ces trois configurations sont les suivantes « **Make to Stock** », « **Make to Order** », « **Assembly to Order** » que nous allons définir dans les parties suivantes.

III.4.1. Make To Stock (Fabriquer Sur Stock)

L'entreprise prévoit ses ventes et fabrique le stock de produits nécessaires pour satisfaire la demande des clients dans le temps requis pour satisfaire les délais attendus par les clients. Cette stratégie est adoptée lorsque le Lead Time est largement supérieur au délai de livraison du client. Ce mode de fonctionnement correspond à une logique de flux poussé, dans le sens où l'entreprise doit anticiper la commande client. Dans ce cas, le délai de livraison client (défini par le marché) est très inférieur au cycle complet de l'entreprise (défini par les fournisseurs et l'entreprise) qui fabriquera sur la base de prévision de ventes en constituant un stock de produits finis.

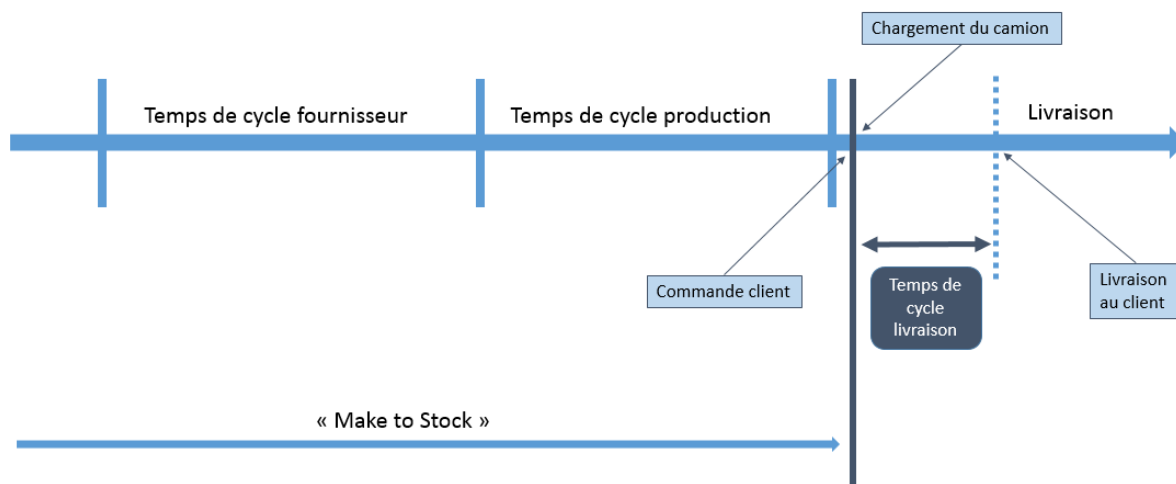


Figure 14 - Illustration de La chaîne Logistique organisé en Make To Stock

III.4.2. Make To Order (Fabriquer Sur Commande)

Cette stratégie consiste à commander les matières premières nécessaires lorsque le client a passé commande pour ensuite démarrer la production.

Dans ce cas, l'entreprise possède un cycle complet inférieur au délai de livraison client. C'est un cas de flux tiré parfait où le client tire la production. Cela ne correspond malheureusement pas à de nombreuses entreprises de production de masse. On pourra la retrouver sur des entreprises façonnères et sous-traitantes, mais aussi toutes celles qui vont travailler sur mesure (*ex. artisanat*).

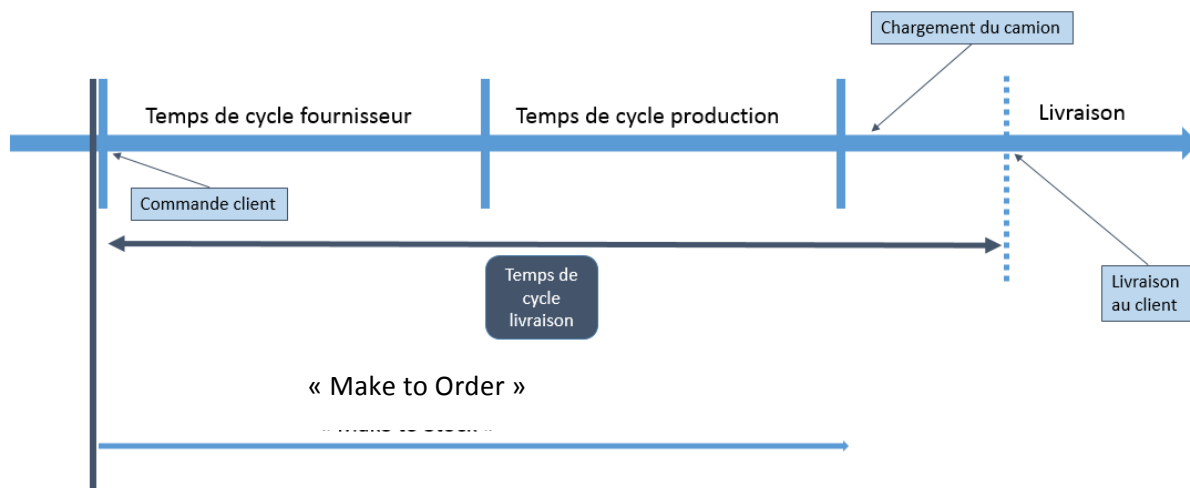


Figure 15 - Illustration de La chaîne Logistique organisé en Make To Order

III.4.3. Assembly To Order (Assembler sur Commande)

L'entreprise fait un mélange des deux solutions présentées précédemment. Dans cette stratégie, le client passe commande au milieu de la production. Lorsque le marché impose un délai de mise à disposition plus court auquel l'entreprise peut répondre (par rapport à Make to Order). L'entreprise va donc produire des stocks de produits semi-finis sur des prévisions de vente et va ensuite assembler les produits semi-finis lorsque le client passera commande.

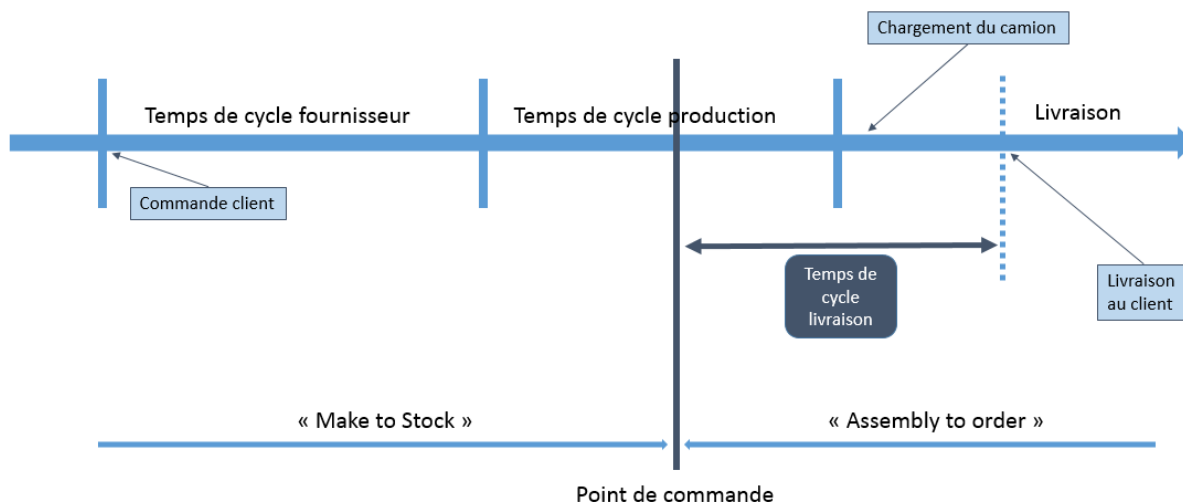


Figure 16 - Illustration de La chaîne Logistique organisé en Assembly To Order

Avec ce système, le flux est poussé dans un premier temps (production sur prévision de vente) et on opère un assemblage final sur commande. Cette solution permettra une customisation client à la commande. L'assemblage sur ordre permet donc de gérer de grandes quantités de produits avec une production de masse tout en garantissant un stock de produits finis minimum.

On le retrouve dans l'industrie automobile aujourd'hui avec les accessoires et personnalisations diverses. La voiture est la même pour tout le monde, et elle sera personnalisée à la commande du client. Ce mode de production est possible, notamment avec une méthode qui consiste à réaliser la différenciation retardée sur la production. Si l'on utilise un exemple simple et très actuel, dans l'industrie automobile, la différenciation retardée est très utilisée notamment pour la personnalisation. Ainsi, le moment où le client va commander son véhicule, les châssis sont déjà en stocks et les pièces mécaniques également, tout le processus d'assemblage final va être enclenché lors de la commande client. De la sorte que, le client va transmettre ses choix en matière de couleur, de motorisation et d'accessoires, et c'est à ce moment que la production va reprendre. On appelle ce moment le « Point de découplage ». Nous allons rentrer plus en détails sur la notion de différenciation retardée dans l'industrie pharmaceutique.

III.5. La différenciation retardée dans l'industrie pharmaceutique

La différenciation retardée dans l'industrie pharmaceutique, consiste à fabriquer un produit commun à tous les marchés (ou le plus possible) et aller le plus loin possible dans le processus de production sans aucune différenciation. Nous l'avons vu précédemment dans le premier chapitre, cette méthode est particulièrement intéressante dans le secteur pharmaceutique du fait de la réglementation spécifique à chaque pays/région du monde, de par la lutte contre la contrebande, pour des contraintes de marché (différenciation par rapport à la concurrence) mais aussi pour des contraintes liées à l'état de l'art (un produit le plus spécifique possible à chaque patient).

Ainsi, toutes ces contraintes ont conduit l'industrie pharmaceutique à multiplier le nombre de références-produits sur chacun de leurs catalogues, ce qui les a conduit à de grandes difficultés pour gérer leurs stocks, leurs prévisions de ventes mais aussi leur réactivité face à un marché volatile.

Cela fait plus d'une décennie que le secteur est conscient de ce problème et travaille sur cette solution de différenciation retardée. Un article publié en 2006 par Pharmaceutical Engineering⁹ retranscrit les résultats d'une étude menée auprès d'un certain nombre d'industriels.

IV. Systèmes d'approvisionnement bord de ligne

IV.1. Présentation

L'approvisionnement bord de ligne est le terme utilisé pour qualifier les systèmes qui s'occupent de délivrer le matériel nécessaire pour la production et l'atelier. Ce que l'on appelle « bord de ligne », c'est la zone de stockage où le matériel nécessaire sera livré pour une ligne de production et que celle-ci va consommer pour fabriquer un produit.

Il s'agit essentiellement de logistique interne, et l'entreprise a donc une parfaite maîtrise des processus d'approvisionnement des matières sur les lignes de conditionnement et qui serviront à la fabrication des produits finis.

⁹ A holistic analysis of Pharmaceutical Manufacturing and Distribution, Pharmaceutical Engineering



Figure 17 - Illustration de L'approvisionnement bord de ligne en interne

Cependant, avec les récentes évolutions dans la Supply Chain, cette tâche tend à être de plus en plus externalisée, comme l'on peut le constater dans l'industrie automobile (qui est à la pointe sur le sujet) où l'approvisionnement en bord de ligne est confié aux fournisseurs qui viennent directement livrer le client sur les lignes de conditionnement lorsque le client le désire.

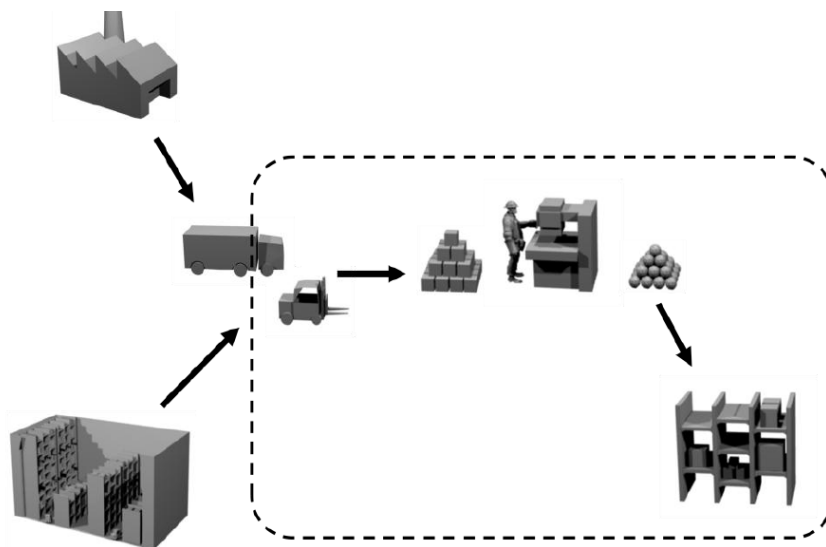


Figure 18 - Illustration de L'approvisionnement bord de ligne en externe

Ainsi, il y a de nombreuses manières pour alimenter les postes de production. Ces solutions peuvent aller du « voici un stock complet, prend ce dont tu as besoin » à « voici ce que tu veux quand tu le demandes » et sont dépendantes des besoins et des contraintes de chaque entreprise.

L'objectif de la ligne de production est de transformer et assembler des matières (premières ou intermédiaires) en produit fini. Pour obtenir un produit fini, ces matières devront être livrées sur ce que l'on appelle le « bord de ligne ».

Stocks avancés

L'approvisionnement bord de ligne crée des stocks à proximité des lignes de production (que l'on appellera « stocks avancés ») qui correspondent au besoin immédiat de la production. Ces stocks avancés sont une partie du stock principal (magasin). Ils ont simplement été déplacés sans ajouter de valeur au produit.

La raison de leur existence est d'éviter d'avoir l'intégralité du magasin. Ces stocks couvriront alors une période définie dans le temps et cette période dépendra alors de nombreux paramètres spécifiques à chaque entreprise.

Systemes de gestion de l'approvisionnement

Il existe de nombreux systemes de management d'alimentation des lignes de production. Il existe deux categories différentes qui sont les systemes de gestion en flux poussé et en flux tiré, dont nous avons défini le concept précédemment.

IV.2. Systemes d'approvisionnements en flux poussé

Un systeme en flux poussé fonctionne de telle sorte que le signal qui va déclencher une production, est donné par un ordre de production, qui va alimenter un systeme de calcul des besoins (CBN) et un planning de production. Ce plan de production va alors conditionner le déclenchement de la production.

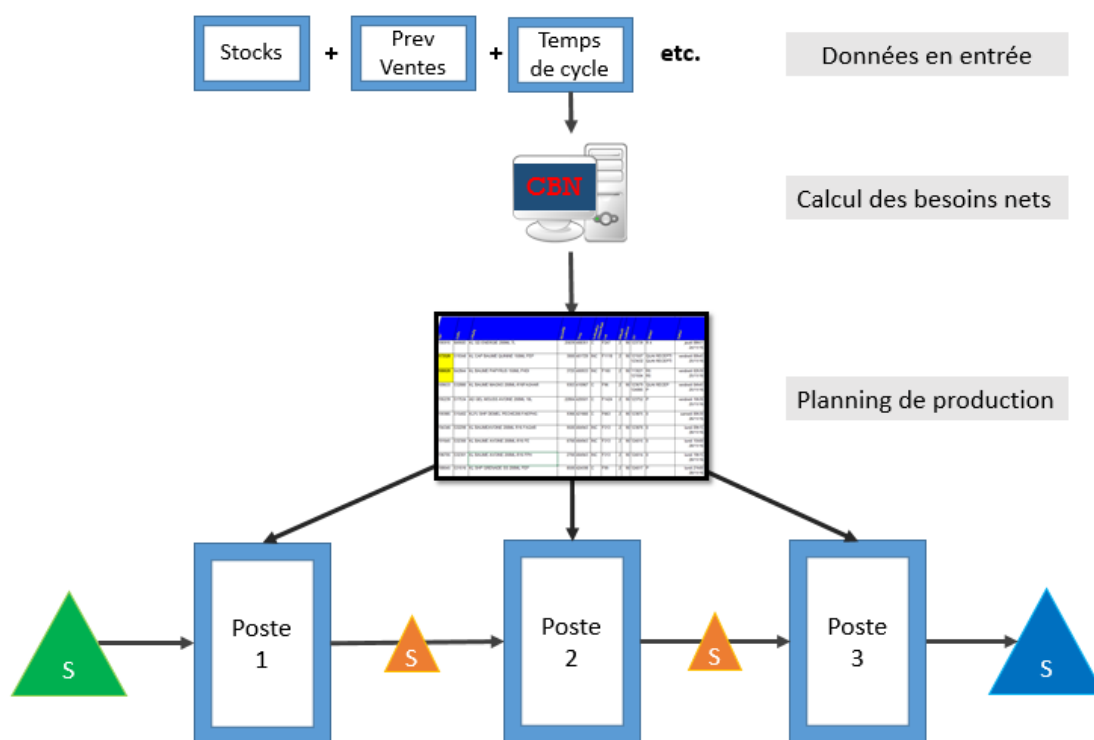


Figure 19 - Mode de fonctionnement d'un ERP type SAP

Supply to Work Order (Approvisionner à l'ordre de production)

Après calcul, le systeme dira quand, où et combien livrer à un moment donné. Ce systeme a le défaut majeur de ne pas être capable de s'adapter aux aléas de production et notamment les changements de dernière minute.

Ci-dessous sont présentés quelques problèmes que l'on peut avoir à surmonter avec un systeme en flux poussé :

- **Changement provenant du client**
 - Date de livraison
 - Quantité

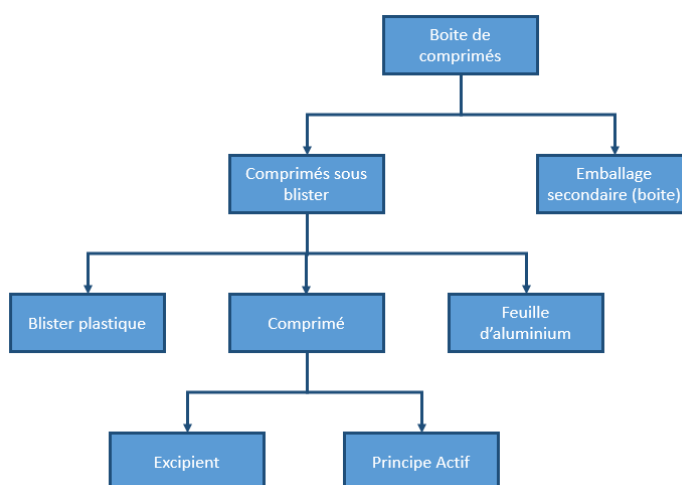
- **Problèmes provenant du fournisseur**
 - Quantité
 - Qualité
 - Retard de livraison
- **Bases de données inadaptées qui peuvent rendre les plans de production invalides**
 - Problèmes de maintenance dans les données
 - Quantités mal renseignées
 - Changement de la liste des matières premières etc.
- **Problèmes de production**
 - Absentéisme
 - Problèmes de productivité
 - Pannes machines
 - Problèmes qualité
 - Manque de communication entre les postes

À partir du programme et du plan de production, le système d'information saura donc exactement la consommation de matières pour chacune des lignes à chaque instant. C'est la manière de fonctionner la plus commune dans le monde industriel et plus encore pour l'approvisionnement en bord de ligne.

Par exemple, pour la fabrication et le conditionnement d'une boîte de comprimés, voici la nomenclature remontant jusqu'aux matières premières qui seront nécessaires :

On peut imaginer que les cases « Comprimé », « Comprimé sous blister » et « Emballage secondaire » seront les postes d'assemblage. Le système d'information (SI) a évalué leurs besoins sur la base d'un plan de production. Ainsi, chaque poste a un plan de production sans tenir compte des avances-retards du poste en aval.

Ainsi, si le poste « Comprimé sous blister » à une production sans aléas et que le poste « Boîte de comprimé », en aval, subit une rupture d'approvisionnement du composant « Emballage secondaire », le poste « Boîte de comprimés » aura alors des retards et les composants le poste en amont « Comprimés sous blister » vont s'accumuler inutilement : la production sera alors encombrée de produits intermédiaires par faute de communication.



Le principal avantage de ce système est que l'on sera capable de connaître, bien en amont, la charge de travail car le système le planifie. Ainsi, si l'on a besoin d'un produit à une heure H, et que ce produit met 2 heures à être acheminé, alors l'heure planifiée du transfert sera l'heure H diminuée de 2h (ou plus si l'on veut une sécurité).

Lorsque le planning détermine « quand, où et combien »,
c'est un système poussé

IV.3. Systèmes d'approvisionnement en flux tiré

IV.3.1. Approvisionnement à la demande

Ce système ressemble beaucoup à l'approvisionnement par ordres de production, décrit dans la partie précédente : à la différence que c'est l'opérateur qui va directement déclencher la demande de livraison lorsqu'il aura besoin de démarrer une production. C'est un système très simple et efficace pour tirer un flux mais dont la principale contrainte est que l'opérateur doit attendre la livraison des pièces pour démarrer sa tâche.

Page | 34

La famille des systèmes Kanban, que je vais vous présenter ci-dessous, est issue de ce principe en formalisant, en automatisant et en anticipant l'information.

IV.3.2. Point de commande

Je n'ai pas mis la gestion par point de commande dans le système Kanban. Bien qu'il soit un système par flux tiré, il fait partie d'une catégorie à part. La gestion par point de commande est très adaptée à la gestion de consommables dont la consommation est régulière. Ainsi, la commande est planifiée lorsque le niveau bas sera atteint.

Sa gestion réside simplement dans la définition d'un niveau de stock minimal qui va déclencher le lancement d'une nouvelle production (ou commande). Ce niveau de stock est calculé en fonction de la taille de lot minimale de commande du produit, son délai d'approvisionnement et sa consommation (par ex. en pièces par jour).

Prenons pour notre exemple des boulons dont la consommation est de 5 boîtes de 500 par jour. La taille de commande minimale au magasin fournisseur est 50 boîtes et le délai d'approvisionnement est de 48h.

Nous prendrons, par sécurité, 2 fois le délai de réapprovisionnement, soit 96h. En 96h, 15 boîtes de 500 boulons seront consommées. 15 boîtes sera donc le point de commande. Et nous commanderons 50 boîtes (taille minimale de commande) lorsqu'il en restera 15.

Pour mettre en place ce système, il suffira de réserver une place définie. Par exemple, sur une armoire pour les boîtes : l'emplacement des 15 boîtes avec un repère (ex. Couleur rouge) et un emplacement pour le reste des boîtes (prévoir 50 emplacements) avec un autre repère (ex. Couleur verte). La consigne sera de prélever les boîtes dans la verte en premier et de lancer une nouvelle commande lorsque l'on commencera à prélever des boîtes dans la zone rouge (niveau de stock bas).

IV.3.3. La famille KANBAN

Kanban est un terme japonais qui signifie « étiquette ». C'est un concept associé au « Juste à temps » et au « Lean Manufacturing ». Il a été créé par le père du Toyota Production System, Taiichi Ohno dans les années 70, et a été introduit en premier dans l'industrie automobile.

Le principe du système Kanban est de produire en fonction des besoins du poste aval dans la chaîne de production, pour ne livrer que la quantité dont il a besoin, quand il en a besoin ; jamais en avance, jamais en retard.

Dans la littérature, le Kanban est associé au flux tiré. Il est tellement associé au flux tiré qu'il en devient un parfait synonyme (*Kanban = Flux tiré*). En réalité, le Kanban est le principal outil pour mettre en place un flux tiré.

Dans la réalité, le Kanban est un signal qui indique au poste amont que le poste aval a besoin de matière pour continuer à travailler. Ce signal doit être émis au bon moment, c'est-à-dire avec un stock minimum sur ligne mais en évitant d'être à cours de matières ou d'articles.

Ainsi, la première mission du système Kanban n'est pas de diminuer les stocks, mais de simplifier la planification de l'approvisionnement, pour permettre d'augmenter la flexibilité d'une chaîne de production pour en augmenter la diversité de produits.

Ceci indique également que le système d'information n'a pas forcément besoin d'implémenter le système Kanban pour fonctionner en flux tiré. On peut cependant remplacer un système de transmission de l'information physique (ex. cartes) par un système informatique (Kanban électronique).

Gestion du signal

Il y a diverses manières de déclencher un signal entre deux postes. Vous trouverez, ci-dessous, une liste non exhaustive des moyens utilisés :

Des plateaux vides, des containers vides, des fax, des cartes, des e-mails, un appel téléphonique, un signal lumineux, des emplacements au sol, des bacs, des remorques ...

Le choix du signal Kanban dépend du volume de produits fabriqués, de la distance à parcourir et du temps accordé pour délivrer le signal (flux physique versus flux électrique ou électronique).

La sophistication du signal n'est pas essentielle tant que le système suit les règles suivantes que je vais vous décrire par la suite.

IV.3.3.1. Règles de base

Production et Management

1. Un seul Kanban peut être utilisé pour un container, d'une seule référence

Pour une référence donnée, il ne peut y avoir qu'un seul type de carte Kanban qui indique le type de produit et la taille du lot. Ce n'est pas une règle absolue mais cela est nécessaire pour garder une cohérence pour la gestion des stocks.

2. Aucune production n'est autorisée sans Kanban

Aucune avance sur la production n'est autorisée.

3. La priorité de la production est donnée au Kanban qui a le niveau le plus bas

En fonction des types de Kanban mis en place, il est possible de moduler le nombre de cartes dans le système (et donc la taille du stock) afin d'améliorer la flexibilité et la résistance aux aléas.

Ajustement en fonction de la consommation

1. Les pièces défectueuses doivent être identifiées

Afin d'éviter les pièces défectueuses dans le système. Toute pièce qui a été rejetée au contrôle doit être identifiée correctement. Ceci implique également que l'on doit être capable de remplacer toute pièce défectueuse pour corriger les défauts en cours de production.

2. L'ajustement doit pouvoir être suivi

La quantité de matière et le déclenchement du signal doit pouvoir être ajustée à tout moment.

3. Toutes les nomenclatures doivent être mises à jour

Les nomenclatures de chaque produit doivent être mises à jour de manière très précise afin de pouvoir répondre au besoin de la production. Une erreur dans la nomenclature affectera les stocks de produits. Si la nomenclature est à jour, le Kanban doit l'être aussi.

Inconvénients

Malgré sa popularité, le Kanban a tout de même des inconvénients qui font qu'il ne convient pas à toutes les situations. Ci-dessous, sont présentés les principaux inconvénients d'un système Kanban qui seront plus ou moins contraignants selon l'environnement dans lequel il sera implanté :

- *Peu flexible (les tailles de lot sont fixes ; hormis pour les systèmes à quantités variables)*
- *Peut provoquer des ruptures (ceci doit être vu comme une opportunité pour régler les problèmes)*
- *Très stable (ne réagit pas bien dans un environnement imprévisible)*
- *Gère mal les nombreuses références (1 Kanban = 1 référence)*

La consommation des Kanbans doit être relativement stable, et le délai de réapprovisionnement doit être inférieur au délai de consommation. Ceci, afin de pouvoir réapprovisionner le poste aval avant que celui-ci ne le consomme.

Situation idéale

Nous avons donc décrit, ci-dessus, les inconvénients des Kanbans, ainsi nous allons définir l'environnement « idéal » d'implantation de ce système.

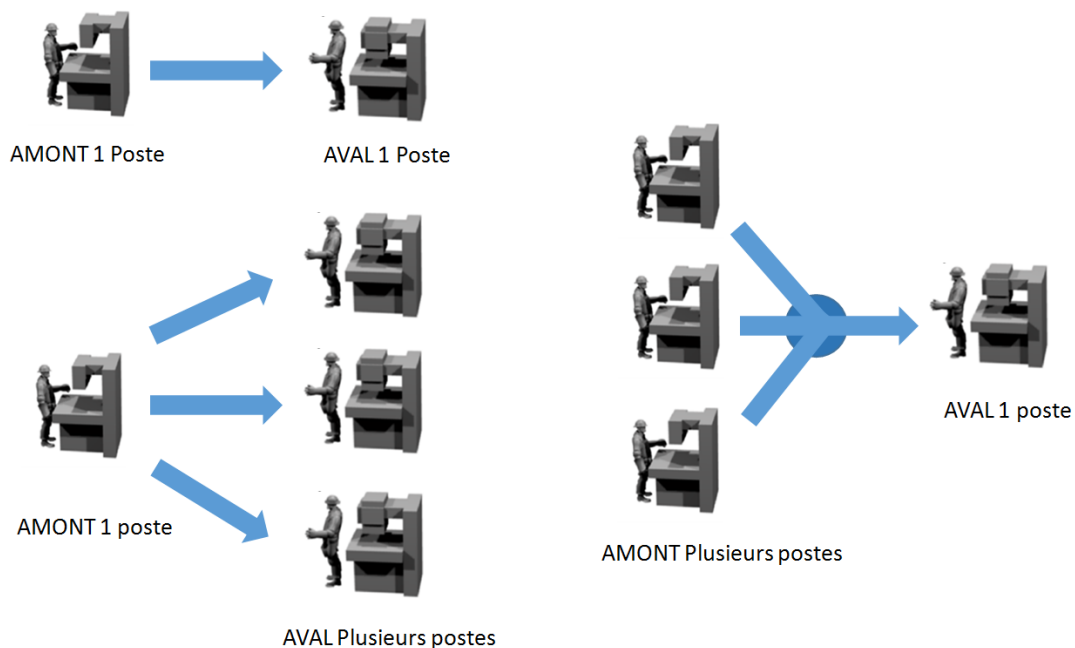
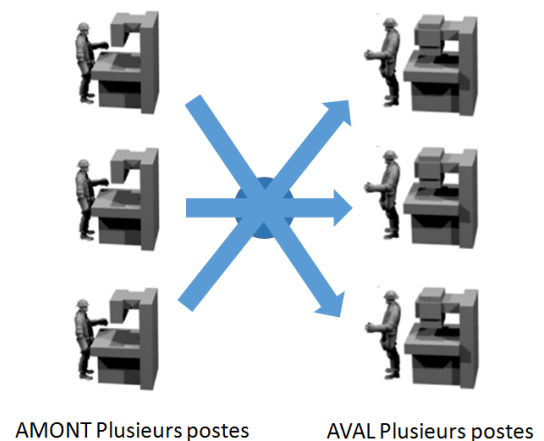


Figure 20 - Illustration des différentes configurations de poste amont - aval

Pour implanter un système tel que celui-ci, il faut donc prendre en compte la variabilité de produits à fabriquer, la stabilité et le nombre de sources différentes pour la même référence.

Le Kanban est un système parfaitement adapté pour les productions stables, de grande série et avec une faible variété de produits. Ainsi, la fabrication de prototypes, d'un produit unique ou de petites séries sont mal adaptés au Kanban.



IV.3.3.2. Prérequis

Dans cette partie, nous verrons donc les prérequis au développement et à la mise en place d'un système Kanban dans un environnement industriel.

Les différents Kanbans

Aujourd'hui, il existe un nombre important de types différents de Kanbans. On trouve aujourd'hui, dans la littérature 8 types de Kanbans. Certains sont assez éloignés du Kanban originel développé par Toyota mais nous restons dans l'idée que les flux tirés sont le parfait corollaire du Kanban.

Page | 37

De plus, il existe presque autant de types de Kanban que de Kanban implantés dans les entreprises ; et chaque entreprise voulant implanter un Kanban fera face à des contraintes métiers mais aussi de son environnement (informatique, qualité) qui lui est propre, qui feront qu'elle devra adapter un modèle choisi et en développer une version inédite.

Ensuite, la popularité toujours grandissante du Kanban fait qu'il sort aujourd'hui de son contexte industriel initial pour venir s'implanter dans le développement de logiciel, par exemple. Mais, je ne développerai pas dans ce mémoire, les Kanbans en dehors de leur contexte purement industriel.

Types de signaux

Nous pouvons rencontrer deux types de signaux différents : le signal de prélèvement et le signal de production.

Le signal de prélèvement est le signal qui va déclencher le mouvement des produits/matières préparés par le poste amont et à destination du poste aval. Ce que l'on appelle poste, est un terme très générique qui peut signifier un stock avancé, une cellule de production ou un magasin de stockage. Le signal de prélèvement peut être, par exemple :

- *Un emplacement vide, un bac vide → signalant que j'ai consommé des matières/articles*
- *ou des palettes empilées, un stock de produit fini → signalant que j'ai fabriqué des produits*

Le signal de production est le Kanban classique. Il est le Kanban qui va autoriser la cellule de production à commencer une nouvelle tâche. Cette carte contient un certain nombre d'informations comme la taille de lot, le type de produit, le numéro de la carte (s'il y en a plusieurs), le temps de production cible, le lieu de dépôt ou tout autre information importante (démarrer, produire et livrer) pour l'opérateur afin d'effectuer sa tâche.

Le nombre de cartes

Il peut y avoir autant de cartes que le système peut en supporter. Le nombre de cartes dans le système est directement connecté à la taille du stock en cours de production. Ainsi, diminuer le nombre de cartes va augmenter la tension du système et diminuer les stocks. À l'inverse, augmenter le nombre de cartes va permettre de diminuer la tension dans le système et lui laisser plus de souplesse. En revanche, les stocks vont mécaniquement augmenter.

Le nombre de cartes sert donc à réguler les fluctuations de la production en aval. Ce qui signifie que plus les fluctuations sont importantes, plus il sera nécessaire d'augmenter les stocks et donc le nombre de cartes.

Il est important de comprendre que le nombre de cartes Kanban nécessaires dans le système n'est pas basé sur la production moyenne, mais lorsque la production passe du mini au maxi ; ce que l'on appellera le cas « dimensionnant ».

V. Les différents types de Kanban

V.1. Kanban « Une carte »

Ce Kanban n'a qu'un seul signal. Le signal est utilisé autant pour la production que le mouvement. Le système fonctionne de la manière suivante ; lorsque le poste amont reçoit le signal (carte de production) il déclenche la fabrication d'un lot et contient les informations nécessaires à la production (type de produit, quantité, destination). Il n'y a donc pas de carte de prélèvement, dès que la production est terminée, le lot est transféré au poste aval, accompagné de la carte.

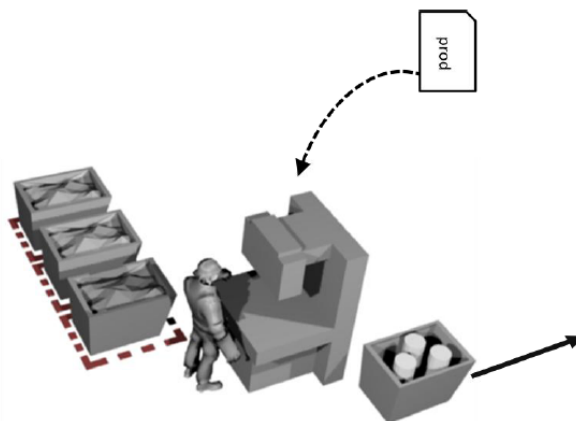


Figure 21 - Le Kanban déclenche la production

On peut trouver, un système du même type avec une carte de prélèvement, dans ce cas, la seule différence sera que le stock se trouve en aval du poste de travail. La carte déclenchera donc un prélèvement et non une production.

V.2. Double Bac

Le Kanban double bac est un cas particulier du « Kanban une carte ». Dans ce cas de figure, c'est le bac de produits consommés, renvoyé vide, au poste amont qui sera le signal déclencheur de la production. On l'appelle « double bac » car son principe de fonctionnement veut que lorsque l'on consomme un bac, il y ait toujours un bac plein derrière. Ainsi, lorsque l'on a terminé de consommer le premier bac, on peut renvoyer le signal (ici le bac vide) au poste amont pour déclencher une nouvelle production et, ensuite, entamer le bac suivant.

Ici, on va donc dimensionner la taille du bac de sorte que le délai de réapprovisionnement maximum soit plus court que le délai de consommation maximum (également le cas dimensionnant).



Figure 22 - Un rack double bac, utilisé pour des pièces standards

V.3. Kanban accumulateur

Ce Kanban marche exactement sur le même principe que le « Kanban une carte » à l'exception que le prélèvement d'un produit (donc une carte) dans le stock de produit fini du poste en amont, ne va pas forcément déclencher une nouvelle production.

Cette carte va être mise sur un tableau qui va accumuler les cartes. Ainsi, à partir d'un certain seuil de cartes, fixé lors de la mise en place, l'opérateur pourra déclencher une production. Cela permet, par exemple, dans le cas de temps de changement de lots longs, pour passer d'une référence à une autre, d'optimiser les temps de production et augmenter les tailles de lots.

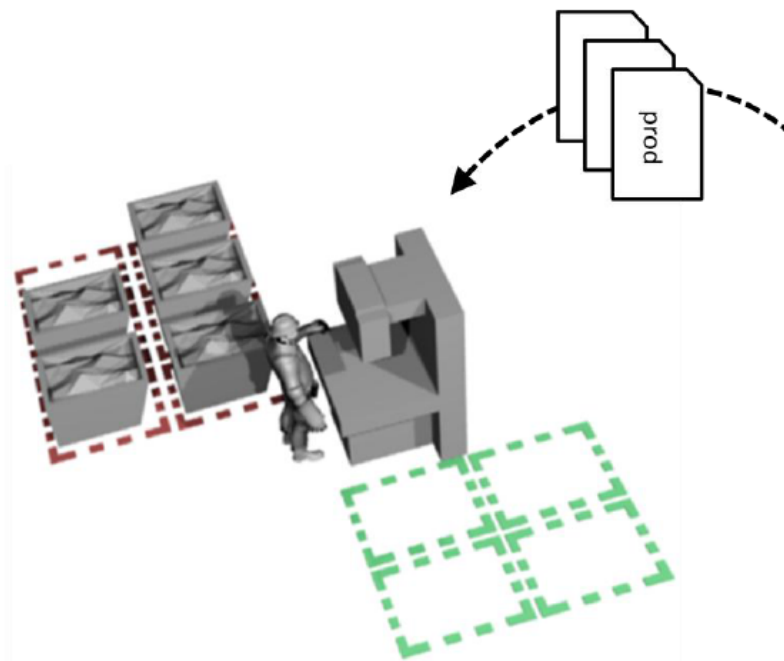
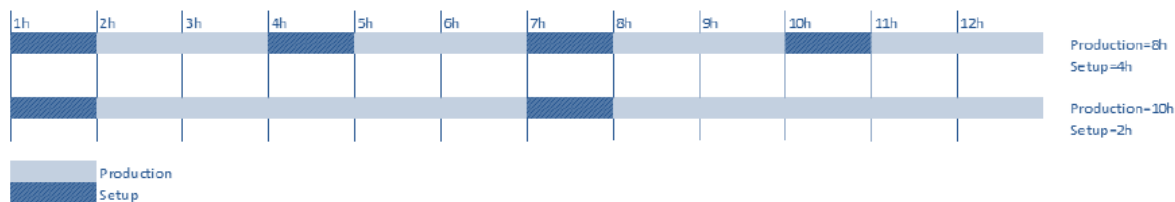


Figure 23 - L'opérateur attend que 4 cartes soient revenue pour démarrer la production

Ainsi, on peut constater sur le schéma, en page suivante que cette méthode permet des gains sur le temps de production important.

En revanche, cela amplifie la nécessité d'avoir une demande stable du poste aval. En effet, les temps de production d'une référence vont mécaniquement augmenter avec la taille de lot.



On constate que l'augmentation de la taille de lot sur la deuxième ligne permet de gagner 2h de temps de production, en passant de 8h à 10h. Cependant, cette méthode doit être utilisée lorsque des efforts ont déjà été réalisés sur les temps de changement de lot (temps de réglages), car l'augmentation des tailles de lots va à l'encontre des principes du Lean qui préconise des tailles de lots réduites, afin d'augmenter la flexibilité et diminuer par la même les délais de fabrication de produits finis.

V.4. Kanban « Deux cartes »

Cette méthode a été mise en place pour augmenter la flexibilité du système Kanban.

Ce système va alors utiliser une carte de prélèvement et une carte de production. C'est-à-dire qu'au lieu qu'un emplacement vide déclenche une production, c'est une carte qui va être émise lors du prélèvement dans le stock qui va être le signal de déclenchement de la production.

On va plutôt utiliser ce Kanban lorsqu'un dépôt de stockage est mis en place entre deux processus. La carte de prélèvement va ordonner un prélèvement dans le stock, pour approvisionner le poste aval, ainsi, la carte de prélèvement sera rattachée au produit prélevé. En parallèle au prélèvement, la carte de production sera émise au poste amont afin de le prévenir que le produit a été prélevé dans le stock et donc ordonner un nouveau lancement.

À ce système à deux cartes, il est bien sûr possible d'y ajouter d'autres systèmes présentés précédemment, comme par exemple, un accumulateur afin de rationaliser les lancements de production et augmenter les tailles de lot, si cela est bénéfique. L'illustration ci-dessous présente cette possibilité.

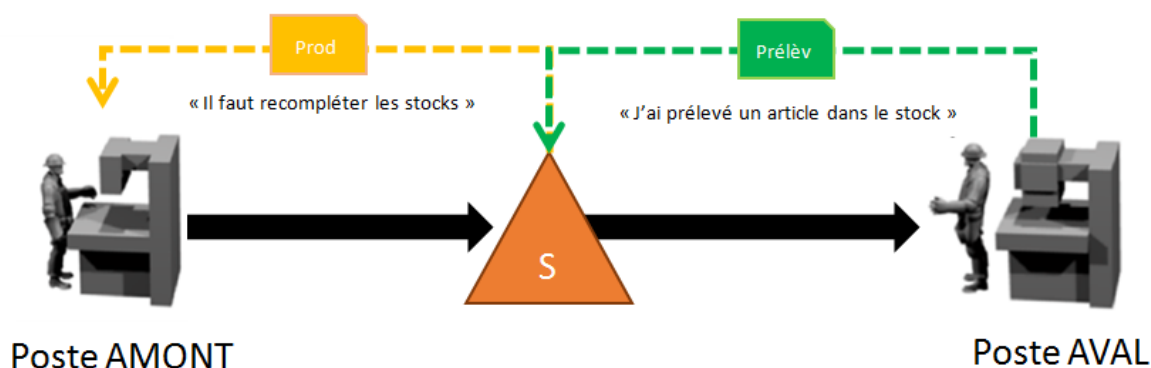


Figure 24 - Illustration d'un flux tiré à deux cartes

V.5. Le ConWIP

Le **ConWIP**, pour **Constant Work In Progress**, en français « Encours Constant ». Ce terme signifie que l'on va limiter le nombre d'encours total d'une chaîne de production sans contrôle des encours entre chaque poste.

C'est une variante du Kanban qui est beaucoup plus flexible et adaptée à une grande diversité de produits. Le principe de ce Kanban est que lorsqu'une pièce sort de la chaîne de production (dernier poste), une nouvelle pièce entre sur la chaîne de production (premier poste).

Page | 41

Ainsi, tout en amont de la production, seront planifiés, les différents ordres de production classés par ordre de passage. Une carte n'est pas liée à un type de produit particulier, mais correspond simplement au premier ordre de production de la liste que l'on appelle « Work Backlog ».

Ce processus va aider un atelier complet à maintenir un encours de production constant à un niveau minimum, tout en laissant les encours entre chaque poste évoluer de leur propre gré.

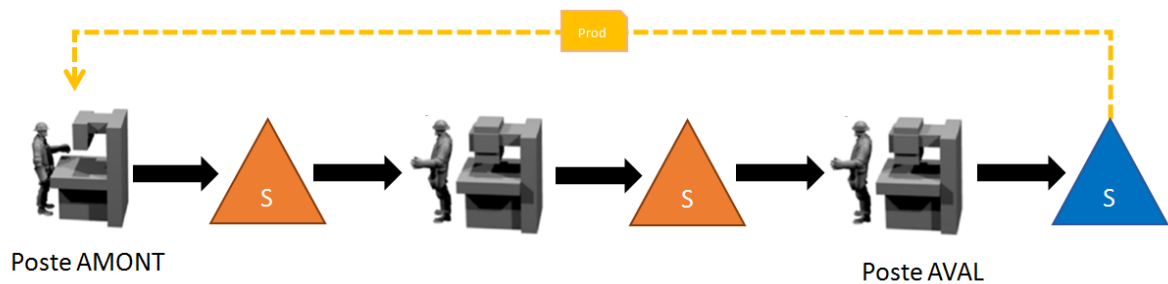


Figure 25 - Le Kanban de production suit le produit tout au long de la chaîne de production

Chapitre IV : Application pratique d'une implantation en flux tirés

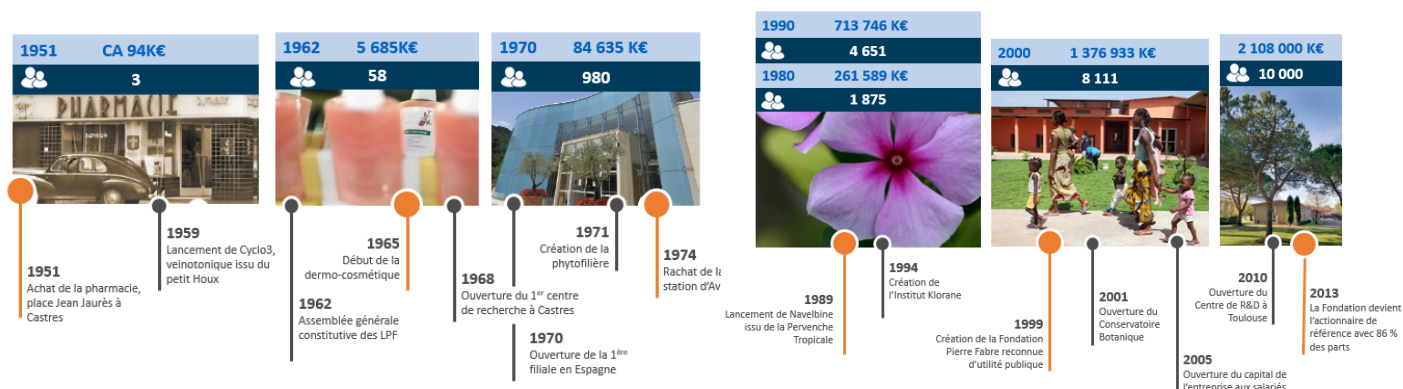
I. Présentation du contexte du stage

Je vous présenterai le contexte du stage et notamment l'entreprise, les grands enjeux stratégiques, et le site sur lequel j'ai effectué ce stage. Puis, dans un deuxième temps, je vous présenterai ma mission avec ses enjeux et ses objectifs.

I.1. Le groupe

Présentation

- Les Laboratoires Pierre Fabre ont été créés par M. Pierre Fabre, pharmacien à Castres (Tarn) au début des années 60
- 2 108 millions € de CA en 2014 • 10 000 collaborateurs + 1500 en Chine via Cardinal Health
- Structuré autour de 3 activités complémentaires : Médicament, Santé, Dermo-cosmétique
- 3^{ème} laboratoire pharmaceutique français
- 1^{er} laboratoire Dermo-Cosmétique en Europe et 2^{ème} mondial
- Expert dans la recherche et la production d'actifs d'origine naturelle et biologique

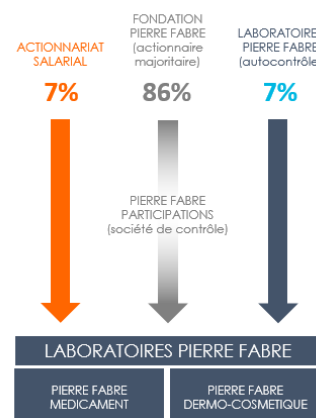


Organisation

Le groupe Pierre Fabre est détenu à 86% par la Fondation Pierre Fabre, qui a été créée pour succéder au créateur éponyme. Ensuite, le groupe est possédé à 7% par l'actionnariat salarial (ouvert en 2005) et à 7% en autocontrôle par Pierre Fabre SA.

Pierre Fabre est organisé en 3 branches. Pierre Fabre Médicament (PFM), Pierre Fabre Dermo-Cosmétique (PFDC) et Pierre Fabre Santé (PFS). Ces 3 entités sont gérées par Pierre Fabre SA (PFSA).

PFSA intègre la direction générale du groupe, les services juridiques, la direction des systèmes d'information (DSI), la DRH groupe et les services de formation. On trouve également la structure de distribution qui gère les sites d'Ussel (PFM) et Muret (PFDC), ces deux sites sont les sites de stockage de produits finis (PF) qui seront à destination de la France ou des filiales implantées dans chaque pays de distribution. Chaque branche possède sa propre structure Marketing, Commerciale, R&D et support.



Les chiffres clés du groupe

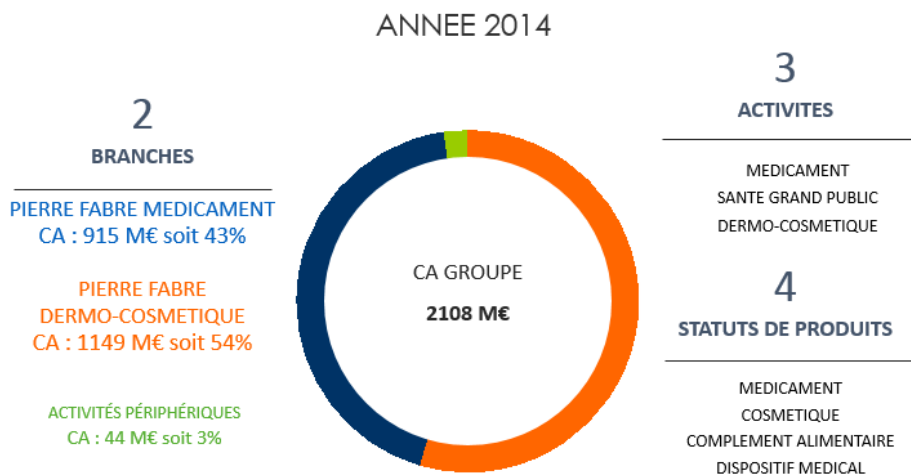
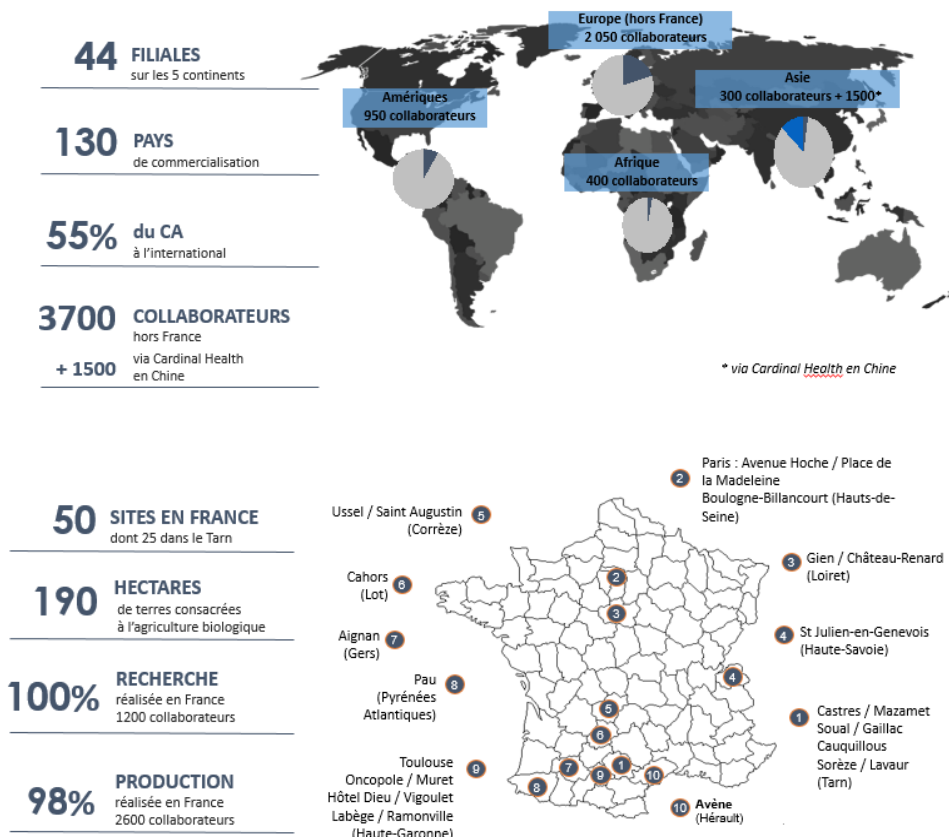


Figure 26 - Chiffres clés du groupe Pierre Fabre

I.2. La branche Dermo-Cosmétique

Comme le montre le graphique des chiffres clés du groupe, ci-dessus, la branche Dermo-Cosmétique représente plus de la moitié du chiffre d'affaire du groupe et c'est une branche en croissance. De plus, à l'intérieur même de cette branche, on trouve la marque Avène, qui est la « locomotive » de la division, en pesant environ pour la moitié des revenus. Le dynamisme de cette marque est une chance pour le groupe, cependant c'est aussi un risque industriel et donc un défi

important pour se saisir de ce succès (en terme d'image et de finances) et tenter de le reproduire sur les autres marques.

Ci-dessous sont présentés quelques chiffres clés de la division Dermo-Cosmétique :

La branche Dermo-Cosmétique traduit également très bien la volonté de développement à l'international du groupe avec 63% du CA à l'international. PFDC est entré dans une phase d'internationalisation depuis environ 15 ans. Elle opère donc cette transition avec toutes les difficultés que cela occasionne et avec un niveau d'expertise logistique

- 1149** MILLIONS € DE CA dont 63 % à l'international
- 4300** COLLABORATEURS
- 10** MARQUES
 - 8 mondiales
 - Pierre Fabre Dermatologie
 - Eau Thermale Avène
 - Ducray
 - A-Derma
 - Klorane
 - Elancyl
 - Galénic
 - René Furterer
 - 2 locales
 - Darrow (Brésil)
 - Glytone (USA)



aussi élevé qu'exigent les ambitions internationales dans le secteur cosmétique. De cette ambition est apparue un véritable pilotage de la chaîne logistique, avec comme indicateur principal les temps de cycle et pour la partie production, les coûts de revient industriels. Aujourd'hui, ces notions sont au cœur de mon sujet.

L'organisation industrielle de la division

En amont du site de Soual, on trouve le site d'Avène ; la montée en charge d'Avène, qui se trouve sur un site enclavé dans la montagne, se consacre de plus en plus vers la fabrication (aujourd'hui quelques lignes de conditionnement persistent malgré tout). Les zones de stockage des articles de conditionnement et des matières premières sont extérieures au site, dans un rayon d'environ 30 km. Enfin, on trouve le site de Gaillac, qui est un site agro-chimique de principes actifs, qui entreront dans les formulations des produits du groupe.

Le site historique du groupe est Soual qui aujourd'hui absorbe une très grande partie des volumes de production. On trouve également Mazamet qui produit, entre autres, des savons en petites séries.

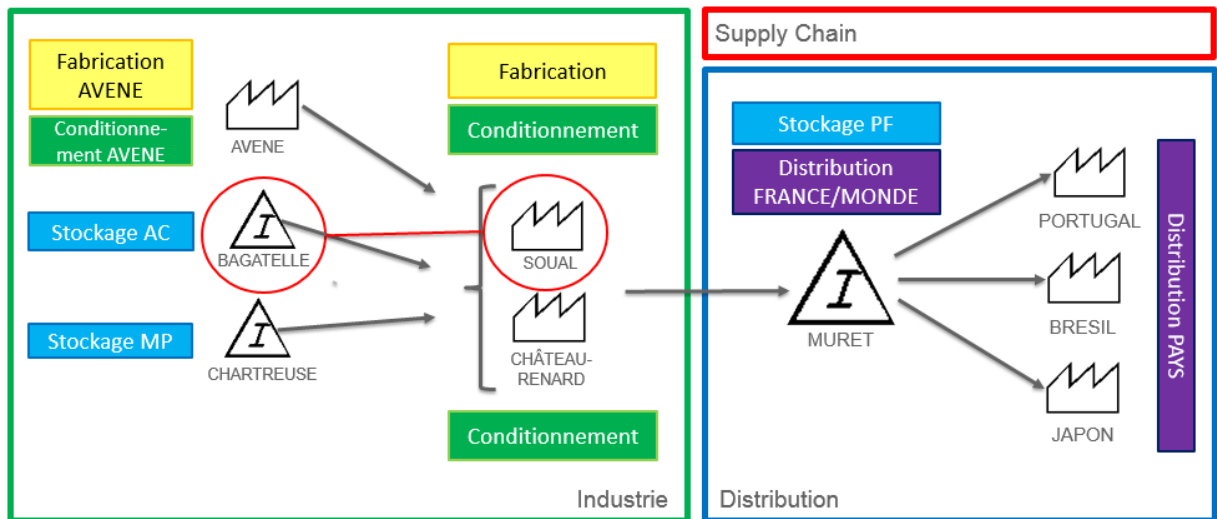


Figure 27 - Schéma des sites et flux physique de la fabrication à la distribution

I.3. Le site

Mon projet de fin d'étude se déroule dans la filière Dermo-Cosmétique (PFDC), qui comprend trois sites de production tous situés dans le Sud-ouest.



Figure 28 : Usine de Soual



Figure 30 : Usine d'Avène



Figure 29 : Usine de Mazamet

Les processus de production sont assez complexes. On distingue deux grandes étapes : la phase de production du produit, où l'on vient mélanger des corps aqueux avec des corps gras en y ajoutant des adjuvants spécifiques pour adapter la couleur et l'odeur au besoin. Pour la deuxième étape, on mélange les matières jusqu'à atteindre le point de fusion pour avoir une émulsion homogène en contrôlant le pH, la densité, la pression et la viscosité. La différence entre les différents produits, va se faire au niveau du système de chauffe et de refroidissement qui dépend du point de fusion. On vient ensuite conditionner la matière en flacons, tubes ou pots sur des lignes automatisées où le remplissage se fait de manière automatique à l'aide d'aspiration.

De plus, les produits sont positionnés comme « hauts de gamme » ce qui amène l'entreprise à avoir des exigences qualité très fortes autant sur la composition que l'esthétique.

Pierre Fabre Dermo-cosmétique connaît une croissance d'environ 10% depuis plusieurs années, notamment grâce à une accélération du développement à l'international, ce qui est un de ses objectifs principaux.

I.4. Le service

Cette forte croissance à l'export amène des problématiques complexes en termes de respect des exigences qualités et logistiques.

C'est dans ce contexte qu'il a été créé il y a trois ans, le service « Performance Industrielle » composé de 6 chefs projets, qui ont pour but de mener des chantiers d'optimisation, au niveau de la branche PFDC, pour travailler sur l'optimisation de ces flux. Tout en gardant à l'esprit les exigences qualité et de coûts qui permettent à l'entreprise de maintenir son activité industrielle en France.

J'ai effectué mon projet de fin d'étude au sein de cette équipe en menant un projet transversal qui va être développé dans la suite de ce mémoire.

II. La mission

L'objectif de ma mission est donc de mettre en place un flux tiré entre le magasin d'articles de conditionnement (Bagatelle) et les stocks avancés de Soual.

Les enjeux sont les suivants :

- Diminuer le niveau de stock moyen sur les stocks de Soual.
- Stabiliser la charge de travail à la Centrale de Préparation des Articles de conditionnement (CPAC).
- Permettre un pilotage passif de la demande d'approvisionnement entre les sites distants de 20km.
- Permettre la mise en place d'un pilotage de l'approvisionnement bord de ligne par un système de petit train logistique.
- Permettre un pilotage des encours ligne par ligne.

Page | 46

Les objectifs sont les suivants :

- Approcher la variation de charge de travail du conditionnement ($\pm 20\%$ en sortie) à la centrale de préparation des articles de conditionnement (CPAC) à Bagatelle ($\pm 100\%$ aujourd'hui).
- Bloquer le nombre d'heures d'encours total dans le processus d'approvisionnement (24h) avec 8h à Bagatelle et 16h à Soual.
- Diminuer le niveau de stock moyen en articles de conditionnement (AC) sur Soual (-30%)
- Limiter le flux de retour d'ordre de production (OPr) complet vers Bagatelle (aléas) en diminuant les encours totaux.

III. Méthodologie suivie

Mon projet s'est déroulé selon une méthodologie déjà définie au préalable au sein de mon service, qui est un service orienté projet. Les étapes du déroulement du chantier sont les suivantes :

- Une phase de cadrage
- Une phase de lancement
- Une phase de déroulement et pilotage
- Une phase de clôture et pérennisation

Nous allons voir le détail de chaque étape dans la partie suivante.

III.1. Cadrage du sujet

III.1.1. Mise en place du chantier

Caractérisation des objectifs chiffrés

- 1. Stabiliser la charge de travail : $\pm 50\%$ variation charge quotidienne (CPAC)**
 - Travailler au besoin réel du conditionnement
 - Ne pas travailler trop en amont du besoin réel
- 2. Flux d'AC : $\pm 30\%$ variation de charge de travail à la CPAC ($\pm 100\%$ aujourd'hui)**
 - Créer un canal de communication direct entre le conditionnement et Bagatelle
 - Envoyer la quantité juste nécessaire au bon moment
- 3. Limiter les encours dans les stocks = 24h d'encours total (Quai BAG + Stock Soual)**
 - Limiter le nombre de conteneurs dans le circuit
 - Uniformiser les pratiques d'approvisionnement
 - Pouvoir ajuster le nombre de conteneurs de chaque ligne

Définition de l'équipe projet

Pour définir l'équipe projet, nous avons commencé par rencontrer le parrain du projet, qui a été identifié lors de la définition du sujet. Nous l'avons donc légitimement nommé parrain car il couvrait hiérarchiquement le spectre le plus large de notre chantier.

En effet, Philippe CASTERAN est le responsable magasins de la branche industrie de PFDC. Il couvre donc les magasins de Bagatelle (Réception, CQ et stockage des AC), des magasins de Soual (stocks avancés d'AC). Nous l'avons rencontré au début de mon stage pour lui présenter le sujet et l'idée d'un flux tiré et les limites de ce sujet. Une deuxième rencontre début Mai nous a permis de définir l'équipe qui mènera le chantier. Cette étape nous permet ensuite de solliciter les acteurs concernés par le chantier. L'appui hiérarchique du parrain est important pour permettre à l'équipe de consacrer du temps et de l'énergie à ce chantier.

Planning prévisionnel

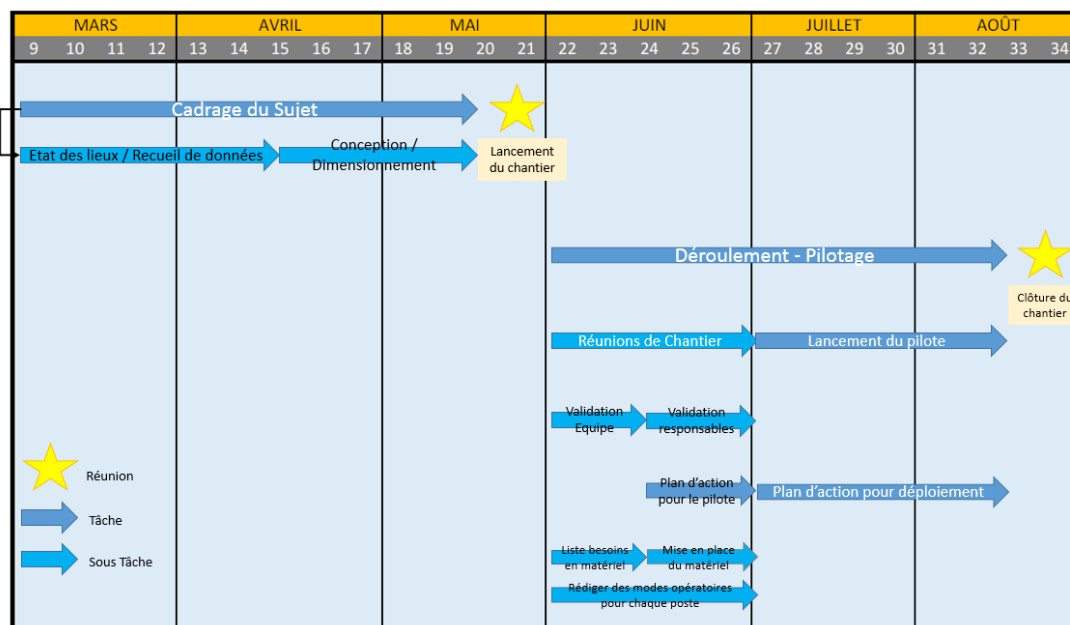


Figure 31 - Planning prévisionnel du projet

Le planning prévisionnel laisse donc 3 mois, un mois et demi pour faire un état des lieux et un recueil de données et un mois et demi pour concevoir et dimensionner un nouveau système d'approvisionnement en flux tiré. Au terme de cette phase, nous serons donc à la semaine 20 et deux livrables sur quatre devront être rendus. Cette phase se terminera donc par le lancement du chantier avec les premières réunions de groupe pour travailler sur le sujet.

La deuxième grande phase de déroulement et pilotage du projet consistera donc à mener le chantier pour aboutir à une solution viable et validée par le personnel opérationnel impliqué dans le chantier, puis les responsables des services impactés par ce projet. Cette phase occupera donc tout le reste du stage avec un mois pour mener toutes les réunions et validations et deux mois (dont deux semaines de fermeture en Août) pour mettre en place un pilote du nouveau fonctionnement en flux tiré.

III.1.2. Etat Actuel

III.1.2.1. *Entretiens avec Les opérationnels, observation*

Sont présentés ci-dessous un descriptif rapide des entretiens et observations réalisées durant la phase de découverte du contexte de ma mission dans l'ordre du processus, afin de permettre de comprendre plus aisément. Cette analyse sera complétée d'une cartographie de processus de l'ensemble des opérations menées au cours du transfert des AC au format VSM (Value Stream Mapping).

Planificateurs court-terme

J'ai rencontré deux planificateurs court-terme des unités de production d'Avène et Gros Volumes. Leurs processus interviennent donc tout en amont des mouvements physiques. Ils planifient les transferts d'AC sur la base d'un planning de conditionnement qu'ils réalisent également la semaine -1 pour un horizon d'une semaine.

Chef d'Equipe de la CPAC

J'ai ensuite discuté avec le chef d'équipe de la CPAC, qui m'a décrit tout le processus en amont de la préparation des demandes de transferts (DT) au niveau de Bagatelle. Avec la réception sur SAP des DT, leurs éditions et les ajouts qui peuvent être fait pour faciliter le travail de préparation.

Préparateur de la CPAC

J'ai passé deux demi-journées avec un préparateur à la CPAC, afin de comprendre le processus de préparation des kits d'articles de conditionnement. Un kit d'articles de conditionnement correspond à un besoin d'AC pour un lot de conditionnement de produit fini. Le préparateur a deux boîtes par poste, il travaille sur le premier quand les caristes leur alimentent le second. Il récupère la DT papier que leurs ont déposés les caristes avec les palettes qui seront à détailler. Sa mission consiste à sortir du stock de Bagatelle les palettes de la DT, de détailler les palettes, imprimer de nouvelles étiquettes avec le numéro de ligne inscrit dessus. Une fois, les manipulations informatiques effectuées, il édite un bon de livraison qui va suivre chaque DT jusqu'à la consommation des palettes d'AC.

Chef d'Equipe des Stock avancés de Soual

J'ai eu un troisième entretien avec le chef d'équipe du stock avancé de Soual. Il m'a donc expliqué tout le processus de la réception des articles de conditionnement à leurs mises en stock. Ensuite, nous avons discuté de l'alimentation en bord de ligne des AC.

III.1.2.2. *Evaluation des temps de gamme et horizons*

Temps de gammes existants

Il s'agit de temps de gammes qui ont été réalisés par une ancienne collaboratrice, qui a travaillé sur le sujet du pilote pour le petit train logistique. Elle avait réalisé des temps de gamme au niveau de la CPAC. J'ai donc repris ces données. Cependant, je ne connaissais pas précisément le découpage de certaines étapes. Ces temps de gammes avaient été mesurés avec l'aide de lunettes K-SMED, ce sont des lunettes munies d'une caméra, que l'on confie à l'opérateur C'est donc pour cela que j'ai réalisé moi-même, dans un nombre limité un chronométrage des temps de gamme manuellement, afin de confronter mes données avec celles qui avaient été prises auparavant.

Temps de gamme pris sur le terrain

OPR	2	3	4	5	6	MOYENNE
Nb palettes total	7	3	2	10	23	9,0
Nb palettes fractionnées	2	2	1	4	2	2,2
Ligne	MAZ	32	32	MAZ	43	
Heure début	16,2	16,5	16,9	14,7	16,3	16,1
Heure fin	16,5	16,9	17,2	15,9	16,8	16,7
Temps total (min)	22,0	22,0	18,0	35,0	25,0	24,4
Préparer DT	1,5	0,8	2,1	2,0	0,9	1,5
Fractionner palette	9,2	6,9	3,0	19,7	19,0	11,5
Saisie informatique	1,6	0,8	3,4	1,9	3,0	2,2
Saisie informatique détail	2,2	0,6	0,4	2,1	1,0	1,3
Coller étiquettes	2,2	1,7	0,2	4,5	3,4	2,4
Coller étiquettes retour	0,6	1,2	0,1	1,8	0,3	0,8
Transférer palettes	3,0	2,4	1,6	1,7	0,9	1,9
Filmer palettes	3,9	2,7	0,5	-	-	1,4
Déposer retour	2,8	0,8	2,6	3,8	0,9	2,2
TOTAL (min)	26,9	18,0	13,9	37,5	29,4	25,1

Temps détail	21,6	14,6	8,2	29,0	22,1	19,1
Temps prép palettes comp	5,2	3,4	5,7	8,5	7,3	6,0
Cadence (min/palette)	3,8	6,0	6,9	3,7	1,3	2,8
Part palettes détaillées	81%	81%	59%	77%	75%	75%
Part palettes complètes	19%	19%	41%	23%	25%	25%

Figure 32 - Tableau des temps de gamme de préparation d'une DT à La CPAC

III.1.2.3. Analyse de processus

Modélisation VSM du processus complet de préparation des AC

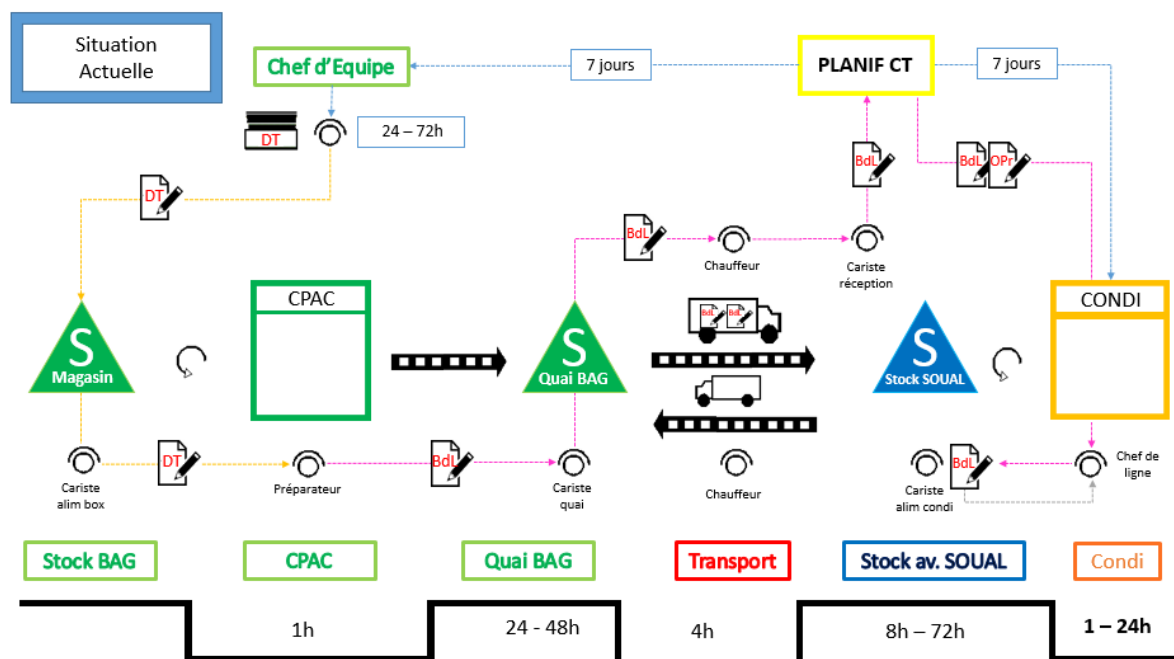


Figure 33 - VSM de La préparation des kits d'AC AS-IS

En amont du processus d'approvisionnement, nous allons trouver la planification des OPR ; la planification court-terme crée donc des plannings sur un horizon de 7 jours pour ordonnancer les lots de conditionnement. C'est ensuite qu'elle va réaliser des demandes de transfert (DT) qu'elle va alors transmettre au chef d'équipe de la centrale de préparation à Bagatelle (en vert sur le plan). Cette information est transmise par l'ERP (SAP) et une DT = 1 lot de conditionnement.

Le chef d'équipe reçoit les DT et va éditer les DT à J-1 de la date de livraison demandée, et va la déposer sur une pile classée chronologiquement. La livraison d'une DT est planifiée entre 8h et 24h (en fonction de la plage de fonctionnement de la ligne) avant son passage en conditionnement.

Ces DT sont traitées dans des boîtes de préparation. Chaque préparateur a un poste informatique et 2 boîtes. Lorsqu'il traite une DT dans une boîte ; un cariste réalimente l'autre boîte vide. Le préparateur va sortir du stock les palettes déposées par un cariste dans son boîte. Certains articles vont être détaillés (c'est-à-dire que certaines palettes vont être fractionnées en deux palettes) pour envoyer la quantité d'AC au plus juste du besoin. Chaque palette sera sortie informatiquement du magasin de stockage pour être envoyée directement sur ligne (informatiquement, il n'y a pas de magasin intermédiaire). Une fois cette DT préparée ; l'opérateur édite 2 bons de livraison ; un sera attaché sur une palette de la DT, l'autre sera déposé dans une bannette à destination du chauffeur.

Les DT préparées sont alors poussées dans un stock tampon, appelé le quai de Bagatelle. C'est ce stock tampon qui va alimenter les camions de livraison entre Bagatelle et Soual. Chaque chargement de camion est réalisé par un cariste sur le quai. Il va charger et optimiser le chargement en fonction de la date et l'heure à laquelle la DT a été planifiée, mais aussi de la destination. Car il y a deux stocks avancés sur Soual, qui vont alimenter des lignes de conditionnement différentes et le cariste doit veiller à ce que le camion alimente alternativement un stock puis l'autre. Le cariste ne chargera donc que les DT à destination d'un seul stock (qu'on appelle « ancienne usine » ou « extension »).

Le chauffeur arrive alors de Bagatelle avec une remorque contenant les retours d'AC de Soual (ce sont tous les fonds de lignes d'AC ou les retours d'OPr complets en cas d'aléas, par exemple), il va alors mettre sa remorque à quai, dételer la remorque et atteler la remorque pleine qui a été préparée pendant sa première tournée. Il part ensuite à Soual pour livrer l'un des deux stocks.

Le cariste réception de Soual va alors vider le camion rempli de DT, il va placer chaque DT dans un rang attiré à une ligne. Une fois le camion vidé, il va confirmer la réception dans SAP et déposer les bons de livraison dans une bannette à destination des planificateurs court-terme.

Le planificateur court-terme va une à deux fois par jour récupérer les bons de livraison pour s'assurer que les DT sont bien arrivées sur les stocks avancés de Soual et va ensuite les transmettre aux chefs de ligne du conditionnement.

Le chef de ligne, va pouvoir engager l'ordre de production d'un lot, il va appeler un cariste et lui transmettre le bon de livraison.

Le cariste va livrer les palettes nécessaires pour lancer l'ordre de production et il visera ensuite les palettes livrées sur le bon. Il réalimentera régulièrement la ligne soit par appel du chef de ligne, soit s'il voit que le bord de ligne se vide.

À chaque fin de lot, le chef de ligne déclare les articles de fonds de ligne en retour Bagatelle, les articles sont alors chargés dans une remorque qui retournera prochainement à Soual, lorsque le chauffeur fera une nouvelle tournée de livraison.

Vous trouverez le détail du cadencement de la tournée de livraison du chauffeur ci-dessous.

Modélisation du processus de livraison des AC

Ci-dessous, est présentée la modélisation du processus de cadencement des livraisons de Bagatelle vers Soual. Il y a, au total, un chauffeur par poste, un tracteur et 4 remorques. Parmi ces 4 remorques, 3 sont à quai en permanence (quai Soual ancien, quai Soual extension, quai Bagatelle) et sont en cours de chargement ; la 4^{ème} remorque est en mouvement et fait les trajets. A chaque trajet, le chauffeur dépose sa remorque en mouvement et récupère la remorque à quai. C'est un processus, complexe à modéliser et j'ai utilisé Excel pour le représenter.

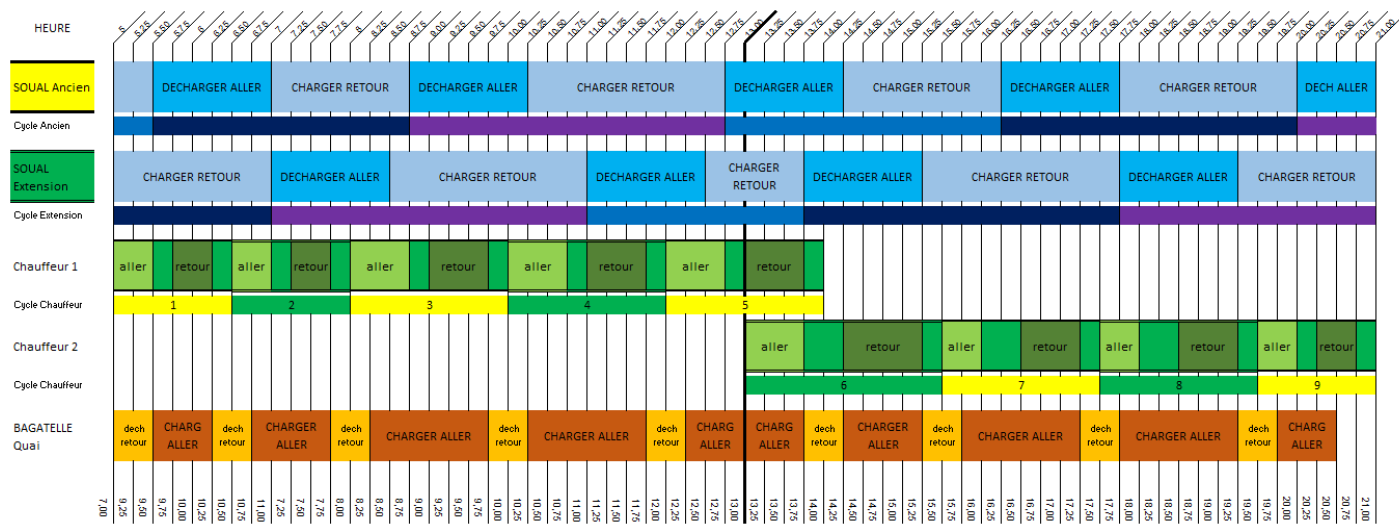


Figure 34 - Représentation du processus de cadencement des livraisons d'article de conditionnement entre Bagatelle et Soual

Une colonne correspond à 15 minutes. Nous trouverons dans le processus, les lignes « chauffeur » avec un dégradé de vert (clair = Aller vers Soual, foncé = Retour vers Bagatelle) et la remorque en

mouvement. Les deux lignes bleues représentent les quais de Soual avec le séquençement « charger / décharger » cadencé sur le cycle « chauffeur ». Pour finir, la dernière ligne correspond au cycle « charger / décharger » du quai de Bagatelle, lui aussi calé sur le cycle « Chauffeur ».

Cette modélisation a permis de comprendre mieux le fonctionnement des livraisons, car, avec Jean-Yves, mon maître de stage, nous avons eu beaucoup de difficultés à se comprendre lors de nos réunions et la modélisation de ce processus était nécessaire afin de mieux comprendre le processus et pour parler de la même chose.

III.1.2.4. Récupération de données

Bagatelle et la CPAC

Lors de mes échanges avec le chef d'équipe de la CPAC, j'ai récupéré des statistiques sur le nombre de DT réalisées quotidiennement. Les chiffres présentés ci-dessous décrivent le nombre de DT demandées quotidiennement, au cours du mois de Mai.

On constate que le nombre de DT à réaliser par jour varie fortement et par conséquent, le planning est instable. C'est une des premières remarques que l'on a pu me faire lors de mes entretiens avec les différents responsables de magasins et les chiffres traduisent bien la réalité. Ainsi, les jours les plus chargés en février, la planification a réalisé 89 DT et les jours les plus creux 44 DT. Ce chiffre ne correspond pas à la demande réelle du conditionnement. Ils sont donc le reflet du fonctionnement actuel en flux poussé.

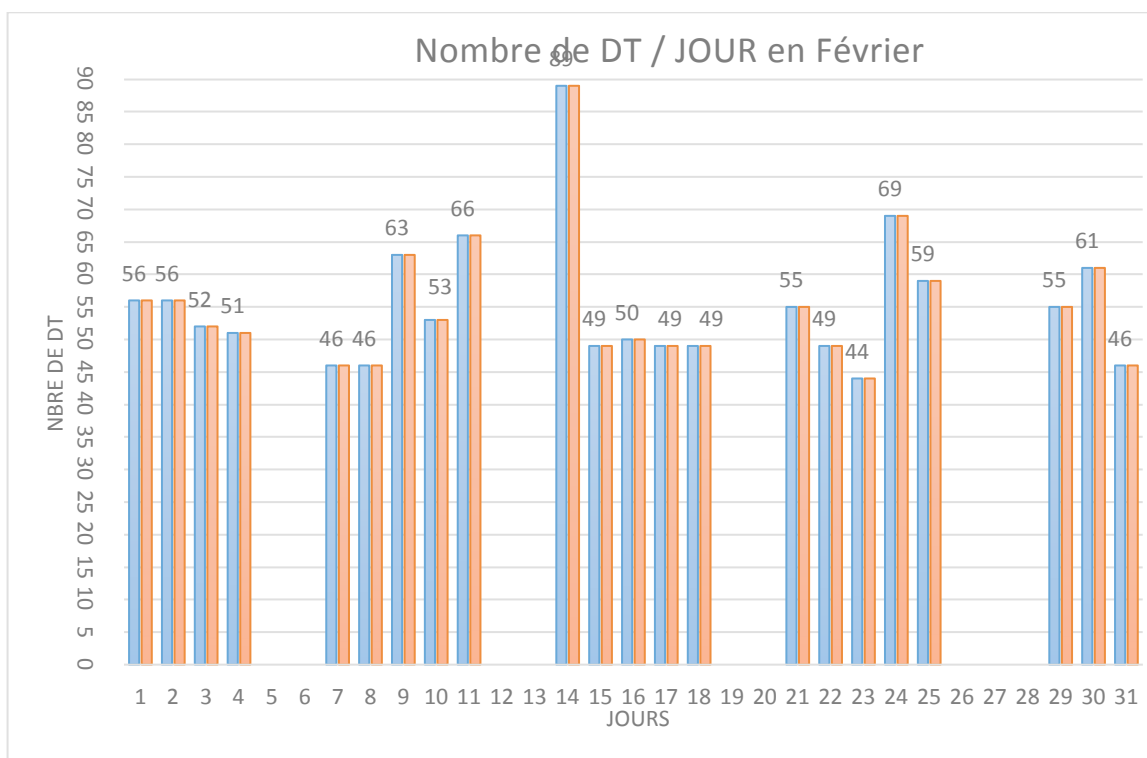


Figure 35 - Graphique représentant Le nombre de DT réalisées par jour à La CPAC

Soual et volumes de PF et d'AC

La source de données la plus importante que j'ai utilisée est une étude sur les flux qui a été menée par le service des méthodes. Elle est une synthèse de l'année 2015 et les calculs sont réalisés sur le temps d'ouverture, le nombre d'unités produites sur chacun des formats des lignes de conditionnement. Cette base de données recense les volumes en entrée calculés par équipe (8h) et par ligne dans les catégories suivantes : cuves de vrac ; palettes d'AC et en sortie palettes de PF.

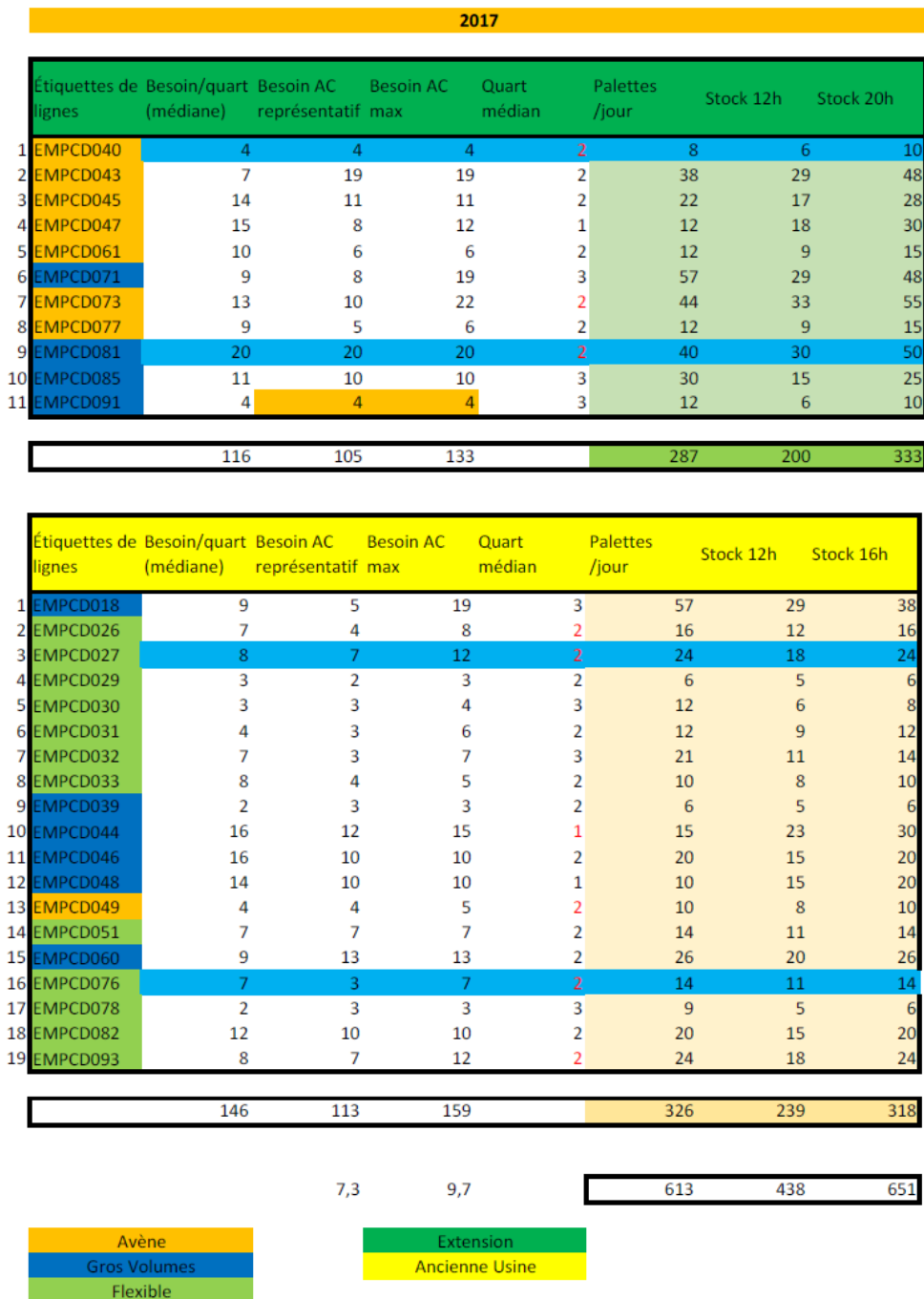


Figure 36- Tableau de dimensionnement du stock et des flux par ligne de conditionnement

Ces chiffres ont été calculés avec le format de produit fini le plus utilisé et le format qui engage le plus de palettes, j'ai donc utilisé ces chiffres pour dimensionner les espaces de stockage dédiés à chaque ligne de conditionnement et cela donne le document ci-dessous qui compile les volumes de palettes d'AC en entrée par équipe ; par jour ; pour 12h de stock et pour 16 à 20h de stock.

III.2. Conception et dimensionnement du flux tiré

III.2.1. Contraintes de l'environnement

Le premier point dont il faut faire un état des lieux, sont les contraintes de l'environnement. Ces contraintes vont être liées aux spécificités du métier, aux systèmes d'informations en vigueur, aux processus actuellement en place et à l'environnement dans lequel va évoluer notre flux tiré.

- Magasin à distance du lieu de stockage et de consommation des kits préparés
- Fonctionnement par lot/kits d'articles de conditionnement
- Tailles de kits supérieurs à la tournée de livraison (8h vs. 4h)
- Tailles de lots très variables (de 1 à 24h)

Cet état des lieux des contraintes, dont les principales ont été citées ci-dessus, a permis d'établir les choix de conception, et de justifier pourquoi certaines solutions n'ont pas été retenues. Ces choix de conception vont être décrits dans la partie ci-dessous « Choix de conception ».

III.2.2. Choix de conception

Piloter la consommation des OPr ; Pilotage par KANBAN Visuel :

Première étape de l'étude, maîtriser et évaluer la consommation à l'intérieur des kits. Il s'agit là d'analyser la consommation à l'intérieur d'un ordre de production (OPr) afin de déclencher une nouvelle commande lorsque le stock se vide. On pourra alors jouer sur les articles en entrée (AC, palettes PF vides, Vrac) ou en sortie (Palettes PF, Palettes AC vides, Déchets) afin de piloter la consommation.

On parlera ici d'un pilotage par KANBAN visuel dont je vais détailler, ci-dessous, les paramètres.

Entrées AC : Niveau de stock bas avec un repère au sol au fur et à mesure de la consommation de palette (type point de commande).

- Trop de variabilité en volume des formats lignes. Les niveaux de réapprovisionnement seraient différents en fonctions des formats des lots en cours.

Sortie Palettes AC : Empiler les palettes consommées avec un niveau haut qui déclenchera la commande.

- Trop compliqué à mettre en œuvre pour les caristes, car les palettes sont indifférenciées d'une ligne à l'autre et les caristes peuvent répondre à la demande de plusieurs lignes.

On constate que la mise en œuvre d'un pilotage de la consommation ou de la production du conditionnement n'est pas possible car trop variable en volume et trop fastidieuse à mettre en œuvre pour les caristes aujourd'hui. Il nous faut donc voir du côté des Kanbans par carte et double bac.

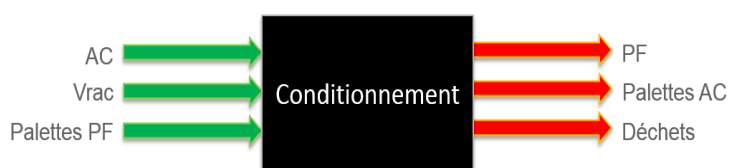


Figure 37 - Boîte noire des articles en entrée et sortie de conditionnement

Piloter les kits avec des cartes KANBAN :

Il s'agit ici d'attacher une carte à un kit d'AC, correspondant actuellement à un lot de conditionnement. Ainsi, on introduit un certain nombre de cartes correspondant à des kits d'articles liés à un ordre de production au conditionnement. De cette manière, lorsque l'on a consommé un kit (ex. fin de lot), on réinjecte la carte dans le système pour réapprovisionner le stock. Pour notre cas, les contraintes sont les suivantes :

- Tailles de lots trop variables (de 1h à 24h)
- Tailles de lots globalement supérieures à la tournée de manutention (8h vs. 4h)

IL nous faut donc tenter de constituer des kits de taille constante et penser non plus en « Lot de conditionnement » mais en « heure de besoin »

Piloter des conteneurs avec un KANBAN Double bac :

Après avoir exclu la possibilité de piloter la consommation du conditionnement en articles, nous allons voir comment piloter l'approvisionnement par conteneur (correspondant à un kit d'AC). Le principe du KANBAN Double bac est le suivant : lorsque l'on consomme un container ; on renvoie le container vide à la centrale de préparation qui en prépare un nouveau pour nous réalimenter. Il n'y a ici aucune carte Kanban, aucun repère visuel, c'est le container vide retourné au poste amont qui déclenche une nouvelle commande pour le poste aval. Dans notre cas les contraintes sont les suivantes :

- Pas de container, pas de bac ; palettes d'AC non identifiées
 - Pas de produits standards à fabriquer en amont ; chaque conteneur est unique
- On ne peut donc pas mettre de Kanban double bac en place pour ces raisons.

Hybridation de 2 systèmes pour s'adapter aux contraintes

Pour mon système en flux tiré, j'ai donc voulu conserver le principe du KANBAN Double Bac. C'est-à-dire que la consommation d'un conteneur en amont déclenche le réapprovisionnement d'un nouveau conteneur en aval. Pour notre cas, le conteneur n'existant pas, nous avons utilisé une carte que l'on va rattacher physiquement à un (ou plusieurs) bon(s) de livraison. Ainsi, il y a autant de cartes que de conteneurs dans le circuit.

Cette première étape va permettre de contraindre le nombre de kits en encours dans le circuit, car on ne peut réalimenter le stock que si l'on le consomme. Cette carte ne servira alors que de signal déclencheur pour le réapprovisionnement. Elle ne contiendrait comme information que le numéro de la ligne. Ainsi, chaque ligne aura un nombre limité d'encours dont on définira la taille et le nombre dans la partie suivante « dimensionnement ». Pour le réapprovisionnement, on conservera le système de demande de transfert au sein de SAP qui fera office de « Work Backlog ».

Ensuite, il va falloir définir une taille de conteneur fixe. Pour cela, j'ai proposé de constituer des conteneurs en « heures de besoin », c'est-à-dire qu'auparavant, l'unité de la livraison était 1 DT = 1 lot de conditionnement ; demain l'idée serait 1 conteneur = 1 ou plusieurs DT = 8h de besoin = 1 équipe de conditionnement.

Ainsi, nous avons alors notre système hybride avec un conteneur = 8h de besoin et une carte attachée aux bons de livraison que l'on réinjectera dans le système de réapprovisionnement lorsque l'on entamera un nouveau conteneur de 8h.

Modélisation VSM du processus d'approvisionnement des AC TO-BE

Ci-dessous, vous trouverez une cartographie du processus d'approvisionnement des articles de conditionnement, au formalisme VSM. La première cartographie est celle qui a été présentée précédemment, elle s'appelle « AS-IS » et représente la situation actuelle. La seconde, est la cartographie de l'état futur que l'on appellera « TO-BE ».

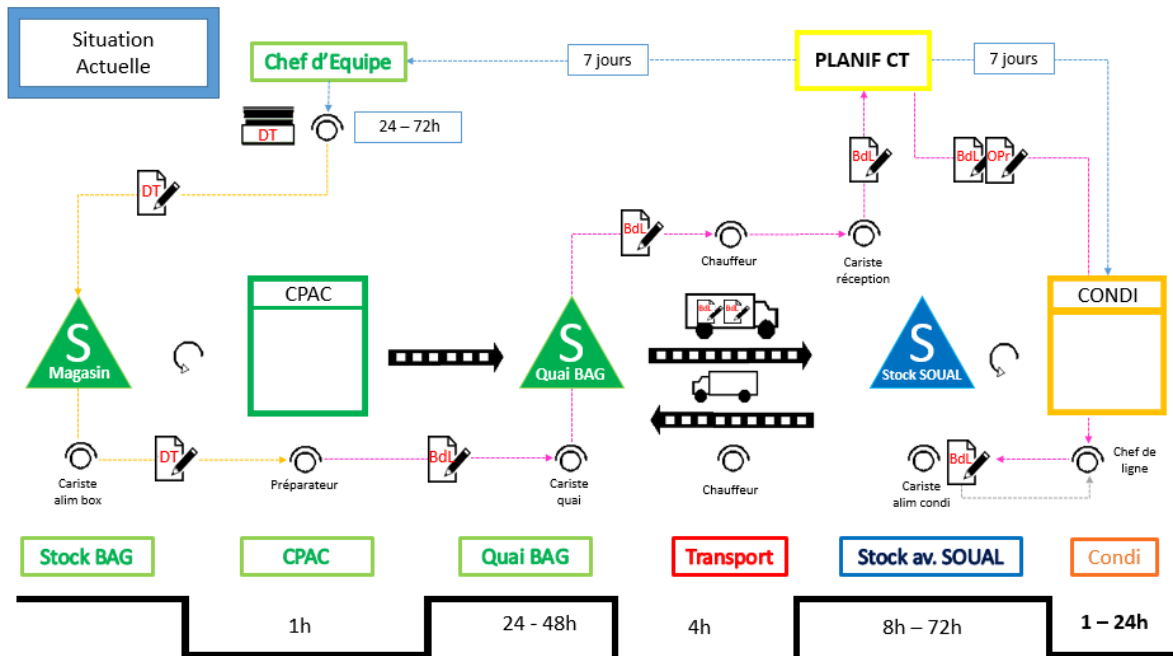


Figure 38 - Modélisation VSM du processus d'approvisionnement des AC AS-IS

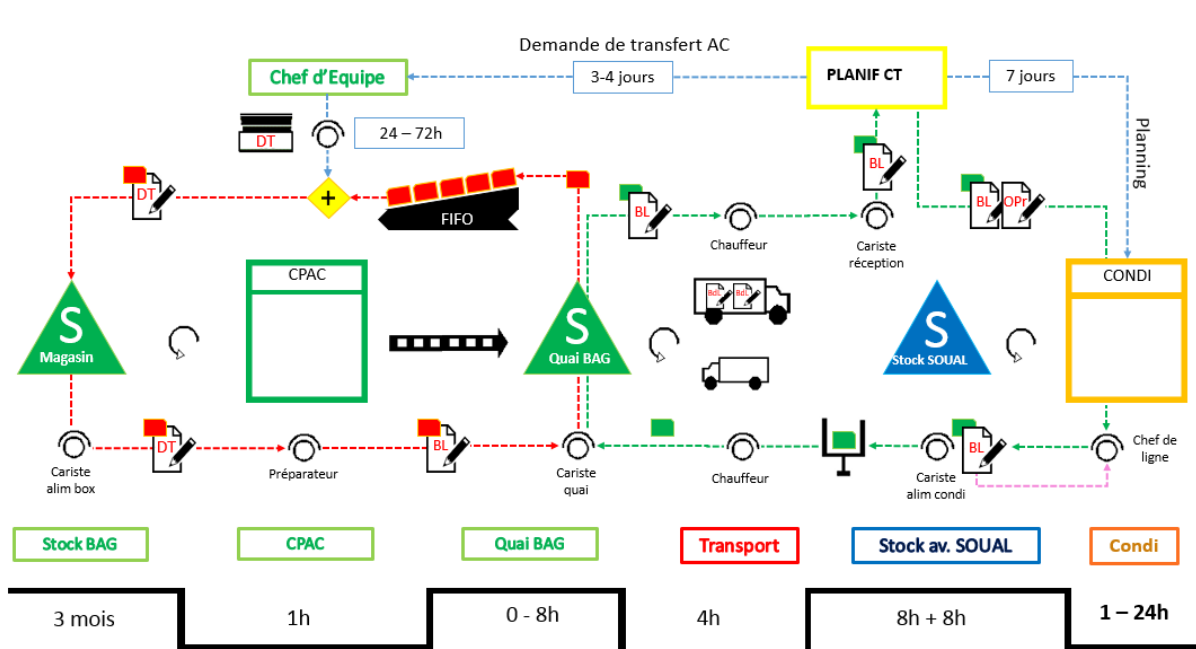


Figure 39 - Modélisation VSM du processus d'approvisionnement des AC TO-BE

III.2.3. Dimensionnement

Tournée de manutention et taille du conteneur

Avec la figure, présentée précédemment dans la partie « Etat Actuel », section « Modélisation de processus », on constate que l'on a un départ d'un camion plein toutes les 2 heures de Bagatelle. Ce camion va alors livrer alternativement un stock avancé puis l'autre. C'est pourquoi pour dimensionner notre stock avancé, nous avons choisi un container correspondant à 2 fois 4h. Nous avons également choisi un container équivalent à 8 heures car cela correspond à la taille moyenne d'un ordre de production. De plus, dans le langage courant du conditionnement, nous parlons de « poste », sachant qu'un poste est égale à 8h de travail.

Nombre de cartes et donc de conteneurs dans le système

→ le 1 ^{er} conteneur en cours de consommation	8h
→ le 2 ^{ème} conteneur prêt dans le stock avancé	8h
→ le 3 ^{ème} en cours d'acheminement	8h
→ le 4 ^{ème} en commande pour la préparation	= 24h d'encours total

III.3. Lancement du chantier

III.3.1. Réunions préliminaires avec des acteurs ciblés pour consultation ou pour approbation

1. Matthieu DUPUY : Chef de projet en charge du projet « Petit Train »
2. Christophe SOMABERE : Responsable Conditionnement du site ; expertise en SAP, Qualité
3. Xavier IMART et Christophe BEZ : respectivement Responsable Stock Avancés Soual et supérieur hiérarchique de Christophe BEZ ; Chef d'équipe stock avancé Soual et pilote de mon projet.
4. Matthieu LAURAS : Tuteur école de mon TFE, directeur de la thèse et expert en flux tirés

Ces réunions préliminaires, qui ont eu lieu dans la phase de cadrage et de conception du système m'ont permis de faire une première validation de principe auprès de différents experts des grandes lignes du concept. J'ai alors pris en compte les différentes remarques sur le fond (conception en elle-même) et sur la forme (format de présentation) afin d'être prêt pour les présentations à venir lors de la phase de lancement et de pilotage du chantier.

III.3.2. Réunions du groupe de travail

Lancement du chantier : Visite du parcours de préparation des AC

Nous avons lancé le chantier avec l'équipe début juin. La première réunion a consisté à découvrir le parcours de préparation des articles de conditionnement. Nous avons commencé le parcours de découverte (ou redécouverte) avec Bagatelle où nous avons vu le parcours des AC depuis leur réception à leur stockage, en passant par le contrôle qualité. Ensuite, nous sommes allés à la centrale de préparation des articles de conditionnement (CPAC), où le préparateur de l'équipe (Thierry MOLINIE) nous a décrit les différentes étapes de préparation des DT jusqu'à leur stockage.

Notre parcours s'est poursuivi à Soual, dans les stocks avancés. Christophe BEZ, chef d'équipe des stocks avancés nous a décrit le parcours des AC de leur réception à leur consommation.

Ce premier parcours de découverte a permis à l'équipe de bien saisir les enjeux de notre chantier afin d'échanger sur les difficultés de chacun de manière informelle.

Nous avons terminé la journée par un débriefing de ce parcours et nous avons planifié les réunions suivantes.

2^{ème} Réunion : Analyse de l'état actuel et difficultés rencontrées

Pour la deuxième réunion, nous avons pour objectif de formaliser le flux de matières et d'informations par la réalisation d'une cartographie des activités. J'ai réalisé en amont cette cartographie, avec les informations et les données récupérées sur le terrain. Vous trouverez ci-dessous, une photo de la cartographie que j'ai décidé de mettre au format BPMN, afin de séparer les activités de chaque acteur impliqué dans la mise à disposition des AC en bord de ligne.



Figure 40 - Photographie de La cartographie de mise à disposition des AC - Etat actuel

Sachant qu'en jaune pâle, on trouve les activités ; en vert, les informations ; en bleu, les durées et délais. En rose et de biais, les décisions et évènements déclencheurs. Avec mon responsable, nous avons décidé de cette codification afin de gagner en lisibilité et en facilité de compréhension.

Lors de la réunion, nous l'avons présenté et nous avons refait le processus au complet, étape par étape afin de valider cette représentation par l'équipe. Nous y avons alors ajouté les post-its roses (correspondants aux problèmes rencontrés pour chaque étape) au fur et à mesure du processus.

La dernière partie de la réunion était dédiée à une réflexion autour d'un état idéal que l'on voulait atteindre avec ces flux tirés.

3^{ème} réunion de chantier : Formation aux flux tirés, présentation du résultat

Lors de notre troisième réunion, nous avons organisé notre réunion de la manière suivante :

1. **Formation sur les flux tirés**
2. **Etat futur**
3. **Présentation de la solution flux tiré**
4. **Validation et problèmes rencontrés**
5. **Modalités de mise en place – plan d'action**

La première partie a donc été dédiée à une formation sur les flux tirés, afin de permettre à tous de comprendre le concept, les enjeux et les bénéfices.

Suite à cette réunion, j'ai présenté mon système en flux tiré, avec un support PowerPoint. Une première diapositive statique qui présente le circuit des cartes de réapprovisionnement et une deuxième diapositive avec une représentation dynamique, animée étape par étape. L'équipe a validé le concept et a émis différentes difficultés qui pourraient être relevées lors de sa mise en place, ces difficultés seront présentées dans la partie suivante.

Pour finir, nous avons convenu du lancement d'un pilote sur trois lignes de conditionnement.

III.3.3. Validation du concept par les supérieurs hiérarchiques

Réunions pour validation du concept

J'ai organisé trois réunions pour voir l'ensemble des supérieurs hiérarchiques au conditionnement et à la logistique

L'objectif de ces réunions est de présenter le flux tiré aux responsables hiérarchiques, de présenter les bénéfices que l'on pourrait tirer avec cette nouvelle manière de fonctionner, pour ensuite valider le lancement d'un pilote pour la semaine 27.

Validation du concept et organisation des essais pilotes

Une réunion réunissant l'ensemble des responsables de production a eu lieu en septembre 2016, elle a eu pour but premier de valider le concept du projet. Nous avons dû commencer par rassurer l'ensemble des acteurs participants à ce projet en faisant beaucoup de pédagogie sur les flux tirés mais aussi en répondant à tous les points durs identifiés par chacun d'eux tout au long de la définition et la conception du projet.

Une fois le concept validé, le second objectif de cette réunion a été d'organiser des essais pilotes sur une partie du flux de l'usine. Pour cela, nous avons proposé de lancer un essai sur une ligne de chacune des unités de production afin de permettre à chacun de participer et ainsi, valider ou non, le projet pour un déploiement futur.

IV. Mise en place d'un essai pilote sur une partie du flux

IV.1. Justification et choix des lignes pilote

Pour commencer, il serait beaucoup trop risqué de lancer un chantier tel que celui-ci sur toutes les lignes d'un coup. Ainsi, nous avons pour ambition de lancer un pilote sur 3 lignes de conditionnement.

Par la suite, nous avons planifié de lancer les lignes qui ne seront pas concernées par le pilote, progressivement. En basculant soit une à une, soit en basculant l'unité de production (UP) concernée par un pilote (environ 7 lignes d'un coup), avec l'avantage que le planificateur a déjà géré ce mode d'approvisionnement auparavant.

Choix des lignes pilotes

Les lignes 73, 85 et 93 étaient concernées, elles ont été choisies car elles appartiennent chacune à des unités de production différentes au sein de l'usine, ce qui implique des acteurs différents pour chacun de ces essais pilotes. Ceci permet de travailler avec différents opérateurs, techniciens et responsables.

La ligne 73, est une ligne qui appartient à l'unité de production Avène, c'est une UP spécifique à la marque phare du groupe. Nous avons choisi cette ligne car elle produit des volumes importants de

produits finis. C'est une ligne qui réunit les conditions idéales pour un premier lancement, car son planning est stable et présente peu d'aléas en production. Cette ligne est donc la candidate idéale pour un premier test du système dans des conditions stables.

La ligne 85 est une ligne qui appartient à l'UP Gros Volume, c'est une ligne qui tourne en 3*8, qui est donc très chargée et qui, de plus est sujette à de nombreux aléas. Cette ligne représente donc un grand défi pour les essais pilotes. Nous avons décidé de lancer les essais sur cette ligne en dernier.

La ligne 93 est une ligne qui appartient à l'UP Flexible, elle a été choisie parce que son planning est très variable (*elle peut aller du 1*8 ou 3*8 d'une semaine sur l'autre*), elle est capable de conditionner une grande variété de produits et elle sert régulièrement de variable d'ajustement pour des aléas intervenant sur d'autres lignes (transfert de conditionnement de produit, transfert d'équipe de conditionnement venant d'autres lignes).

Ce sont donc trois lignes toutes différentes, nous avons essayé d'avoir la plus grande variété de situations afin de tester notre concept dans la plus grande diversité de situations possible en un minimum d'essais.

IV.2. Plan de déploiement

À la suite des essais, il est prévu de déployer notre système en flux tirés soit UP par UP, soit secteur par secteur (il y a 2 secteurs par UP, géré chacun par un planificateur court-terme).

Le temps des essais, l'idée est de faire intervenir un minimum d'acteurs dans un flux d'AC le plus condensé possible. Par exemple, l'UP Flexible est concentrée sur 2 secteurs, mais sur un seul stock avancé sur l'usine. Il est donc intéressant, pour évaluer les résultats de nos essais, de ne se concentrer que sur un stock avancé. Ceci, nous permettra de constater l'évolution du niveau de stocks au cours du déploiement.

Ci-dessous, est présenté le planning de déploiement du pilote, convenu avec les différents responsables des services impactés par le chantier (responsables UP, responsables logistique UP et responsables magasins).

Dans les principaux jalons, on trouvera une phase préparatoire qui s'est étalé de Juillet à fin Septembre 2016, où les responsables ont validé, le plan d'action du déploiement, la définition du besoin en matériel et la mise en place d'indicateurs de suivi du projet.

Le deuxième jalon s'est joué en semaine 37 avec une première réunion de lancement du pilote et son déploiement sur 6 semaines, dont deux semaines sur la ligne 73 qui ont déjà été officiellement actées. Cette ligne a permis de tester le système dans des conditions « idéales » car cette ligne bénéficie d'une fiabilité bien supérieure à la moyenne de l'usine. C'est pour cette raison qu'il a fallu négocier une ligne dans une autre UP qui fonctionne de manière plus dégradée afin de stresser le système.

Ensuite, en fonction des résultats, il sera important de déployer le système sur des UP entières et non de convertir des lignes supplémentaires seulement. En effet, l'existence de 2 systèmes en parallèle aura des effets négatifs sur la motivation des acteurs à long terme et il sera important de passer au plus vite à une échelle d'UP afin de gagner en lisibilité et également de tester le système sur des volumes beaucoup plus importants.

Le troisième jalon était le déploiement sur l'ensemble des lignes (à minima sur l'ensemble d'une UP) sur une durée de 8 semaines

Pour terminer une réunion de clôture a eu lieu, afin de mettre en place la pérennisation du chantier.

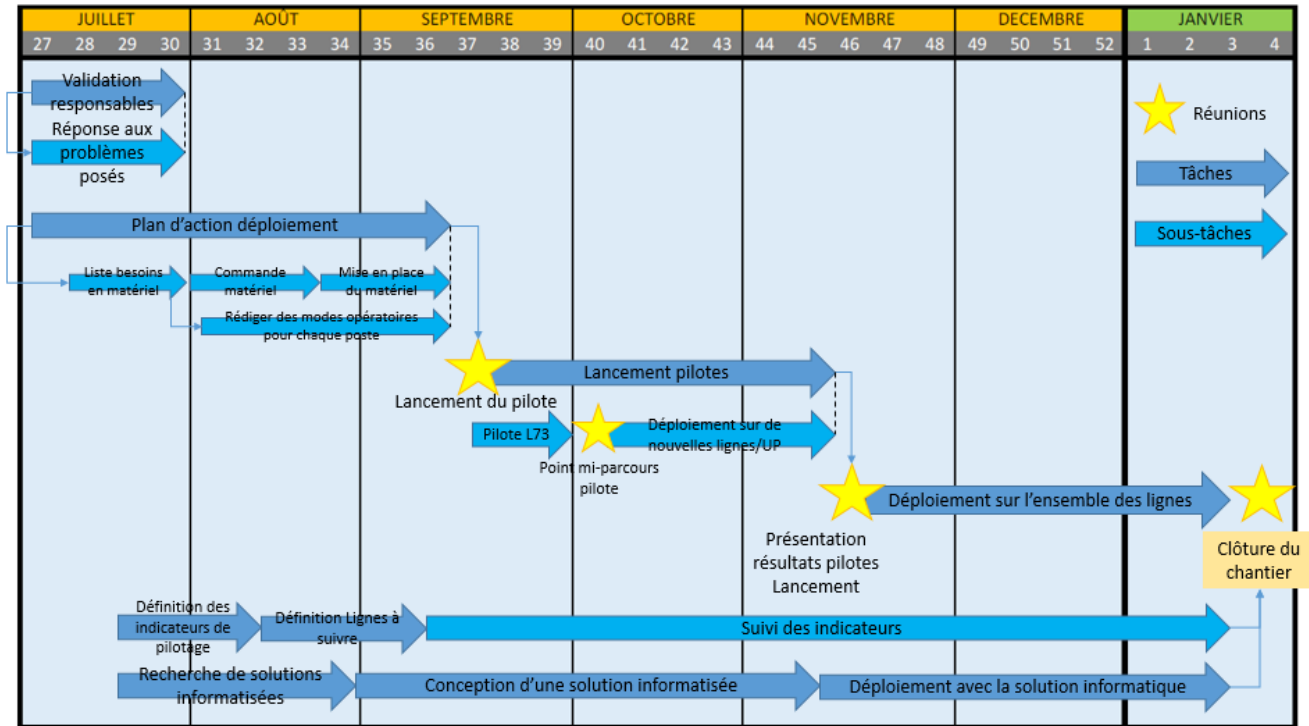


Figure 41 - Nouveau planning de déploiement du projet

IV.2.1. Phase préparatoire au déploiement (10 semaines)

Validation du concept et réponse aux problèmes posés

Ces phases de validation et de réponses aux problèmes posés ont donc eu lieu au cours du mois de Juillet 2016 avec les différentes réunions impliquant les responsables impactés par le chantier. Ces phases ont permis aux parties prenantes de comprendre les enjeux, valider hiérarchiquement les changements et, émettre des remarques sur les difficultés et points durs à régler. Cette phase a été décrite précédemment.

Besoins en matériel

Pour cette phase, il s'agit de faire le point avec l'équipe et de définir les besoins pour chaque poste, chaque espace de travail, lors de la mise en place du chantier. Tout le matériel n'était pas nécessaire pour le lancement sur un pilote, cependant, une liste exhaustive des besoins était impérative pour pouvoir lancer le chantier dans de bonnes conditions. Les besoins ont été listés ci-dessous :

LIEU		BESOIN
CARTE	Réappro SOUAL	<ul style="list-style-type: none"> → Format A5 → Aimant sur le dos → Une couleur par UP <ul style="list-style-type: none"> ○ Rose : Avène ○ Bleue : GV ○ Verte : FLEX ○ Rouge : MANUEL
	Réappro BAG	<ul style="list-style-type: none"> → Format A5 → Aimant sur le dos → Une couleur par destination <ul style="list-style-type: none"> ○ Vert : Extension ○ Jaune : Ancien
QUAI SOUAL		<ul style="list-style-type: none"> → 1 bannette plexi (similaire à la bannette des BL à réception) pour stocker les cartes à la livraison des paquets → Pochettes pour rassembler les BL avec les cartes
CAMION		<ul style="list-style-type: none"> → 1 bannette plexi : contre la paroi de la remorque ; pour stocker les cartes lors des trajets en camion
QUAI BAG		<ul style="list-style-type: none"> → 1 bannette dans le chariot pour garder les cartes lors des transports → 1 lanceur de cartes FIFO avec niveau rouge ajustable (pour organiser les lots de cartes qui arrivent) → Un grand tableau magnétique 300*130 (planification des chargements)
CPAC	Bureau	<ul style="list-style-type: none"> → Un casier (40 cases : 2*20 cases) pour mettre les DT à préparer (1 paquet DT / ligne / case) → Un casier (40 cases : 2*20 cases) pour mettre les DT prêtes (1 paquet DT / ligne / case) → Un lanceur de cartes FIFO avec niveau rouge ajustable (en fonction des effectifs)
	Box	<ul style="list-style-type: none"> → 8 Bacs à carte (1 par box)
	Préparateur	<ul style="list-style-type: none"> → Pochettes, trombones ou agrafeuse pour assembler les BL édités

Figure 42 - Liste des besoins en matériel pour le déploiement

Problèmes soulevés et solutions

Lors de la réunion du 22 juin, suite à la validation du concept nous avons fait un brainstorming afin de faire ressortir les problèmes soulevés par le basculement en flux tiré avec cette méthode. Ci-dessous sont décrits les différents problèmes que l'on pourrait rencontrer et en dessous de chaque problème ; une solution ou une piste de réflexion afin de palier au problème.

PROBLEME	SOLUTION
Perte de la carte – Qui est responsable ? / Comment faire ?	<ul style="list-style-type: none"> - La carte doit être déposée dans le camion dès qu'elle est transmise au cariste. - La carte est au format A5. - La carte possède un aimant pour la fixer au chariot.
Pas de tournée de camion la nuit	<ul style="list-style-type: none"> - Livrer le paquet de 21h et de 5h quand la carte revient - Augmenter la taille des paquets le soir (2*8h) - Introduire une carte nuit pour livrer les OPr de nuit
Décalage ou annulation d'un OPr dans le paquet de 8h	<ul style="list-style-type: none"> - On renvoie l'OPr s'il n'est pas réutilisé dans les 48h (sans renvoyer la carte) - On envoie la carte comme prévu quand on consomme le premier OPr du paquet
Demande un OPr en urgence	<ul style="list-style-type: none"> - Passer un appel pour prévenir de l'urgence, en même temps que la carte repart dans le camion - Si urgence absolue (<2h) ; on envoie l'OPr (seul) dans le camion, pas besoin de carte, car il n'ira pas dans les stocks à proprement parler. - Penser à réalimenter le stock si une carte verte revient dans le système.
Si 2 ou + tournées au même stock (Soual) – Comment récupérer les cartes ?	<ul style="list-style-type: none"> - Si 2 tournées dans le même stock OK - Si 3 ou + tournées dans le même stock NO - Rassembler les cartes au même endroit - Demander au chauffeur de récupérer toutes les cartes ou les lui transmettre - Informatiser l'information des cartes - OU dédier une boîte mail pour transmettre les informations
Si arrêt d'une semaine et changement d'OPr	<ul style="list-style-type: none"> - Passer un appel (la veille) pour prévenir du redémarrage et rappeler que le paquet de 8h a changé - Et prévenir si une ligne est arrêtée pour éviter de réalimenter le stock inutilement (avec date de réouverture si possible)
Comment réguler la charge de la demande par paquets de 8h ?	<ul style="list-style-type: none"> - Fractionner les livraisons de paquets si forte charge (y joindre les BL des OPr livrés) - Différer le chargement de certains BL si camion plein (stock prévu pour supporter un saut d'1 voire 2 livraisons)
Comment réamorcer le système le matin (accumulation des cartes consommées la nuit)	<ul style="list-style-type: none"> - Rassembler les cartes au lieu de la première livraison du matin (Ancien ou Ext), pour un retour des cartes plus rapide. - OU envoyer un mail à 5h avec les cartes consommées de la nuit. - OK, le système supporte si on attend la première livraison
Multipliation du nombre de DT (OPr > 8h)	<ul style="list-style-type: none"> - Découper les OPr supérieurs à 10 – 11h, si les OPr de 8h sont trop nombreux
Si un lot fait 24h, on n'aura pas l'OPr suivant prêt à l'emploi si aléa	<ul style="list-style-type: none"> - Inclure l'OPr suivant dans le premier paquet de 8h (taille 4h max) si OPr de 48h. - OU pas + 2 paquets par OPr → 1 OPr 24h = 2 paquets de 12h

Figure 43 - Tableau présentant les solutions aux problèmes soulevés lors des réunions

Indicateurs de suivi

Pour définir des indicateurs, je me suis référé aux objectifs initiaux du chantier, qui sont de stabiliser la charge de travail et diminuer les stocks moyens. Ainsi, j'ai donc décidé de suivre ces indicateurs pour le lancement du pilote. Vous trouverez donc le détail et les modalités de suivi de ces indicateurs :

Variation de la charge quotidienne à la CPAC : Nombre de DT quotidiennes ; cela est déjà en vigueur à la CPAC donc, il suffira de suivre le nombre de DT quotidiennes réalisées pour voir si la charge s'est stabilisée. Ce document déjà présenté dans la phase de cadrage se présente de la manière suivante :

JUIN	Nbre de DT
1	67
2	53
3	53
4	
5	
6	47
7	70
8	60
9	45
10	65
11	
12	
13	73
14	68
15	62
16	58
17	66
18	
19	
20	53
21	60
22	52
23	42
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

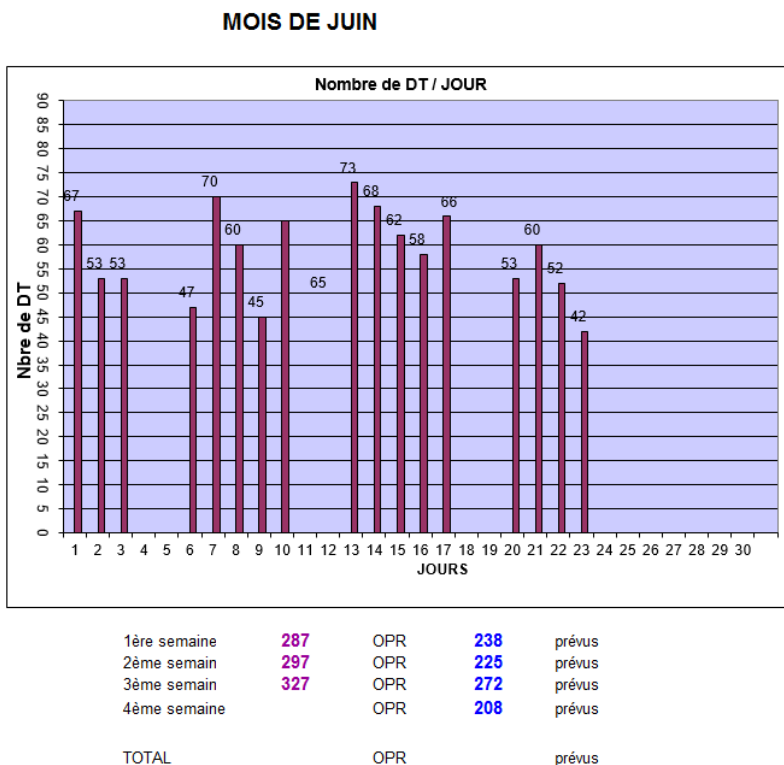


Figure 44 - Indicateurs pilotes - Variation de charge CPAC

Niveau de stocks : pour suivre les niveaux de stock moyens de SOUAL et BAGATELLE, j'ai trouvé une transaction sur SAP qui est utilisée par les équipes des magasins du stock avancé. Cette transaction affiche une palette par ligne avec la référence de lot et la ligne de conditionnement qui lui a été associée lors de la préparation à BAGATELLE. Ainsi, toutes les références présentes sur cette transaction sont ; soit sur le quai de BAGATELLE, soit dans les stocks avancés de SOUAL. Pour différencier l'endroit où elles sont trouvées, on va regarder une dernière colonne qui renseigne sur le nombre de jours en stock, si la case est vide, la palette n'est pas sur les stocks avancés (donc soit sur le quai de Bagatelle, soit dans le Camion). Dans un premier temps, nous relèverons les stocks sur les lignes pilotes (73, 85 et 93) avant le lancement du pilote, puis nous continuerons au cours du projet pour suivre l'évolution du niveau de stock sur ces lignes.

Il faudra relever les stocks quotidiennement, à heure fixe, car les stocks sont à un niveau bas, le matin et à un niveau élevé, le soir (phénomènes de plannings d'approvisionnement). Pour cela, nous ferons une extraction sur Excel et compterons les lignes Excel pour chacune des lignes de conditionnement impliquées en prenant soin de ne garder que les références dont le numéro de lot en interne commence par « s », afin d'éliminer les vracs en encours. Vous trouverez le tableau de suivi ci-dessous :

Relevés des stocks à J+7 max	SOUAL	BAG	TOTAL	SOUAL	BAG	TOTAL	SOUAL	BAG	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
	73			85			93			SOUAL	BAG	S+B
CIBLE	44	22	66	40	15	55	24	12	36	108	49	157
08-juil 10h	26	1	27									
11-juil 11h	13	0	13	50	46	96						
11-juil 14h	19	0	19	62	0	62						
12-juil 12h	8	6	14	65	0	65						
26-août 14h	27	0	27	34	21	55	13	0	13	74	21	95
06-sept 10H	25	10	35	42	0	42	23	8	31	90	18	108
08-sept 11H	55	6	61	60	26	86	42	0	42	157	32	189
12-sept 10H	32	0	32	66	14	80	74	19	93	172	33	205
13-sept 11H	35	16	51	49	21	70	41	7	48	125	44	169
14-sept 11H	33	10	43	38	34	72	32	24	56	103	68	171
15-sept 14H	33	0	33	66	2	68	55	13	68	154	15	169
16-sept 10H	18	11	29	77	1	78	73	0	73	168	12	180
19-sept 11H	32	20	52	67	19	86	24	0	24	123	39	162
20-sept 14H	47	0	47	58	0	58	11	8	19	116	8	124
27-sept 11H	15	12	27	56	20	76	26	12	38	97	44	141
28-sept 11H	21	1	22	72	7	79	97	0	97	190	8	198
29-sept 11H	31	16	47	67	0	67	66	1	67	164	17	181
30-sept 11H	42	9	51	64	0	64	47	0	47	153	9	162
03-oct 14H	24	21	45	65	17	82	44	0	44	133	38	171
04-oct 10H	32	11	43	45	0	45	33	0	33	110	11	121
05-oct 11H	28	0	28	56	0	56	22	12	34	106	12	118
06-oct 11H	21	19	40	37	0	37	26	25	51	84	44	128
07-oct 14H	30	0	30				28	34	62	58	34	92
10-oct 12H	22	0	22				47	17	64	69	17	86
11-oct 11H	28	0	28				34	13	47	62	13	75
12-oct 10H	43	0	43				21	23	44	64	23	87
13-oct 10H	34	0	34				44	10	54	78	10	88
14-oct 14H	28	0	28	57	0	57	26	7	33	111	7	118
17-oct 10H	19	0	19	60	23	83	25	19	44	104	42	146

Figure 45 - Indicateurs pilotes - Niveaux de stocks

Cet indicateur de suivi aura deux objectifs :

- Le premier sera de **suivre les niveaux de stocks** pour vérifier si les objectifs de baisse du niveau des stocks sont atteints (ou du moins, conformes aux projections).
- Le deuxième permettra de **surveiller** que **le processus de réapprovisionnement** des stocks se déroule comme prévu. Il faudra donc mettre un seuil d'alerte de niveau de stock (*par exemple un stock équivalent entre 8h et 12h de besoin déclenchera une alarme*).

Les seuils d'alertes sont définis par l'étude sur les flux au conditionnement, ainsi, la valeur seuil sera la valeur théorique de palettes d'AC nécessaires par équipe. On aura donc, pour une équipe, en 8 et 19 palettes (en fonction du format) pour la ligne 71 et entre 9 et 22 palettes pour la ligne 73.

IV.2.3. Lancement du pilote (9 semaines)

IV.2.3.1. Préparation des essais pilote

Réunion de préparation des essais

Avec le lancement d'un pilote sur 3 lignes ; la première difficulté à laquelle il a fallu faire face est que 2 systèmes vont fonctionner de concert. Cela va ajouter des contraintes supplémentaires sans forcément y voir un avantage.

Page | 66

Pour chaque lancement d'essai (sur chacune des trois lignes candidates), les réunions de préparation aux essais pilotes ont porté les différents points suivants :

- Début et fin des essais
- Nouveaux modes opératoires
- Préparation des cartes Kanban
- Planification des réunions quotidiennes entre les acteurs

Amorcer le système

Pour commencer, il faut se poser la question de comment amorcer le système ?

Il y aura 4 étapes majeures pour amorcer le système le jour du lancement :

**J-4
PLANIFICATION
CT**

Faire les DT groupées en paquets de 8h pour le jour J

J-1 BAGATELLE

Préparer le BL8h + Carte CPAC pour la ligne 73 sur le quai de Bagatelle

H-8 BAGATELLE

Liver BL8h + carte TRANSFERT sur SOUAL.

Point de mi-parcours

Nous avons organisé un point de mi-parcours avec le comité de pilotage du projet. Pour faire une première analyse des résultats fut faite. Ce fut également l'occasion de recenser les difficultés rencontrées avec l'analyse des indicateurs de suivi du pilote qui ont permis de dresser un premier bilan pour apporter des actions correctives si nécessaire.

Ce point de mi-parcours fut également l'occasion d'étendre le projet pilote à d'autres lignes. Il a fallu lors de cette réunion en définir le nombre – bascule-t-on une UP entière ? Ajoutons-nous seulement quelques lignes ? – et le type de lignes concernées.

Seuls les résultats du pilote permettront de répondre à ces questions. L'idée étant d'arriver le plus vite possible avec une volumétrie plus importante pour observer le comportement du système, avant de lancer ce système sur tout le flux.

Retour d'expérience

Pour la clôture du chantier, nous avons convié l'ensemble de l'équipe qui a travaillé sur le chantier ainsi que leurs responsables hiérarchiques afin de le présenter à la direction industrielle. Cette réunion avait un double objectif : le premier étant la pérennisation du chantier et le second, un objectif de communication. Y furent présentés la démarche utilisée, la réalité sur le terrain du système en place et les résultats obtenus. Ceci a permis de mettre en valeur le travail et s'assurer que le projet se maintiendra dans le temps.

IV.3. Recherche d'une solution informatique pour la transmission des Kanbans

C'est un des plus gros points de blocage, que j'ai dû affronter au cours de mon projet ; la responsabilité des cartes et leurs pertes. Sachant que mon système est basé sur la transmission de ces cartes pour matérialiser un signal de réapprovisionnement, elles sont importantes dans la conception du flux tiré.

Cependant, ce flux tiré pourra se passer des cartes avec une informatisation de cette dernière. Pour cela, il serait possible d'utiliser l'ERP en vigueur (SAP) sur le site de Soual.

Suite à ces nombreuses remarques auxquelles il a fallu répondre, concernant la transmission des cartes, aux équipes impactées par ce chantier et aux responsables, j'ai décidé de porter la réflexion sur le développement d'une solution informatique pour la transmission des cartes KANBAN. Vous trouverez donc ci-dessous un schéma présentant la solution que l'on peut apporter avec l'environnement informatique actuel. Le système reste exactement le même que celui développé avec les cartes.

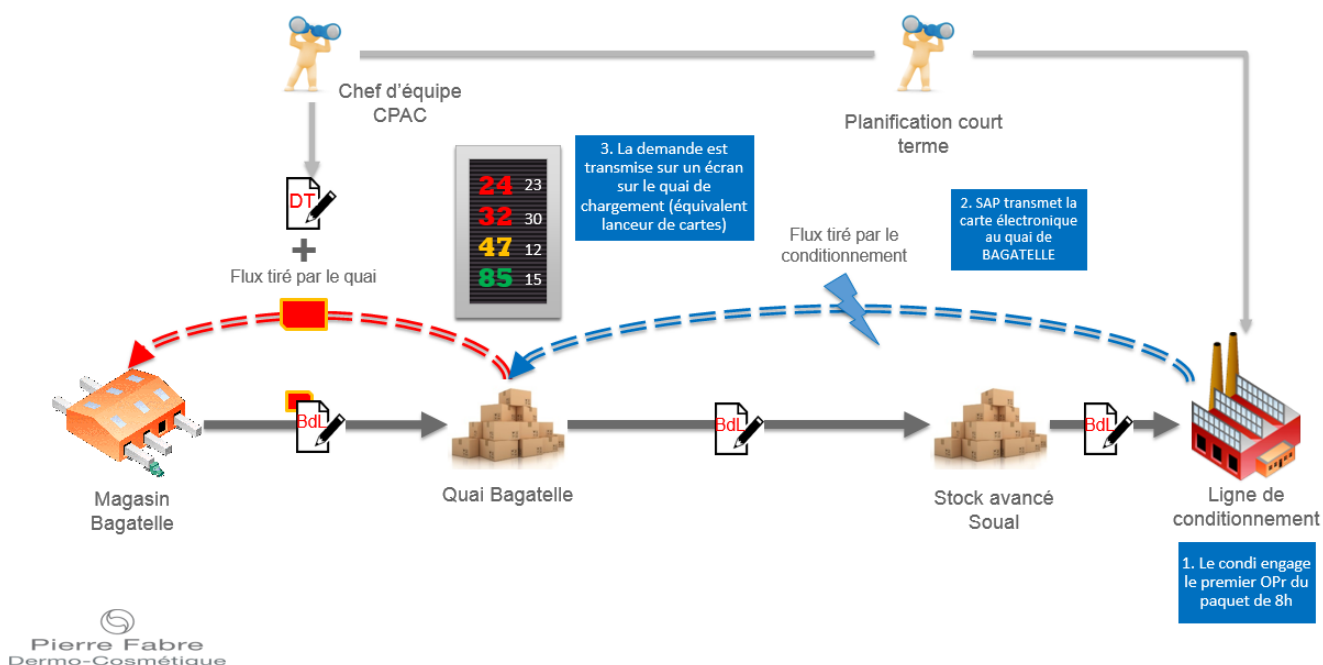


Figure 46 - Schéma du flux tiré avec cartes électroniques

Ainsi, on retrouve deux changements principaux : le premier est que la carte électronique partira lors de l'engagement de l'OPr, c'est-à-dire, lorsque le pilote de ligne aura donc décidé de lancer un lot de conditionnement et que les articles seront donc prêts sur la ligne (ou en stock sur le site de Soual). Lorsque l'OPr est engagé, la carte électronique va partir vers le site de Bagatelle.

Le deuxième changement est sur le quai de Bagatelle. C'est actuellement avec le système de cartes physiques, le lieu où la demande est réellement exprimée et qui déclenche donc le chargement du camion suivant. Aujourd'hui, c'est un lanceur FIFO (ou un tableau magnétique) qui a été choisi. Avec le KANBAN électronique, un écran remplacera ce lanceur et réceptionnera la demande émise par le conditionnement. Ainsi, comme présenté sur le schéma ci-dessus, les numéros de ligne apparaîtront en FIFO (premier arrivé, premier servi) sur l'écran. On peut alors y ajouter un indicateur de couleur en fonction du délai où est arrivé la demande ; par exemple : **vert < 3h ; 3h < jaune < 6h ; rouge > 6h**, ces valeurs ont été définies en fonction de la taille des conteneurs (8h) et du temps de livraison (2h). Ainsi 2h avant la fin du conditionnement du premier paquet est un moment critique où il faudra livrer en priorité. On pourra également trouver à côté du numéro de la ligne de conditionnement à servir, le nombre de palettes associées à ce paquet, afin de permettre une visibilité immédiate du volume de chacun des paquets demandés par le conditionnement.

V. Résultats

V.1. Effets sur les stocks avancés de l'usine

Au cours des essais, j'ai relevé les stocks quotidiennement en réalisant une extraction de SAP afin de comparer l'évolution au cours du temps. Ainsi, vous trouverez ci-dessous les graphiques retraçant cette évolution, puis vous trouverez ensuite trois tableaux comparatifs avant/après les essais.

Pour les graphiques, j'ai représenté les évolutions de stocks pour chacune des trois lignes soumises au test. La courbe pleine représente le niveau de stock sur Soual uniquement, et la courbe en pointillé représente les niveaux de stock de Soual + le quai de Bagatelle.

On trouvera dans le cadre rouge, le niveaux de stocks durant les essais. Les zones hachurées représentent les périodes de maintenance et la ligne bleue représentent les niveaux de stocks cibles (calculés avant le lancement des essais).

Ligne 73, Unité de production Avène

Pour la ligne 73, le pilote n'a duré que 3 semaines qui est une période un peu courte pour en tirer toutes les conclusions sur les bénéfices de la mise en place d'un flux tiré. En revanche, on constate sur les périodes en dehors des essais un comportement très variable des niveaux de stocks. Sur la dernière phase entre les deux périodes de maintenance, le niveau de stock est assez haut, comparé à la période allant de 19 à 33. Pour avoir plus de recul, il aurait été intéressant de mener les essais sur au moins 5 semaines. Étant le premier essai que nous avons mené, il a fallu 10 jours pour que tous les acteurs comprennent le fonctionnement. Nous avons eu des perturbations dans les approvisionnements uniquement induits par le changement des pratiques. Cet essai, au-delà des résultats, nous a permis de valider le concept dans les grandes lignes, et d'identifier les points durs, comme :

- La perte des cartes TRANSFERT
- La formation des caristes
- L'inadéquation du format du carnet de préparation de la CPAC

Ligne 73			
	AVANT	APRES	Evolution
MIN	7	15	114%
MOYENNE	36	31	-15%
MEDIANE	28	32	14%
MAX	83	47	-43%
ECART TYPE	20,4	9,6	-53%

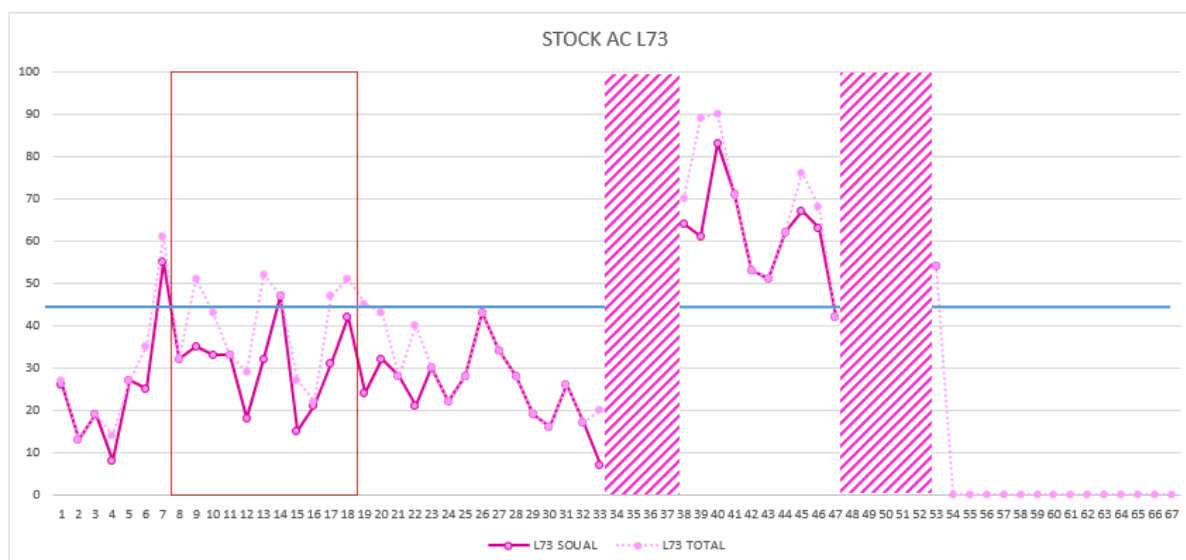


Figure 47 – Évolution du nombre de palettes dans Les stocks avancés sur La Ligne 73

Ainsi, nous avons relevé une augmentation du minimum (+114%) et une diminution du maximum (-43%), ce qui, accompagné d'un écart-type divisé par deux (-53%) témoigne d'une bonne stabilisation des stocks. C'est un des principaux apports du flux tiré. En revanche, en ce qui concerne les niveaux moyens de stock, le bilan est stable sur cette ligne. Des résultats similaires ont été anticipés du fait d'une bonne gestion des approvisionnements avant le lancement du chantier.

Ligne 93, Unité de production Flexible

Grâce à ce premier test, nous avons pu engager le deuxième test sur la ligne 93. C'est sur cette ligne de conditionnement que la période d'essai la plus longue a été menée, elle a débuté la première semaine d'octobre et s'est étendue jusqu'à la première semaine de décembre, soit 10 semaines. Cette longue période d'essai permet d'avoir des résultats plus concrets concernant la réduction des stocks. Ainsi, avec les chiffres ci-contre, nous constatons que les niveaux de stock ont été fortement stabilisés (minimum +27%, médiane -14%, maximum -42%, écart-type -57%). Ces chiffres se traduisent sur la courbe ci-dessus par une nette stabilisation de la courbe. La moyenne est, quant à elle, diminuée de 18%.

Ligne 93

	AVANT	APRES	Evolution
MIN	11	14	27%
MOYENNE	45	37	-18%
MEDIANE	42	36	-14%
MAX	97	56	-42%
ECART TYPE	25,6	11,0	-57%

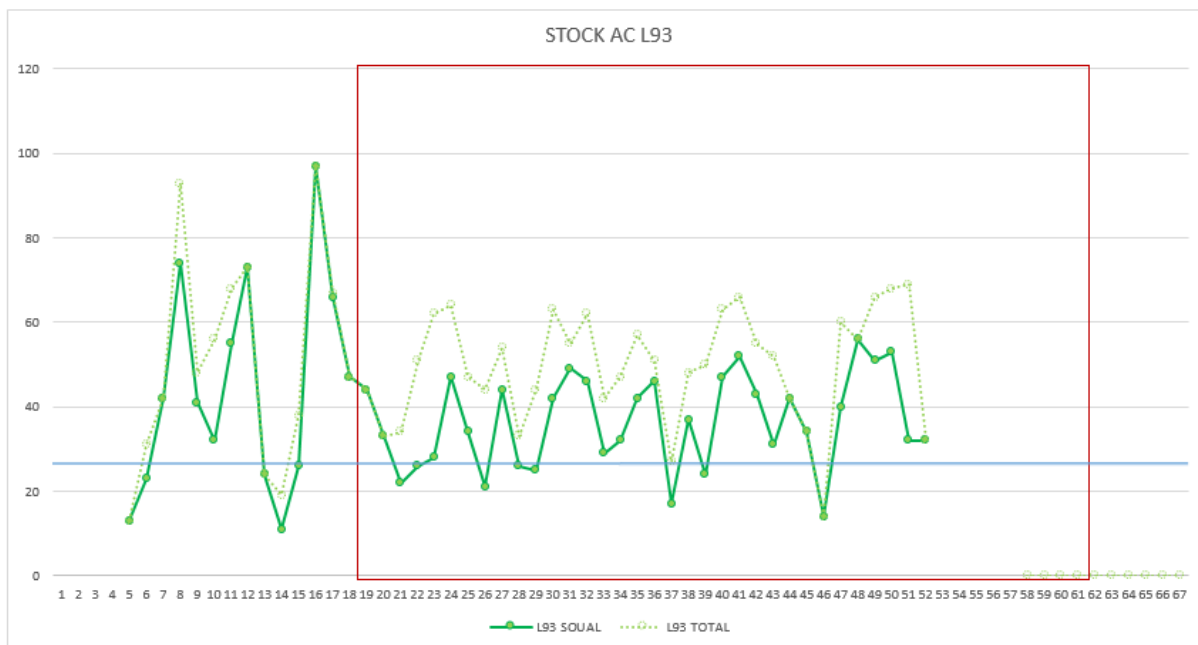


Figure 48 - Évolution du nombre de palettes dans Les stocks avancés pour La ligne 93

Ligne 85, Unité de production Gros Volumes

La troisième et dernière ligne qui a été lancée en test est la ligne 85 dans l'UP Gros Volume. Cette ligne a été choisie car elle tourne en 3*8 est elle est également sujette à d'importantes cadences en production. Avant le lancement, nous avons décidé de positionner 3 cartes Kanban (au lieu de 2) pour fluidifier et sécuriser les approvisionnements. En effet, cette décision a été prise car il n'y a aucun approvisionnement la nuit entre Bagatelle et Soual. Ainsi, les chiffres présentés en cours de test présentent des résultats encourageants avec une diminution des stocks de 20% et une diminution de l'écart type de 12%.

Ligne 85

	AVANT	APRES	Evolution
MIN	34	28	-18%
MOYENNE	60	47	-21%
MEDIANE	62	45	-27%
MAX	86	71	-17%
ECART TYPE	13,6	12,0	-12%

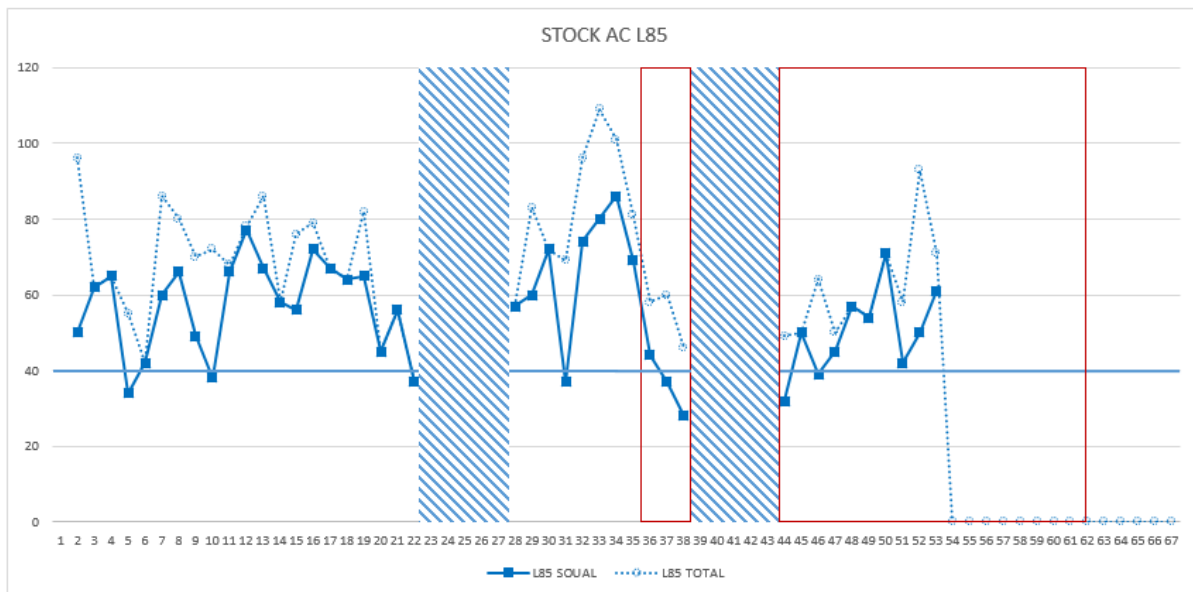


Figure 49 - Évolution du nombre de palettes dans Les stocks avancés pour La Ligne 85

V.3. Suite des essais, déploiement sur une Unité de Production

Pour la suite, et pour aller vers un déploiement, il a été convenu de déployer le projet sur un ordre de grandeur intermédiaire. C'est-à-dire, de prévoir un déploiement UP par UP. Pour cela, il sera intéressant de voir lesquelles sont volontaires et les plus intéressantes.

En partant de l'état des stocks avancés dans l'usine, vous trouverez, ci-contre, un tableau des gains attendus sur la base des gains effectués avec les essais pilotes. Sur les 3 UP candidates, nous avons l'UP Flexible qui est la plus facile à adapter et qui va permettre de tester le système sur un nombre de lignes de conditionnement plus important. De plus, elle est approvisionnée par un seul des deux stocks avancés de l'usine. Les gains potentiels seront donc plus visibles. Si l'on observe le tableau ci-contre, on peut constater que le gain espéré sur cette UP est de 38%, soit 122 palettes. Ce qui représente le gain le plus élevé autant en relatif qu'en absolu.

Variation UP Flex	-122	-35%
Variation UP Avène	-32	-6%
Variation UP GV	-102	-16%
TOTAL	-256	-31%

La deuxième UP, la plus intéressante, est l'UP Gros Volume, car elle représente des gains importants. Cependant, elle se trouve dispersée entre les deux stocks. On constate que le potentiel est le plus élevé dans cette unité de production car avec seulement 16% de gains potentiels, il est possible de gagner 100 palettes sur l'espace de stockage avancé de l'usine. L'inconvénient avec cette unité de production, est qu'elle fonctionne en 3*8 pour une bonne partie de ces lignes de conditionnement. Avec le fait que les livraisons d'AC depuis Bagatelle ne sont pas assurées la nuit, nous avons été contraints d'augmenter les stocks (en ajoutant une carte Kanban) pour éviter toute rupture d'approvisionnement.

Pour terminer, l'unité de production d'Avène est celle qui augure le moins de gains potentiels car les pratiques d'approvisionnements actuelles sont les plus rigoureuses. De plus, elles sont d'autant plus facilement respectées qu'elle sont globalement soumises à moins d'aléas sur le processus de conditionnement.

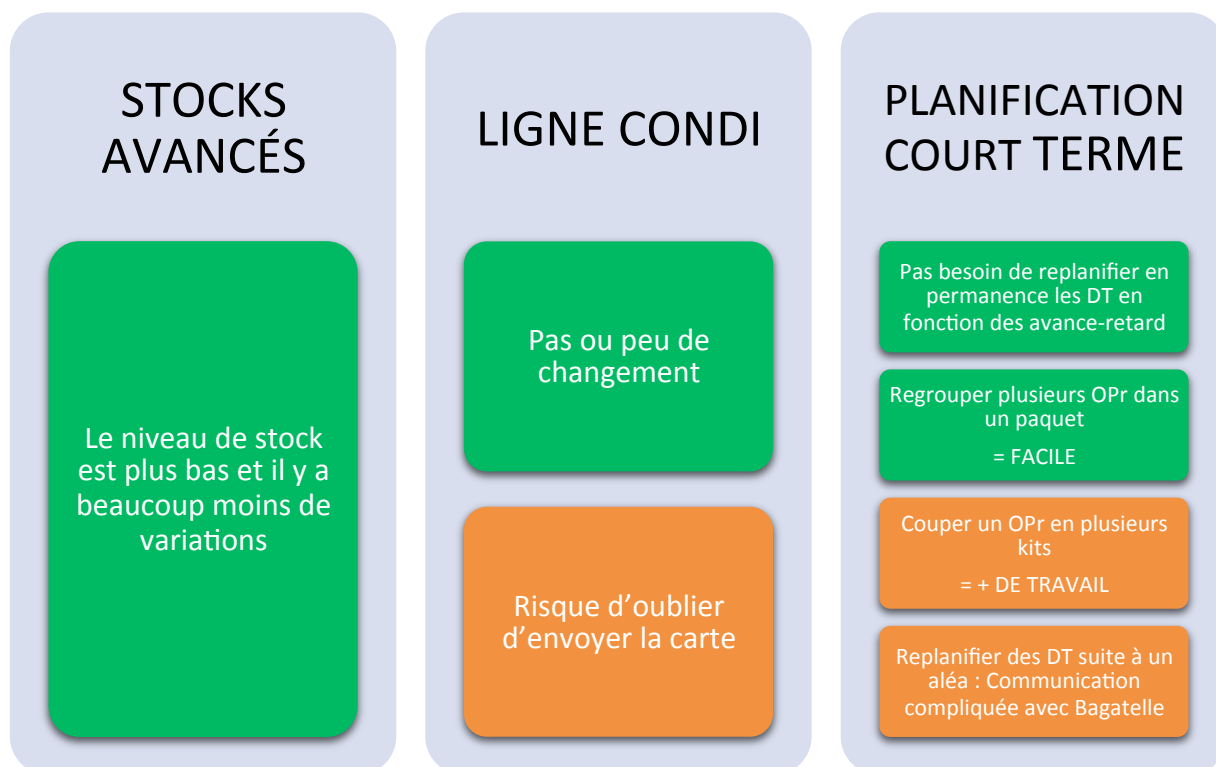
	Cible	Actuel	Variation absolue	Variation relative
EMPCD025	12	9	4	36%
EMPCD043	38	51	-13	-25%
EMPCD045	22	37	-15	-41%
EMPCD047	24	18	6	33%
EMPCD061	12	21	-9	-43%
EMPCD071	38	28	10	36%
EMPCD073	31	36	-5	-14%
EMPCD077	12	10	2	20%
EMPCD085	40	46	-7	-14%
EMPCD086	14	30	-16	-53%
EMPCD091	8	41	-33	-80%

	Cible	Actuel	Variation absolue	Variation relative
EMPCD018	38	23	15	65%
EMPCD026	16	44	-28	-64%
EMPCD029	6	14	-8	-57%
EMPCD030	8	13	-5	-38%
EMPCD031	12	12	0	0%
EMPCD032	14	13	1	8%
EMPCD033	10	32	-22	-69%
EMPCD037	8	17	-9	-53%
EMPCD039	6	7	-1	-14%
EMPCD044	30	66	-36	-55%
EMPCD046	20	48	-28	-58%
EMPCD048	20	35	-15	-43%
EMPCD049	10	12	-2	-17%
EMPCD051	14	22	-8	-36%
EMPCD060	26	17	9	53%
EMPCD078	6	6	0	0%
EMPCD081	22	50	-28	-56%
EMPCD082	20	29	-9	-31%
EMPCD093	24	30	-6	-20%

Vous trouverez, ci-contre, un tableau qui décrit ligne de conditionnement par ligne de conditionnement la cible (fonctionnement en flux tiré) versus l'état actuel, avec en face la variation absolue et relative en palettes. Le premier tableau regroupe les lignes de conditionnement rattachées au stock avancé de l'extension, et le deuxième tableau regroupe celles de l'ancienne usine.

V.4. Avantages et inconvénients de la solution

Ci-dessous, est présentée une figure qui récapitule les points positifs (en vert) et les points négatifs (en orange) discutés lors du retour d'expérience de la phase d'essai pilote qui ont été menés sur les lignes dans chacune des unités de production de l'usine. J'ai donc découpé chacun des points en fonction des métiers impactés.



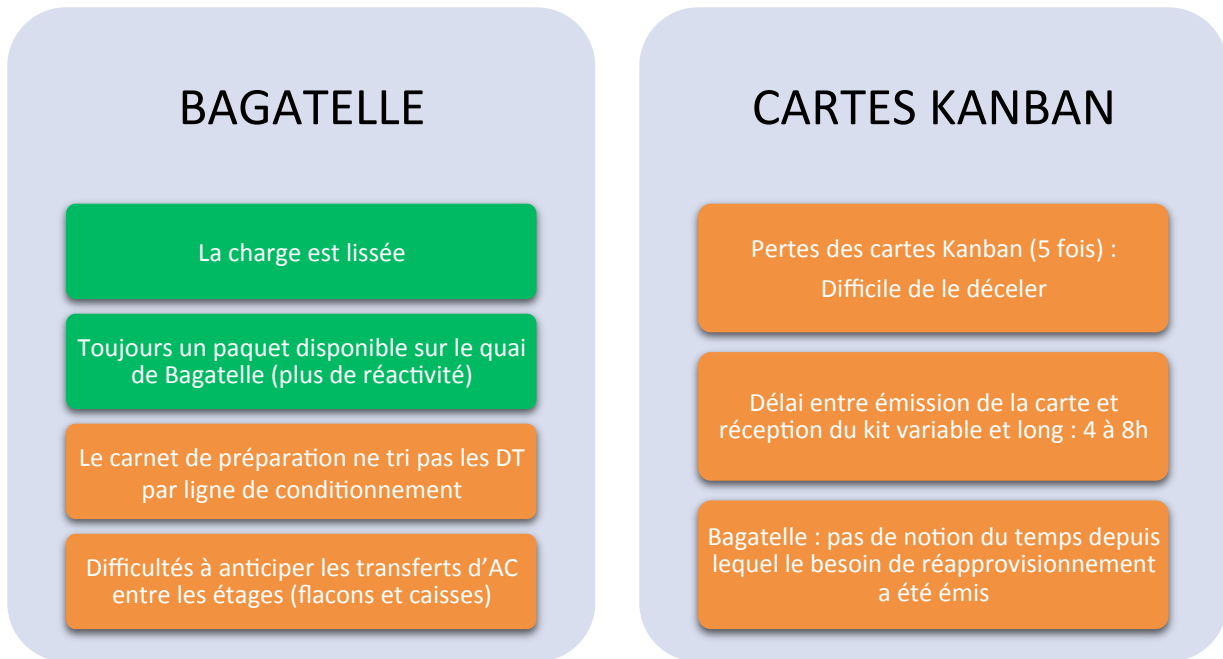


Figure 50 - Forces et faiblesses de La solution mise en place

Les points négatifs présentés dans le dernier bloc « Cartes Kanban » sont les principales difficultés liées à la gestion de cartes physiques et leurs transports dans les camions. Ces difficultés pourront toutes être surpassées avec le déploiement d'une solution via SAP de carte électroniques.

VII. Conclusion du projet

VII.1. Bilan du projet :

Le tableau ci-dessous, présente le déroulement des grandes phases du projet depuis le plan d'action de déploiement jusqu'au lancement des essais pilotes sur les lignes choisies pour effectuer ces essais.

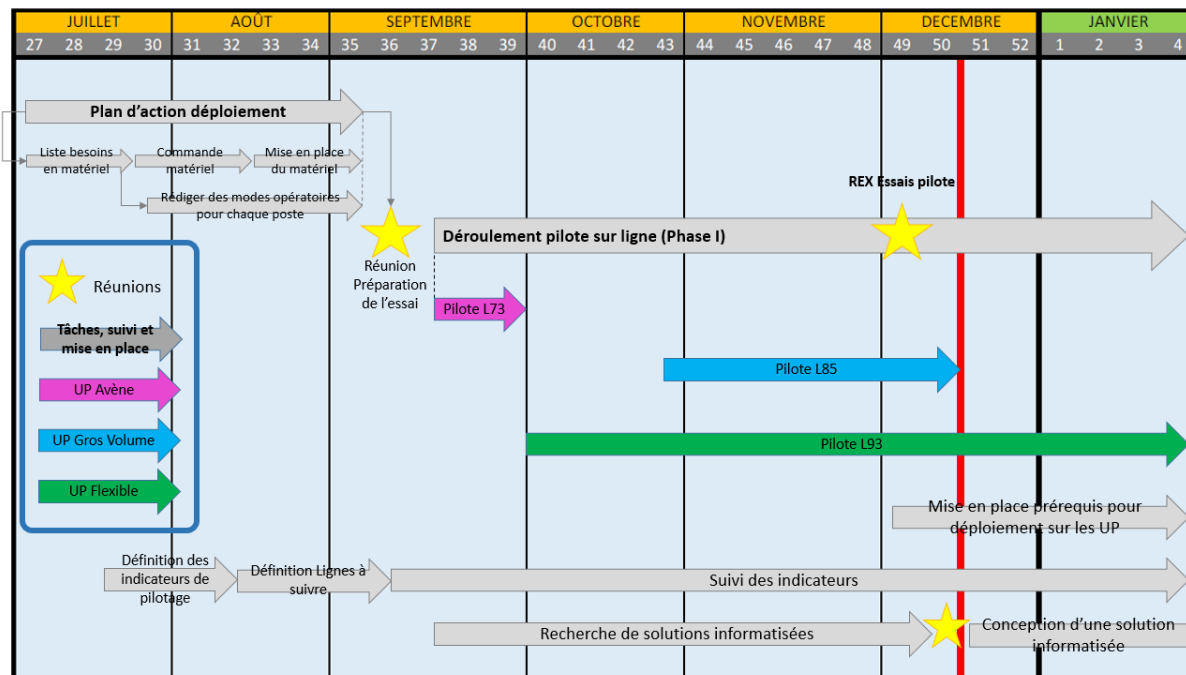


Figure 51 - Tableau GANTT de déploiement du projet

Les essais ont commencé en septembre 2016 pour un lancement initialement prévu en juillet 2016. Le retard pris à la conception et la mise en place du projet a repoussé son lancement à septembre, après l'arrêt technique estival.

En parallèle de cela, plusieurs réunions avec la DSI (Direction des Systèmes d'Information) ont permis d'aboutir à un cahier des charges sur la conception d'une solution informatisée, ce qui permettra de pérenniser ce mode d'approvisionnement.

VII.2. Synthèse des résultats

Diminution des stocks et stabilisation du flux

Les essais pilotes menés sur une ligne de conditionnement nous ont permis de mettre en avant un gain de 20% en moyenne et de 50% sur la variation des niveaux de stocks (écart-type). Ces deux chiffres sont donc importants car le premier montre le nouveau niveau moyen, que nous avons baissé. Et le second représente la réalité des gains de place sur le terrain, car la diminution des pics représente la stabilisation du flux d'approvisionnement.

Si l'on compare ces résultats aux objectifs initiaux, nous pouvons constater que les gains sont légèrement moins importants que prévus initialement, mais la stabilisation du flux (-50% de variation de charge) est conforme à nos ambitions initiales.

Déploiement du système sur une partie du flux

Notre système a donc été déployé sur des lignes d'unités de productions distinctes. Ce lancement (phase I) avait été validé en Juillet 2016 pour une mise en route mi-septembre. Ce délai m'a laissé le temps de préparer un plan d'action de déploiement avec notamment une réflexion sur le matériel nécessaire. En parallèle, j'ai préparé les modes opératoires pour chacun des métiers impactés par les essais pilotes. Une fois ce plan d'action établi, j'ai pu organiser une réunion de lancement avec les responsables et personnels opérationnels afin de communiquer l'organisation que nous aurons au cours des essais. Ces essais ont continué au cours de l'année 2017.

Les essais ont repris après mon départ, avec une phase pilote étendue à toute l'unité de production Flexible. Ce fut un déploiement, une fois encore, avec des cartes physiques dont l'objectif était de valider le concept avec un volume plus important de cartes, mais aussi pour mesurer de manière plus concrète le gain de place dans les stocks avancés et la charge de travail à la centrale de préparation (Bagatelle).

Conception d'une solution e-Kanban (solution par DT sur SAP)

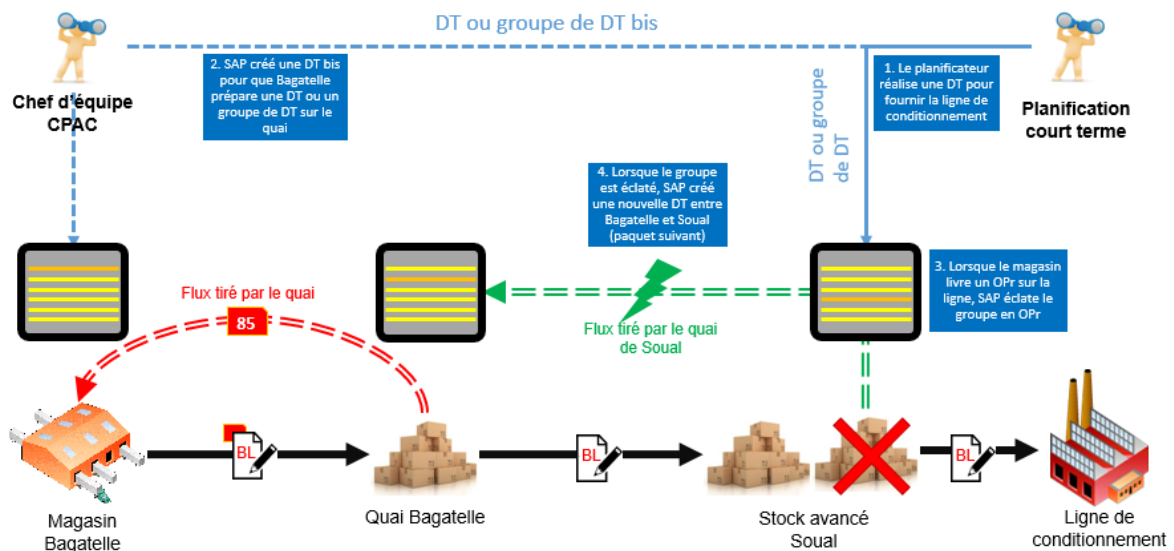


Figure 52 - VSM de la solution informatique présentée pour la réunion avec l'informatique

VII.4. Suite à donner au projet

Ci-dessous est présenté le nouveau Gantt à jour des futures actions à mener sur un horizon de 6 mois. La livraison du Kanban électronique a été fixée à juillet 2017. Cela reste une estimation, cependant nous partirons de cette estimation pour planifier le reste des actions à mener pour valider le concept.

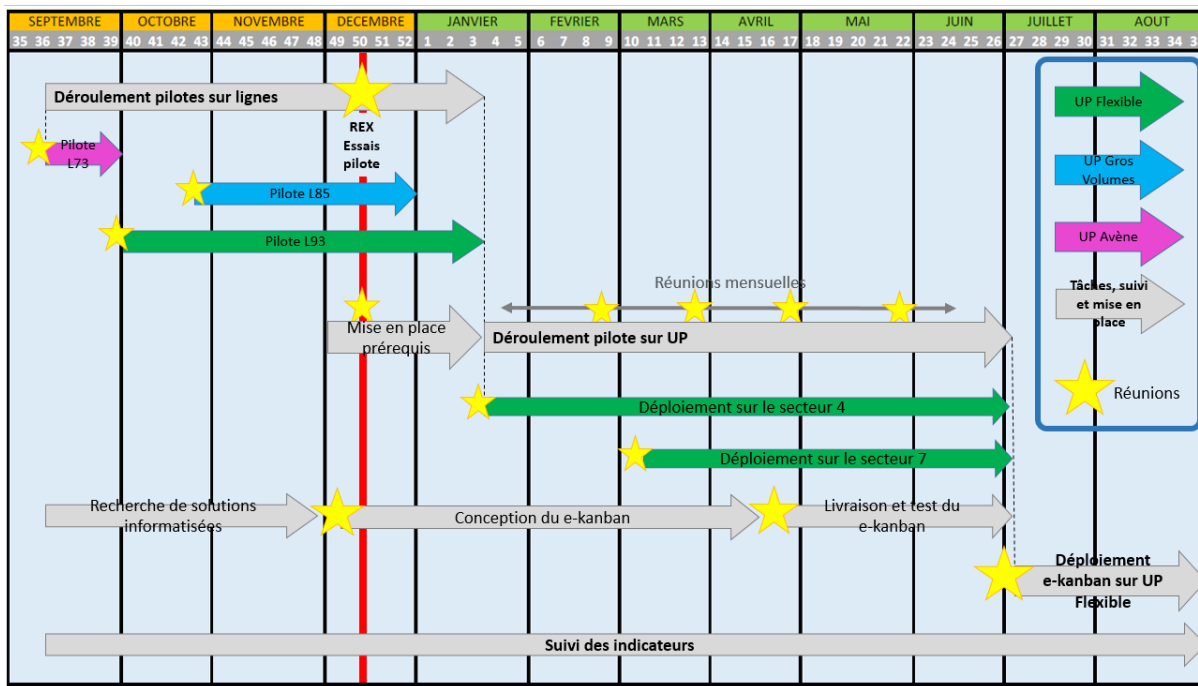


Figure 53 - Planning Gantt du plan de déploiement du projet

Nouvelle phase pilote sur une UP complète permettra :

- De former tous les chargés d’approvisionnement de cette unité de production
- D’avoir une ressource humaine pour surveiller, coordonner et alimenter en données le projet
- De valider le concept sur un volume de produits plus important en lançant un test pilote sur une unité de production entière (environ 10-12 lignes de production).
- L’intégralité de cette unité de production fonctionnera sur ce mode et cela permettra de visualiser les résultats encourageants de la méthode appliquée sur l’effet de volume.

Une personne à plein temps (ou mi-temps aménagé sera nécessaire) pour suivre le déploiement et s’assurer du bon déroulement surtout dans les premiers roulements de carte. La perte de cette carte physique reste l’inconvénient majeur.

Conception, livraison et test du e-Kanban

- Plusieurs réunions avec la DSI a permis de définir le cahier des charges pour valider la mise en œuvre et le planning de déploiement. Il devra avoir lieu sur la première moitié de l’année 2017.
- Le déploiement devrait être possible sur les mois de juillet et août 2017.

Chapitre V : Conclusion et perspectives

Le contexte industriel pharmaceutique est en pleine transformation, les contraintes réglementaires poussent les industriels à être très vigilants sur la gestion des ruptures d'approvisionnement. Ajouté à cela, la course à la rationalisation et les baisses de marges dans le secteur ont poussé les industriels à externaliser une partie de leurs productions à faible valeur ajoutée.

Page | 78

Cela a mis en danger la chaîne d'approvisionnement en médicaments, aussi bien sur le marché français que mondial. En conservant le mode de production actuel, ces problèmes majeurs perdureront. Dans un souci d'efficacité et de réactivité, le monde industriel pharmaceutique a vocation à aller dans la même direction que les autres secteurs.

Le mode de production actuel dans le secteur pharmaceutique est issu du système MRP qui consiste bien souvent à avoir en donnée d'entrée de planification de la production, une prévision commerciale, qui va pousser le flux de matière vers des stocks. Ce mode de production est générateur de stocks et amènera bien souvent les usines et entrepôts, à avoir trop de produits dont elles n'ont pas besoin et pas assez de produits dont elles ont besoin.

Les ruptures d'approvisionnements successives vont pousser les industriels à augmenter leurs niveaux de stocks de sécurité à la hausse, ce qui va augmenter les temps de cycles et conduire de nouveau à des ruptures d'approvisionnements. C'est ainsi que l'on atteint la limite de ce mode de gestion des flux. C'est un mode qui était adapté à un environnement où la demande était supérieure à l'offre.

En découvrant les concepts de la Supply Chain, nous avons pu comprendre que peu, voir aucune des activités liées à l'acheminement des marchandises n'apporte de valeur ajoutée au produit. C'est pour cette raison que la logistique doit tendre vers un chemin le plus direct vers le client. La gestion des flux, tirés par la demande, permettent de réduire les mouvements inutiles, intervenus trop tôt ou trop tard dans la chaîne qui vont alors provoquer systématiquement un allongement des temps de cycles d'approvisionnements des marchés. Et qui dit allongement des temps de cycles signifie augmentation des stocks de sécurité pour une couverture similaire.

Tirer les besoins en approvisionnement permet de lisser la demande et de sécuriser la chaîne d'approvisionnement.

Le cas d'application de mise en place d'un flux tiré dans l'usine de Pierre Fabre a permis de vérifier que les flux tirés apportent :

- Une gestion des stocks dynamique tirée par la demande : on a pu voir que deux méthodes de gestions ont fait leur preuves, les flux tirés qui ont été décrits en détails et les flux mixtes, dont la solution DDMRP est encore plus nouvelle en mixant les deux types de flux selon les besoins (flux poussés et flux tirés).
- Des résultats encourageants (-20% en moyenne, -50% en écart-type) sur les stocks avancés de l'usine Soual, Pierre Fabre
- Une réduction des stocks avec une couverture identique, voire meilleure car plus stable : une diminution de 50% de l'écart-type mesuré sur les stocks avancés de l'usine de Pierre Fabre à Soual, permet en plus de diminuer les stocks moyens et d'assurer une meilleure couverture car plus stable.
- A une plus grande échelle, une réduction des temps de cycles internes : les produits restent moins longtemps en stock, donc le besoin en approvisionnement diminue.

Nous avons pu constater que les méthodes de gestion en flux tirés par la demande ont un impact positif sur la gestion des stocks. Cela permet d'accompagner le développement de l'entreprise à l'internationale qui va faire face à une augmentation attendue des volumes de ventes de 5% par an environ, cela nécessitera de développer des méthodes de gestion des stocks performantes sur toute la chaîne d'approvisionnement du groupe.

On pourra donc conclure ce mémoire en établissant deux axes d'améliorations dans la gestion des flux au sein de l'industrie pharmaceutique. À l'échelle de l'usine, nous avons pu entrevoir un important bénéfice à la mise en place de flux tirés pour diminuer les stocks intermédiaires alors qu'à une échelle plus macroscopique, une solution intermédiaire type DDMRP dont on a brièvement parlé, commence à faire ses preuves dans la supply chain end-to-end.

L'avenir augure d'autres défis à relever dont un important que constitue la sérialisation. C'est un projet européen, mais cela se met en place dans d'autres pays/régions. Il s'agira de donner un numéro de série unique aux médicaments, pour permettre de lutter contre les médicaments contrefaits. Cependant, la sérialisation va apporter un niveau supplémentaire de complexité logistique (un numéro = un pays), quand une bonne partie des ruptures d'approvisionnement actuelles sont réglées par l'importation parallèle (venant d'un autre pays). Cette rigidité supplémentaire demandera donc aux industriels d'investir beaucoup d'énergie dans la bonne gestion des stocks et de la production, pour cela, l'une des clés réside dans le basculement des usines et de la chaîne logistique en flux tiré.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Livres

« Management Industriel et Logistique » G. Baglin, O. Bruel, A. Garreau, M. Greif, L. Kerbache, C. Van Delft Economica, 2010 Page | 80

« Bien voir pour mieux gérer » M. Rother, J. Shook, Institut Lean France, 2008

« Logistique et supply chain » Y. Pimor et M. Fender

« Juste à temps ! », Henri Cartier-Bresson, Janvier 2009

« Introduction to Material Management » T. Arnold, L. Clive, S. Chapman, 2008

Articles

Dominique DEBOURGES, Chef de pôle Contrôle du marché, Direction de la surveillance – ANSM, Mars 2015

Christopher J., Roberts, Kevin J., Wand., A Holistic analysis of pharmaceutical manufacturing and distribution : Are conventional supply chain appropriate ? University of Udderfield, 2006

K Pavlovic & V Bozanic, Lean and Six Sigma Concept – Application in Pharmaceutical Industry, 4th International Quality Conference, May 19th 2010

Analysis of Impementation of TPM, TQM and JIT in Pharmaceutical Manufacturing, T. Friedli, M. Goetzfried, P. Basu, Octobre 2015

A. Greene et D. O'Rourke, PharmTech, Lean manufacturing practice in a cGMP environment, Septembre 2006

T.Blur, Le MRP est mort vive le DDMRP, Supply Chain Magazine, Avril 2015

G.Allemand, E. Auzanneau, L'industrie pharmaceutique, prête à relever tous les défis – Supply Chain Magazine, Novembre 2015

Sites internet

Supply chain Meter, « La supply chain » http://www.supplychain-meter.com/supplychainmeter_web/fr/La_Supply_Chain_Les_acteurs.awp, 10 novembre 2016

HEC Liège, « La stratégie du Supply Chain Management : quelques recommandations pour la formation de managers »
[http://www.cidegef.refer.org/activites/remises/liege/pdf/Supply%20Chain%20Management\(1\).pdf](http://www.cidegef.refer.org/activites/remises/liege/pdf/Supply%20Chain%20Management(1).pdf), le 24 novembre 2016

NC State University, « Reorder Point », <https://scm.ncsu.edu/scm-articles/article/reorder-point-formulainventory-management-models-a-tutorial>, le 13 janvier 2017

Logistique conseil, « Méthode du lot économique ou formule de Wilson »
<http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Logistique/Methode-wilson.htm>, le 12 décembre 2016

FAQ Logistique, « Gestion de production et approvisionnement, le Kanban » <http://www.faq-logistique.com/Kanban.htm>, le 12 octobre 2016

La logistique pour tous, « La trousse à outils du Kanban » <http://logistique-pour-tous.fr/la-trousse-outils-du-lean-le-Kanban/>, le 12 octobre 2016

Marché mondial, l'économie du médicament - <http://www.leem.org/article/marche-mondial-1> septembre 2016

Office Québécois de la langue française, « Flux tiré » http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/terminologie_logistique/flux_tire.html, le 4 octobre 2016

Page | 81

Agilea, Qu'est-ce que le DDMRP ?, <http://www.agilea.fr/fr/page/qu-est-ce-que-ddmrp.php>, 28 juin 2017

GLOSSAIRE

- **5M** : est une méthode d'analyse qui sert à rechercher et à représenter de manière synthétique les différentes causes possibles d'un problème.
- **AC** : Article de Conditionnement
- **Ancienne Usine** : Partie la plus ancienne de l'usine
- **AS-IS** : de l'anglais « as is », Associé à la VSM, elle montre le flux physique et d'information tel qu'il est aujourd'hui
- **Bagatelle** = BAG : Lieu de stockage et de préparation des articles de conditionnement vers Soual. Ce site est distant d'environ 20 kilomètres du site de conditionnement de Soual.
- **BL** : Bon de Livraison
- **BPMN** : Business Process Model and Notation est un modèle de processus métier et une notation graphique standardisée pour modéliser le savoir-faire d'une organisation à travers l'approche processus.
- **Caisse** : Terme utilisé pour nommer les cartons dans lesquels on va placer les produits finis.
- **Chantier** : au sens Chantier d'Amélioration Continue est un projet mené de manière participative avec les acteurs impliqués dans le changement.
- **Conteneur** : (= container) Terme utilisé dans les Kanban Double Bac, un conteneur correspond à un paquet de besoin couvrant un besoin en heure.
- **CQ** : Contrôle Qualité
- **CPAC** : Centrale de Préparation des Articles de Conditionnement, elle se trouve à Bagatelle et elle se charge de préparer les DT.
- **DSI** : Direction des Systèmes d'Information
- **DT** : Demande de Transfert, elle est réalisée par les planificateurs court terme, via SAP, pour approvisionner les stocks avancés de Soual depuis Bagatelle.
- **Engager un OPr** : Terme utilisé pour l'action de lancer un lot de conditionnement, action sur SAP.
- **ERP**: Entreprise Ressource Planning, Un logiciel ERP est un outil informatisé qui permet le pilotage de l'entreprise. Il embarque en un même logiciel et une seule base de données, les fonctionnalités nécessaires à la gestion de l'ensemble de l'activité d'une entreprise.
- **Extension** : Partie de l'usine la plus récente, ouverte en 2011
- **FIFO** : de l'anglais « First In First Out », premier entré, premier sorti. Dans notre cas, permet d'ordonnancer la demande.
- **Fond de ligne** : Article restants sur la ligne à la fin du lot de conditionnement.
- **Kit d'AC** : Autre terme pour appeler un OPr d'AC ou une DT d'AC. Un kit correspond à la préparation de toutes les AC pour un lot de conditionnement.
- **OPr** : Ordre de Production, ceci correspond à un lot de conditionnement.
- **OTC** : Over the counter, médicaments vendus sans ordonnance
- **PF** : Produits Finis
- **PFDC** : Pierre Fabre Dermo-Cosmétique
- **R&D** : Recherche et développement
- **SAP** : Fournisseur d'ERP, numéro 1 mondial
- **Soual** : Site de fabrication et de conditionnement
- **TO-BE** : de l'anglais « to be », associé à la VSM, elle montre le flux physique et d'information, tel qu'il sera dans le futur.
- **UP** : Unité de Production ; le site de Soual en possède 4 : Avène, Gros Volumes, Flexibles, Spécialités
- **UPAV** : Unité de Production Avène
- **UPFL** : Unité de Production Flexible
- **UPGV** : Unité de Production Gros Volumes
- **UPSP** : Unité de Production Spécialités
- **Vrac** : Produit Semi-fini non conditionné, un vrac = un lot.
- **VSM** : Value Stream Mapping. La cartographie des flux est devenue un outil d'analyse incontournable pour révéler les gisements d'améliorations. Elle décrit le flux physique et le flux d'informations associé.
- **Work backlog** : Liste à servir, c'est une liste où s'affiche le travail à réaliser dans l'ordre chronologique. Il permet d'ordonnancer le travail du poste en amont pour le client.

CUVILLIER François

« DE L'INTERET DES METHODES DE GESTION EN FLUX TIRES DANS L'INDUSTRIE PHARMACEUTIQUE »

Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie

Université de Picardie Jules Verne

Année

Mots clefs :

Industrie Pharmaceutique, Flux tirés, Logistique, Approvisionnement bord de ligne, Kanban, Supply Chain

RESUMÉ

Ce document traite des méthodes de gestion des flux de matières dans l'industrie pharmaceutique, et plus précisément, des méthodes de gestion en flux tiré. Il est composé d'une partie faisant la synthèse du contexte industriel actuel, et notamment, les problématiques de ruptures d'approvisionnement du marché en médicaments. Vous trouverez ensuite une revue de littérature sur les méthodes de gestion en flux tirés. Pour finir, un cas d'application sur la mise en place d'un flux tiré pour l'approvisionnement des articles de conditionnement sur les stocks avancés de l'usine historique du groupe Pierre Fabre.

JURY

Président :

Docteur Catherine DEMAILLY, Docteur en Pharmacie

Membres :

Matthieu LAURAS, Professeur en Supply Chain Management

Jean-Yves DAUBA, Ingénieur Chef de projet chez Pierre Fabre Dermo-Cosmétique

Jean-Marc CHILLON, Docteur en Pharmacie et Professeur en Pharmacologie