

OPTIMISATION DE LA GESTION DES STOCKS DES MATIÈRES PREMIÈRES CHEZ BAXTER MEDICAL PRODUCTS, À LESSINES

Promoteur :

Monsieur J.-S. TANCREZ

Mémoire présenté par :

Virginie DUBUISSON
en vue de l'obtention du diplôme
de Master en Ingénieur de gestion

Année académique 2011-2012

RÉSUMÉ

L'objectif de ce mémoire est de contribuer à l'optimisation de la gestion des stocks des matières premières de l'entreprise Baxter, implantée à Lessines. Il s'agit plus précisément d'analyser l'impact des paramètres MRP (Management des Ressources de la Production) sur le niveau des stocks. Les paramètres étudiés sont le délai de livraison, la quantité minimale à commander et la couverture. Toutefois, l'ensemble des matières premières ne pouvaient pas être analysées. C'est pourquoi nous avons eu recours à l'analyse Pareto pour effectuer notre sélection selon la valeur en stock des matières premières.

Afin de disposer de la valeur des paramètres, nous avons récolté auprès des fournisseurs le délai de livraison et la quantité minimale à commander. Dans un premier temps, l'impact de la mise à jour de la quantité minimale à commander a été mesuré par l'intermédiaire de simulations permettant d'estimer l'évolution de l'inventaire de mois en mois.

En plus de mettre à jour cette quantité et le délai de livraison, nous avons déterminé la couverture optimale à appliquer, par application d'une formule théorique mais aussi à l'aide d'un outil utilisé par Baxter sous licence. Pour cela, il était nécessaire de faire intervenir la qualité des prévisions. Celle-ci a été évaluée en utilisant la MAPE (Mean Absolute Percentage Error) qui est une mesure statistique. Il a également été nécessaire de faire intervenir le temps de libération moyen d'une matière première et son écart-type. Effectivement, après réception des matières premières, des tests doivent être réalisés en laboratoire avant de pouvoir utiliser ces matières en production. Il a donc fallu en tenir compte afin de savoir à quel moment une matière première est réellement disponible pour la production. Grâce à des données historiques, ces délais ont pu être calculés.

Une fois que la couverture était connue, nous avons réalisé des simulations pour en connaître également l'impact sur le niveau des stocks et par conséquent, sur l'immobilisation financière. À l'issue de ces simulations, nous avons constaté que la couverture avait le plus grand impact. En effet, la couverture détermine les quantités qu'il faut disposer en stock.

Suite à la réalisation des analyses, il a été conseillé de revoir au minimum tous les 6 mois les paramètres du système MRP. L'examen de ces paramètres permettra aussi à l'entreprise de contrôler les processus liés à la gestion des stocks des matières premières et de les optimiser.

Enfin, éditer le MRP deux fois par mois plutôt qu'une fois allégerait la charge de travail du service des achats car les commandes seraient passées à deux moments différents pendant le mois. Cela permettrait également de passer des commandes à des dates plus proches de celles requises par le système.

REMERCIEMENTS

En cette fin de Master 2 en ingéniorat de gestion à L'UCL-Mons, je tiens personnellement à remercier Monsieur Tancrez J.-S., promoteur de ce mémoire, pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée dans l'élaboration de ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur Vangermeersch D., maître de stage, pour sa générosité et la patience dont il a su faire preuve malgré ses charges professionnelles ainsi qu'à l'équipe de la Supply Chain pour leur accueil bienveillant et leurs conseils avisés.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à mes proches qui m'ont toujours soutenue et encouragée tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Virginie Dubuisson

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ.....	II
REMERCIEMENTS.....	IV
TABLE DES MATIERES	V
Liste des tableaux	VIII
Liste des illustrations	IX
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : NOTIONS DE BASE SUR LES STOCKS	2
1. Définition du stock	2
2. Raisons du stock.....	3
3. Inconvénients du stock	4
4. Coûts des stocks	5
4.1 Coût d'acquisition ou coût de passation de commande : C_a	5
4.2 Coût de possession : C_p	5
4.3 Frais de rupture de stock	6
5. Objectif de la gestion des stocks	7
6. Opérations de la gestion des stocks.....	8
6.1 Le magasinage	8
6.2 La gestion des entrées et sorties	9
6.3 L'inventaire	10
7. Analyse économique du stock.....	10
7.1 Historique	11
7.2 Fonctionnement.....	11
7.3 Applications de la méthode ABC	12
8. Conclusion.....	12
CHAPITRE II : MÉTHODES DE GESTION DES STOCKS.....	14
1. Questions fondamentales en gestion des stocks	14
2. Présentation des méthodes traditionnelles de gestion des stocks	15
2.1. Réapprovisionnement sur point de commande	15
2.2. Recomplètement périodique ou gestion en temps	17
2.3. Réapprovisionnement à date et quantité fixes.....	18
2.4. Réapprovisionnement à date et quantité variables	19

3. Limites des méthodes traditionnelles de gestion des stocks	19
4. Management des Ressources de la Production.....	21
4.1. <i>Calcul des besoins nets</i>	21
4.2. <i>Mécanisme du calcul des besoins nets</i>	23
4.3. <i>Exemple de calcul des besoins nets</i>	24
5. Conclusion.....	24
CHAPITRE III : PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE.....	25
1. Baxter dans le monde	25
2. Baxter en Belgique	26
2.1. <i>Historique</i>	26
2.2. <i>Baxter Lessines</i>	27
3. Centre de Distribution Européen (B.D.C.E. – Baxter Distribution Center Europe)	31
3.1. <i>Missions</i>	31
3.2. <i>Matières premières</i>	32
3.3. <i>Produits finis</i>	34
3.4. <i>Modes de transport</i>	38
CHAPITRE IV : ANALYSE DE LA GESTION DES STOCKS DES MATIÈRES PREMIÈRES DE BAXTER.....	39
1. Le système MRP chez Baxter	39
1.1. <i>Paramètres du système MRP</i>	39
1.2. <i>Publication du MRP</i>	40
2. Présentation des problèmes liés à la gestion des stocks des matières premières	41
3. Questionnaire	43
4. Analyse Pareto.....	46
4.1. <i>Démarche</i>	46
4.2. <i>Indice de Gini</i>	47
CHAPITRE V : MESURE DE L'IMPACT DE LA MISE À JOUR DES PARAMÈTRES MRP (QUANTITÉ MINIMALE À COMMANDER ET COUVERTURE)	49
1. Simulations.....	49
1.1. <i>Objectif</i>	50
1.2. <i>Outil utilisé</i>	50
1.3. <i>Données nécessaires</i>	50
1.4. <i>Fonctionnement</i>	52

1.5. Informations retirées des questionnaires	54
2. Analyse de 3 matières premières	55
2.1. Analyse du code 15750009	55
a) Simulation avec les anciens paramètres MRP	55
b) Simulation avec les nouveaux paramètres	57
c) Prise en compte de la quantité disponible sur une palette.....	58
d) Calcul de la couverture optimale	61
2.2. Analyse du code 103450009	76
a) Simulation avec les anciens paramètres MRP	76
b) Simulation avec les nouveaux paramètres	77
c) Prise en compte de la quantité disponible sur une palette.....	78
d) Calcul de la couverture optimale	79
2.3. Analyse du code 220201071	81
a) Anciens et nouveaux paramètres MRP	81
b) Calcul de la couverture optimale	83
3. Résultats globaux	85
3.1. Mean Absolute Percentage Error	85
3.2. Couverture optimale	90
3.3. Gain en immobilisation financière.....	94
4. Analyses complémentaires	96
4.1. Analyse UN	96
4.2. Analyse HL et HS	98
5. Recommandations	100
CONCLUSION	102
BIBLIOGRAPHIE	103

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: METHODES DE GESTION DES STOCKS	14
TABLEAU 2: QUESTIONNAIRE ENVOYE AUX FOURNISSEURS	44
TABLEAU 3: QUALITE DE LA PREVISION EN FONCTION DE LA VALEUR DE LA MAPE	62
TABLEAU 4: EXEMPLE DE RESULTATS MRP POUR LE CODE 157500009.....	63
TABLEAU 5: COMPARAISON DES PREVISIONS ET DES CONSOMMATIONS REELLES POUR LE CODE 157500009	64
TABLEAU 6: MOYENNE ET ECART-TYPE DES TEMPS DE LIBERATION PAR FAMILLE ET PAR MATIERE PREMIERE	67
TABLEAU 7: STATISTIQUES, OBTENUES AVEC MINITAB 15, RELATIVES AUX BOITES A MOUSTACHES DES CODES 157500009, 148400009, 152600009 ET 152930009.....	68
TABLEAU 8: EVOLUTION DE L'INVENTAIRE SUITE A LA MISE A JOUR DE LA COUVERTURE (CODE 157500009).....	71
TABLEAU 9: VALEUR DU COEFFICIENT Z AVEC UNE DISTRIBUTION NORMALE EN FONCTION DU TAUX DE SERVICE SOUHAITE	72
TABLEAU 10: DELAI DE LIVRAISON ET DE LIBERATION DU CODE 157500009	75
TABLEAU 11: ANCIENS ET NOUVEAUX PARAMETRES MRP DU CODE 103450009.....	76
TABLEAU 12: DELAI DE LIVRAISON ET DE LIBERATION DU CODE 103450009	80
TABLEAU 13: EVOLUTION DE L'INVENTAIRE SUITE A LA MISE A JOUR DE LA COUVERTURE (CODE 103450009).....	81
TABLEAU 14: ANCIENS ET NOUVEAUX PARAMETRES MRP DU CODE 220201071.....	81
TABLEAU 15: DELAI DE LIVRAISON ET DE LIBERATION DU CODE 220201071	84
TABLEAU 16: EVOLUTION DE L'INVENTAIRE SUITE A LA MISE A JOUR DE LA COUVERTURE (CODE 220201071).....	85
TABLEAU 17: CALCUL DE LA VALEUR DE LA MAPE DES MATIERES PREMIERES, CLASSIFICATION PAR FAMILLE	87
TABLEAU 18: RESULTATS GLOBAUX DES COUVERTURES CALCULEES A L'AIDE DU « STOCK OPTIMIZER » ET DE LA FORMULE THEORIQUE.....	92
TABLEAU 19: RESULTATS FINANCIERS APRES MISE A JOUR DE LA QUANTITE ET DE LA COUVERTURE.....	95

LISTE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1: TAUX ANNUEL DE POSSESSION DE STOCK.....	6
FIGURE 2: DIAGRAMME DE PARETO	11
FIGURE 3: REPRESENTATION GRAPHIQUE DU COUT TOTAL EN FONCTION DE LA QUANTITE COMMANDEE	16
FIGURE 4: EXEMPLE DE NOMENCLATURE ARBORESCENTE.....	21
FIGURE 5: BAXTER DANS LE MONDE.....	25
FIGURE 6: VENTES REALISEES EN 2011 PAR REGION.....	26
FIGURE 7: SITE DE BRAINE-L'ALLEUD.....	26
FIGURE 8: EVOLUTION DE SITE BAXTER EN BELGIQUE.....	27
FIGURE 9: PLAN DU SITE DE LESSINES	27
FIGURE 10: VENTES REALISEES EN 2011 PAR BUSINESS	28
FIGURE 11: CARTE DES ENTREPOTS	31
FIGURE 12: PROCESSUS DE RECEPTION DE MATIERES PREMIERES	32
FIGURE 13: FONCTIONNEMENT DU MRP A BAXTER	39
FIGURE 14: COURBE ABC SUR LES VALEURS DES MATIERES PREMIERES EN STOCK	47
FIGURE 15: EXTRAIT DU FICHIER EXCEL UTILISE POUR REALISER LES SIMULATIONS.....	52
FIGURE 16: INVENTAIRE DISPONIBLE, BESOINS ET OBJECTIF POUR LE CODE 15750009 (ANCIENS PARAMETRES).....	56
FIGURE 17: INVENTAIRE DISPONIBLE, BESOINS ET OBJECTIF POUR LE CODE 15750009 (NOUVEAUX PARAMETRES).....	58
FIGURE 18: EVOLUTION DE L'EXCES DE STOCK EN FONCTION DES PARAMETRES POUR LE CODE 15750009.....	59
FIGURE 19: GAIN PAR MOIS EN K\$ SUITE A L'IMPLEMENTATION DES NOUVEAUX PARAMETRES POUR LE CODE 15750009 AVEC QUANTITE MINIMALE A COMMANDER = 100 KG	60
FIGURE 20: IMPACT SUR LE NOMBRE DE PALETTES EN STOCK (15750009)	60
FIGURE 21: BOITES A MOUSTACHES DES CODES 157500009, 148400009, 152600009 ET 152930009 REALISEES AVEC MINITAB 15	68
FIGURE 22: EVOLUTION DE L'INVENTAIRE AVEC UNE COUVERTURE DE 6 SEMAINES (CODE 157500009).....	69
FIGURE 23: EVOLUTION DE L'INVENTAIRE AVEC UNE COUVERTURE DE 5 SEMAINES (CODE157500009).....	70

FIGURE 24: TEST DE NORMALITE DE LA DEMANDE DU CODE 020106546 REALISE AVEC MINITAB15.....	73
FIGURE 25: TEST DE NORMALITE DE LA DEMANDE DU CODE 157500009 REALISE AVEC MINITAB15.....	74
FIGURE 26: INVENTAIRE DISPONIBLE, BESOINS ET OBJECTIF POUR LE CODE 103450009 (ANCIENS PARAMETRES).....	77
FIGURE 27: INVENTAIRE DISPONIBLE, BESOINS ET OBJECTIF POUR LE CODE 103450009 (NOUVEAUX PARAMETRES).....	77
FIGURE 28: EVOLUTION DE L'EXCES DE STOCK EN FONCTION DES PARAMETRES POUR LE CODE 103450009	78
FIGURE 29: COMPARAISON DES PREVISIONS ET DES CONSOMMATIONS REELLES POUR LE CODE 103450009	79
FIGURE 30: INVENTAIRE DISPONIBLE, BESOINS ET OBJECTIF POUR LE CODE 220201071 (ANCIENS PARAMETRES).....	82
FIGURE 31: INVENTAIRE DISPONIBLE, BESOINS ET OBJECTIF POUR LE CODE 220201071 (NOUVEAUX PARAMETRES).....	82
FIGURE 32: NOMBRE DE PALETTES EN STATUT UN EN FONCTION DE L'ANNEE DU LOT (DONNEES EXTRAITES A LA DATE DU 31/03/12).....	97
FIGURE 33: NOMBRE DE PALETTES EN STATUT HL EN FONCTION DE L'ANNEE DU LOT (DONNEES EXTRAITES A LA DATE DU 29/02/12).....	98
FIGURE 34: NOMBRE DE PALETTES EN STATUT HS EN FONCTION DE L'ANNEE DU LOT (DONNEES EXTRAITES A LA DATE DU 29/02/12).....	99

INTRODUCTION

Aujourd'hui, la progression d'une entreprise devient difficile notamment à cause de la concurrence importante entre les firmes d'un même marché. Il paraît donc important pour une entreprise d'optimiser sa chaîne logistique pour accroître sa productivité et sa compétitivité.

Ce mémoire s'intéresse en particulier à l'optimisation d'une partie de la chaîne logistique : le stock, et plus spécialement aux stocks des matières premières. Pour cela, nous nous intéresserons au cas de l'entreprise Baxter, située à Lessines.

Dans un premier temps, nous allons développer les concepts principaux en matière de stock, et en particulier, les raisons de la constitution d'un stock mais aussi leurs inconvénients et coûts. La gestion des stocks est primordiale afin de satisfaire la demande au moindre coût. En effet, une mauvaise gestion des stocks peut avoir un impact négatif sur l'image de marque de l'entreprise, notamment lors d'une rupture de stock puisque la demande du client n'a pas été satisfaite. Cependant, la méthode de gestion des stocks doit être adaptée aux produits de l'entreprise. En effet, tout produit n'a pas forcément la même criticité. Pour déterminer les classes de produits, la méthode ABC est généralement utilisée. Elle a d'ailleurs été présentée et appliquée lors de l'étude du cas Baxter car l'ensemble des matières premières ne pouvait être analysé.

Après avoir abordé ces notions de base, nous allons expliquer les méthodes traditionnelles de gestion des stocks et la méthode du Management des Ressources de la Production.

La partie pratique de ce mémoire consiste à analyser la méthode du Management des Ressources de la Production appliquée à Baxter. Cette méthode repose sur différents paramètres, en particulier, le délai de livraison, la quantité minimale à commander et la couverture. Ce dernier paramètre n'étant pas dépendant des fournisseurs, sera déterminé de deux façons. Premièrement, nous appliquerons une formule théorique, deuxièmement, nous utiliserons un outil informatique employé par Baxter sous licence. Grâce à la valeur des paramètres actuels et optimaux, nous étudierons l'effet de la mise à jour de chacun de ses paramètres et déterminerons quel paramètre a le plus grand impact sur le niveau des stocks. Enfin, nous terminerons par quelques recommandations afin d'améliorer la gestion actuelle des stocks des matières premières.

CHAPITRE I : NOTIONS DE BASE SUR LES STOCKS

Comme énoncé dans l'introduction, ce premier chapitre a pour objet d'expliquer les notions de base sur les stocks. Pour commencer, nous allons définir la notion de stock et expliquer les raisons pour lesquelles une entreprise doit détenir un stock. Ensuite, nous aborderons les inconvénients des stocks et les coûts qu'ils engendrent.

Comme ce mémoire s'intéresse à l'optimisation de la gestion des stocks, nous verrons quel en est l'objectif et quelles sont les opérations principales de la gestion des stocks. Enfin, nous terminerons par une explication de l'analyse économique des stocks.

1. Définition du stock

Commençons par définir ce qu'est un stock. On peut définir un stock comme « une provision de produits en instance de consommation. »¹. Deux termes importants apparaissent dans cette définition : « produits » et « consommation ».

Le vocable « produits » peut signifier :

- Les marchandises : produits achetés en vue d'être revendus plus tard dans le même état, c'est-à-dire sans transformation.
- Les matières premières : produits entrant dans la fabrication d'autres produits.
- Les matières consommables : produits qui contribuent directement ou indirectement à la fabrication.
- Les produits finis : produits fabriqués, prêts à la vente.
- Les emballages.
- Les déchets : ceux-ci proviennent de la fabrication ou de la récupération.

Quand on parle de consommation, pour un gestionnaire de stock, un produit est considéré comme « consommé » dès qu'il est sorti du stock.

Maintenant voyons ensemble quelles sont les raisons qui poussent une entreprise à détenir un stock.

¹ ZERMATI P., « *Pratique de la gestion des stocks* », 6^e édition, Dunod, Paris, 2001, p.5

2. Raisons du stock

La constitution d'un stock s'explique par différentes raisons. Ces raisons sont expliquées ci-après.

La première raison est la non-coïncidence dans le temps et l'espace de la production et de la consommation. Effectivement, il est impossible de produire où et quand la demande se manifeste.

L'existence d'un stock peut également se justifier afin de parer aux incertitudes. Plusieurs incertitudes peuvent coexister : sur la demande, le délai de livraison et l'offre.

Ainsi, si la demande a tendance à fluctuer, il est possible que celle-ci soit inférieure à ce qui était prévu. Les unités invendues ou non consommées entraînent la constitution d'un stock. Ce stock constitue aussi une sécurité afin de répondre à la demande lorsque celle-ci sera plus forte. Le délai de livraison peut aussi être une incertitude. Suite à un retard de livraison, l'entreprise peut être en difficulté de production et ne pas savoir fournir les produits demandés. Le fait de disposer d'un stock permet de répondre à la demande immédiatement et donc d'éviter l'attente de la livraison. Pour faire face à ces deux incertitudes, l'entreprise a recours aux stocks de sécurité.

Une autre incertitude concerne la spéculation sur les prix. L'entreprise peut détenir des stocks en anticipation d'une augmentation du prix du produit. Celle-ci peut acheter des marchandises pour les revendre plus cher plus tard ou alors acheter une grande quantité de matières et les stocker afin de ne pas subir l'augmentation du prix de la matière et maintenir le prix de son produit fini à peu près constant.

Les économies d'échelles sont aussi une raison poussant les entreprises à stocker. En effet, en achetant par grande quantité, le prix unitaire s'en trouve réduit et donc pour profiter de cet avantage, il faut constituer un stock. De plus, certains fournisseurs exigent qu'une quantité minimale soit commandée et cette quantité peut être supérieure à ce que l'entreprise a besoin, ce qui entraîne la création d'un stock. C'est d'ailleurs de cette façon que la plupart des fournisseurs de Baxter travaillent. Le service des achats de Baxter doit commander au fournisseur par multiple d'une quantité déterminée. Cependant, cette quantité n'est pas toujours adaptée aux besoins de l'entreprise d'où la formation d'un stock.

Avoir un stock permet aussi de réduire les coûts associés à des commandes de marchandises. Il n'est pas rare que la commande de marchandises soit associée à un coût fixe, par exemple, les frais de livraison. Si l'entreprise commande souvent de petites

quantités, elle aura de grosses charges fixes. Par contre, si elle commande une grande quantité moins souvent, cela permettra de réduire ce coût fixe mais nécessitera de détenir un stock.

Enfin, la constitution d'un stock peut aussi être expliquée par les économies d'échelle sur la production. En effet, les entreprises produisant de grandes séries de produits similaires construisent un stock pour réaliser des économies d'échelle sur cette production. Cette façon de travailler permet de réduire les charges liées au « set up ». Après la fabrication d'un produit, la ligne de production nécessite d'être reconfigurée et les machines doivent aussi être recalibrées. Tout cela prend du temps et coûte de l'argent. Pour amortir cette charge, l'entreprise préférera produire par grandes séries plutôt que par petites séries.

3. Inconvénients du stock

Un stock présente cependant quelques inconvénients. L'inconvénient le plus important est relatif à l'immobilisation de la trésorerie. Effectivement, chaque unité en stock représente une immobilisation de capital. Tant que ces unités restent en stock, aucun profit n'est réalisé et l'entreprise ne récupère pas non plus les coûts engagés pour disposer de ces unités.

Le second inconvénient concerne le caractère périssable de certains produits. En effet, certains produits ne se conservent pas ou très peu de temps ou encore dans des conditions précises, par exemple, à température constante et à l'abri de l'humidité. En ce qui concerne les produits Baxter, la plupart d'entre eux doivent être conservés à une température contrôlée, comprise entre 15°C et 25°C. Maintenir des produits en stock est donc coûteux et risqué si ceux-ci ne sont pas conservés dans de bonnes conditions.

En plus d'occuper de l'espace, il faut également garder en tête qu'un stock doit être gardé, protégé des intempéries, de l'incendie, des inondations, des rongeurs, ce qui entraîne bien évidemment des coûts afin de garantir la sécurité des produits stockés. On parle d'ailleurs de coûts de possession. Ce type de coût sera expliqué dans le point 4 consacré aux coûts des stocks.

Le troisième inconvénient est relatif aux invendus. Si certains articles sont invendus, utiliser une vente au rabais ne permet que la récupération d'une partie de la trésorerie.

La rupture est le quatrième inconvénient. Si le stock n'est pas suffisant pour répondre à la demande, on parle de rupture de stock. Cela entraîne une perte de vente et peut aller

jusqu'à la perte de clients ou encore à l'arrêt de la production lorsqu'il s'agit d'une matière première. On parle dans ce cas de frais de rupture de stock.

4. Coûts des stocks

Ainsi, nous pouvons constater que malgré les inconvénients que présentent les stocks, ceux-ci sont utiles et rendent des services. Cependant, ceux-ci engendrent différents coûts, abordés brièvement dans le point précédent.

Pour avoir une bonne gestion des stocks, trois coûts sont à minimiser. Ci-après, une explication de chacun d'entre eux est donnée.

4.1 Coût d'acquisition ou coût de passation de commande : C_a

Quand une commande est lancée, cela engendre un certain coût pour l'entreprise, appelé coût de lancement ou de façon plus générale, coût d'acquisition (C_a). Ce coût est composé de l'ensemble des dépenses annuelles indispensables pour passer et réceptionner des commandes. On peut par exemple citer la masse salariale des approvisionneurs, les consommations telles que l'électricité, les télécommunications, le chauffage, les frais informatiques liés à la gestion des commandes et au traitement des entrées en stock, etc.

Le coût de passation d'une commande peut être calculé en connaissant le coût total annuel nécessaire pour passer les commandes divisé par le nombre annuel de commandes. Au plus l'entreprise passe des commandes sur l'année, au plus le coût à la commande peut diminuer car les charges sont amorties sur un plus grand nombre de commandes.

Dans de nombreux secteurs industriels, les frais² moyens de passation d'une commande varient entre 60 et 120 €.

Toutefois, il n'est pas toujours possible de déterminer le coût moyen de passation d'une commande. En effet, c'est le cas de l'entreprise Baxter où le service des achats ne passe pas uniquement des commandes mais réalise aussi d'autres tâches.

4.2 Coût de possession : C_p

Le coût de possession est composé de deux types de charges. La première charge est liée aux frais de financement des capitaux pour l'achat du stock. Cela correspond à

² BREUZARD J.-P. - FROMENTIN D., « *Gestion pratique de la chaîne logistique* », éditions Demos, Paris, 2004, p.27

l'intérêt du capital immobilisé dans le stock, souvent de l'ordre de 5 à 7%³ de la valeur du stock moyen par an. La deuxième charge est liée au stockage physique. Cela inclut le loyer et l'entretien des locaux de stockage, les assurances, les frais de personnel et de manutention, le gardiennage, etc. Pour cette seconde charge, l'ordre de grandeur est de 10 à 30 %⁴ du stock moyen par an et dépend de la nature du stock, par exemple si le stock est automatisé, cette charge sera plus élevée.

En pratique, nous pouvons déterminer le coût de possession moyen en divisant le coût total des frais de possession par la valeur du stock moyen. Ce taux⁴ varie généralement entre 15 et 35 % de la valeur du stock moyen de l'entreprise.

Ces frais dépendent aussi des conditions de stockage. Ainsi, un produit devant être stocké dans un endroit très frais aura un coût de possession plus élevé comme on peut le voir dans le tableau ci-dessous :

Produits	Frais financiers	Taux de stockage	Taux de Possession
Stock sec	6 %	18 à 24 %	24 à 30 %
Froid positif (ultra frais)	6 %	32 à 104 %	38 à 110 %
Froid négatif	6 %	51 à 74 %	57 à 80 %
Stocks de pièces métalliques	6 %	19 à 29 %	25 à 35 %
Sirop et gelée d'érable	6 %	8 %	14 %
Confiture de Litchi-mangue	6 %	12 %	18 %

Figure 1: Taux annuel de possession de stock⁴

4.3 Frais de rupture de stock

Si à un moment donné, le stock ne permet pas de satisfaire la demande, l'entreprise fait face à des frais de rupture de stock.

Dans le cas où le stock est nul, on ne parle pas forcément de rupture de stock. On en parle uniquement lorsque la demande ne peut pas être satisfaite. Ainsi, un vendeur d'antigel peut avoir son stock nul en été sans que l'on parle de rupture de stock.

³ BREUZARD J.-P. - FROMENTIN D., « Gestion pratique de la chaîne logistique », éditions Demos, Paris, 2004, p.28

⁴ DEHUT P., « Production 2 », UCL-Mons, Mons, 2009-2010

Les coûts de rupture de stock sont souvent difficiles à évaluer mais sont généralement élevés. Les conséquences d'une rupture sont différentes suivant que nous parlons d'une demande interne ou externe.

Dans le cas d'une demande externe, deux cas peuvent se présenter :

- Soit le client ira chez un concurrent pour avoir ce qu'il souhaitait. Dans ce cas, on parle de « lost sales » ou en français de ventes manquées. Le coût de rupture est la marge bénéficiaire perdue suite à la non fourniture d'une unité.
- Soit le client reviendra plus tard pour acheter ce qu'il n'a pas eu. On parle d'ailleurs de « backorder » ou en français de commandes différées. Si l'entreprise propose de donner en location un produit de remplacement, le coût de rupture correspond à la prise en charge de la location par l'entreprise.

Lorsque la demande est interne, dans le cas d'un stock de fabrication, une rupture de stock peut causer l'arrêt des machines, un chômage technique ou des changements dans le planning de production. Le coût de rupture correspond aux frais occasionnés par la rupture comme les frais d'arrêt des machines, le coût financier du chômage technique.

Une rupture de stock peut également mener à la perte d'un client, une pénalité de retard de livraison, un impact sur l'image de marque, etc.

5. Objectif de la gestion des stocks

Maintenant intéressons nous à la gestion d'un stock. Gérer un stock, c'est s'assurer que le stock puisse répondre aux demandes des clients, des utilisateurs des articles stockés.

Nous avons vu qu'il existe plusieurs raisons d'avoir un stock (voir 2. Raisons du stock). Cependant, ceux-ci engendrent une immobilisation financière ainsi que des coûts de possession. C'est pourquoi les stocks doivent être gérés au mieux.

L'objectif de la gestion des stocks consiste donc à atteindre le meilleur équilibre entre le coût des stocks et le taux de service.

Le niveau moyen des stocks et le taux de service ne sont pas deux objectifs indépendants. En effet, si on se concentre uniquement sur l'amélioration du taux de service sans tenir compte du niveau de stock, l'objectif peut être réalisé en augmentant le stock mais cela engendre des coûts élevés si l'augmentation est importante. Cette augmentation nécessitera que de l'argent soit investi pour constituer ce stock mais aussi pour

l'entreposer dans de bonnes conditions. Par conséquent, l'immobilisation financière et les coûts de possession augmenteront.

A l'inverse, si le niveau de stock est trop bas, le taux de service peut se dégrader et impacter l'image de l'entreprise. Voilà pourquoi, il faut pouvoir trouver un compromis entre taux de service et niveau de stock.

Dans ce sens, il convient de préciser que le gestionnaire du stock ne cherche pas toujours à minimiser son niveau. En effet, il arrive que le stock soit construit volontairement, par exemple, dans le but de réaliser des économies d'échelles sur l'achat des produits ou sur la production comme nous l'avons vu dans le point consacré aux raisons du stock (voir 2. Raisons du stock).

6. Opérations de la gestion des stocks

La gestion des stocks comprend trois opérations principales :

- Le magasinage
- La gestion des entrées et sorties
- L'inventaire

6.1 *Le magasinage*

Les stocks peuvent être localisés dans un ou plusieurs magasins. On peut définir la notion de magasin comme un lieu « où l'on entrepose, en attendant de les vendre ou de les utiliser, des approvisionnements, des biens ou des marchandises ».⁵

Il existe deux types d'organisation :

- Gestion monomagasin : Ce type d'organisation consiste à stocker et gérer les produits dans un lieu unique. L'avantage de cette gestion est la simplification de la gestion du stock. Cependant, cela entraîne de nombreuses manutentions et donc des délais et des coûts.
- Gestion multimagasins : Afin de diminuer les manutentions, cette gestion consiste à répartir les stocks dans plusieurs magasins. Chaque magasin comprend un type de produit (produits finis, matières premières,...). Un magasin peut également exister afin d'être plus proche des clients.

⁵ CROTEAU C., RIOPEL D., « *Dictionnaire illustré des activités de l'entreprise* », Presses internationales Polytechnique, Canada, 2008, p.219

Les produits peuvent également avoir deux modes de gestion :

- Gestion monoemplacement : Comme son nom l'indique, un article est stocké dans un seul emplacement. Cela permet de faciliter le suivi de l'article et de simplifier les opérations d'inventaire. Cependant, comme le produit ne se situe qu'à un endroit, il se peut que l'opérateur ait une grande distance à parcourir pour aller récupérer le produit stocké.
- Gestion multiemplacements : Dans ce type de gestion, un article peut être stocké à des endroits différents. Ainsi, les opérations de manutentions sont facilitées. Toutefois, vu que le stock d'un produit est dispersé à des endroits différents, la vision globale du stock est peu claire. En plus de cela, des problèmes d'inventaire peuvent survenir. En effet, un article peut être en rupture à un emplacement alors qu'il est disponible ailleurs.

En ce qui concerne l'entreprise Baxter, elle applique aux produits finis une gestion multiemplacements. En effet, le stock de produits finis est desservi par 16 grues automatisées ayant accès à 16 allées. L'utilisation de la gestion multiemplacements permet d'accéder aux produits finis même si une des grues est en panne et bloque une allée. Quant à la gestion des matières premières, celle-ci est monoemplacement car ce stock n'est pas automatisé comme le précédent.

6.2 La gestion des entrées et sorties

Tout mouvement de stock (entrée ou sortie) doit être enregistré en tant que transaction. Cela permet de connaître à tout moment l'état réel du stock.

La gestion des entrées et sorties englobe deux types de transaction :

- La réception : Lorsqu'un produit entre dans le magasin, il fait l'objet d'une transaction. Il est important de vérifier la conformité des produits reçus et la quantité.
- La sortie : Lors d'une commande clients, les produits sont enlevés du stock en respectant les quantités demandées.

La rigueur a son importance. Si une erreur est faite lors de l'encodage de l'entrée d'une matière, il y aura une différence entre la quantité réellement en stock et celle indiquée dans le système d'information de la gestion des stocks.

Le système d'information tient une grande place dans la gestion des stocks des entreprises. Grâce à ceux-ci, les opérations sont réalisées de manière automatique et cela facilite le suivi des articles et des stocks. Cela permet aussi d'accéder facilement aux informations concernant les quantités disponibles en inventaire.

6.3 L'inventaire

L'état des stocks est fourni grâce à l'utilisation du système d'information qui, à tout moment, permet de connaître pour chaque référence la quantité disponible dans l'entrepôt. La qualité des stocks est vérifiée par le biais des inventaires. Ainsi, grâce à l'inventaire, l'image informatique du stock peut être corrigée.

Un inventaire est une opération de comptage des articles présents dans le magasin. Il existe trois types d'inventaire :

- L'inventaire permanent : A l'aide des transactions d'entrées et de sorties, les quantités en stock de chaque article sont tenues à jour en permanence (il ne s'agit pas ici d'une vérification des quantités en stock par comptage).
- L'inventaire intermittent : Une fois par an, en fin d'exercice comptable, on effectue un inventaire intermittent, par comptage, pour tous les articles de l'entreprise. Cet inventaire entraîne une charge de travail importante et nécessite une bonne organisation des équipes qui vont effectuer ce comptage.
- L'inventaire tournant : Le stock est examiné par groupe d'articles afin de vérifier l'exactitude en quantité et la localisation de ces articles. La fréquence de l'inventaire tournant est définie en fonction de la classe à laquelle appartient l'article (voir 7. Analyse économique du stock).

7. Analyse économique du stock

L'une des difficultés dans la gestion des stocks vient du nombre élevé de matières à gérer. En effet, le stock d'une entreprise ne se limite généralement pas à une dizaine d'articles. Il est donc impossible pour l'entreprise d'accorder à chacun de ses articles la même priorité dans sa gestion. La gestion des stocks dépend ainsi des articles à gérer. Par exemple, l'entreprise ne gèrera pas de la même façon les fournitures de bureau et les matières premières destinées à la production. C'est pourquoi on a souvent recours à une analyse particulière permettant de se focaliser sur certaines unités en stock, on parle d'analyse de Pareto. Nous avons eu recours à cette analyse lors de l'étude du cas Baxter car cette entreprise dispose de plus de 2.000 matières premières en stock.

7.1 Historique

L'analyse économique du stock a été développée au début du XX^e siècle par l'économiste italien Vildredo Pareto qui a mis en évidence une loi statistique : la loi de Pareto, aussi appelée, loi des 80/20 ou encore règle ABC.

7.2 Fonctionnement

Cette méthode permet de classer les produits en trois groupes (notés A, B et C) d'importance décroissante.

Le principe de base consiste à choisir un critère, par exemple la consommation en euros et classer les produits en fonction de celui-ci. Ensuite, on calcule la valeur en pourcents de chaque consommation de produit par rapport aux consommations totales et on les classe dans l'ordre décroissant. Enfin, on calcule le pourcentage cumulé.

« La classification ABC signifie que l'on attribue :

- Aux 20 % des articles les plus consommés, la classe A, qui représente 80 % de la valeur totale ;
- Aux 30 % des articles suivants, la classe B, qui représente 15 % de la valeur totale ;
- Aux 50 % des articles les moins consommés, la classe C, qui représente 5 % de la valeur totale. »⁶

Le graphique ci-après illustre les trois catégories de produits.

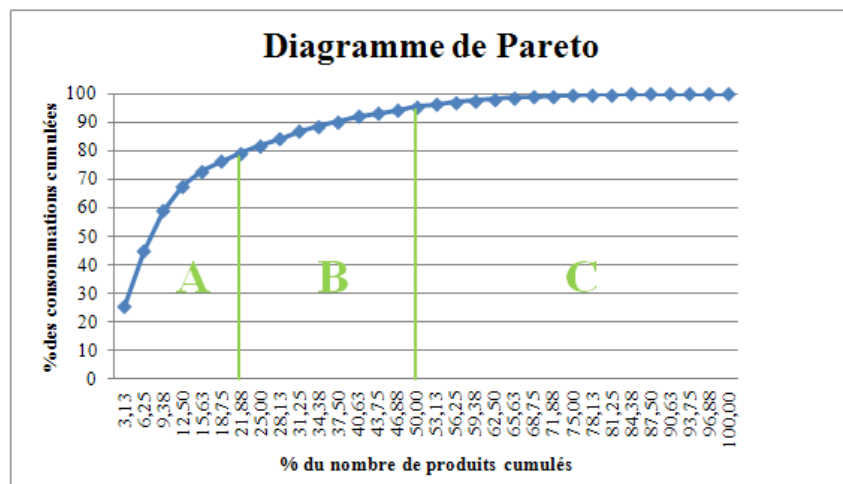


Figure 2: Diagramme de Pareto

⁶ BREUZARD J.-P., FROMENTIN D., « Gestion pratique de la chaîne logistique », éditions Demos, Paris, 2004, p.15

7.3 Applications de la méthode ABC

La méthode ABC permet au logisticien d'identifier les articles les plus coûteux en valeur immobilisée, ou les articles les plus consommés en quantités ou encore les articles les plus consommés en valeur de consommation (quantité x prix unitaire en €). La méthode ABC peut également faire intervenir d'autres critères comme l'espace consommé, la marge du produit, etc.

Toutefois, il est important de signaler que l'attention du logisticien ne se focalisera pas uniquement sur les articles appartenant à la classe A. En effet, le coût de rupture est un élément important à prendre en compte. Si on se concentre uniquement sur les produits de la classe A selon le critère de la consommation, on peut oublier d'autres produits ayant un coût de rupture élevé. Par exemple, les pièces de rechange ont une valeur faible ou sont peu demandées (classe C) mais ont toute leur importance si la pièce n'est pas disponible. On aura donc dans ce cas, un stock de sécurité important pour ces produits avec une méthode de gestion basique alors que ceux de la classe A auront un stock de sécurité plus faible mais une méthode de gestion plus performante.

L'analyse Pareto est par conséquent importante pour mettre en place une politique de gestion des stocks performante. L'entreprise se concentrera sur les produits de la classe A par un système d'informations assez « poussé » (inventaire permanent, prévisions,...).

8. [Conclusion](#)

Ce chapitre nous a permis de comprendre les raisons pour lesquelles une entreprise doit constituer un stock. Ces raisons sont principalement les économies d'échelle et les incertitudes quant à la demande, l'offre et le délai de livraison. Néanmoins, nous avons également vu que malgré leur utilité, les stocks présentaient des inconvénients et engendraient des coûts. Outre les coûts d'acquisition et de possession, en détenant des stocks moins importants, l'entreprise est menacée de rupture de stock. Dans le cas de stock de matières premières, une rupture de stock désorganise le processus de fabrication. Cette rupture crée des coûts supplémentaires et surtout entache l'image de marque de l'entreprise. A l'inverse, lorsque les stocks sont trop importants, l'immobilisation financière est conséquente.

L'objectif de la gestion des stocks consiste donc à trouver le meilleur équilibre entre les coûts des stocks et le taux de service.

Enfin, comme la majorité des entreprises disposent de milliers d'articles en stock, la gestion des stocks doit être une gestion sélective. Afin de s'adapter aux différents articles, l'analyse ABC est utilisée afin de classer les articles en 3 classes d'importance décroissante.

Maintenant que nous connaissons les notions de base en matière de stock, nous pouvons nous intéresser aux méthodes de gestion des stocks, abordées dans le chapitre qui suit.

CHAPITRE II : MÉTHODES DE GESTION DES STOCKS

Ce chapitre a pour objectif de présenter les méthodes traditionnelles de gestion des stocks et leurs limites. Face à ces limites, nous aborderons la méthode du Management des Ressources de la Production (MRP). Cette méthode est d'ailleurs utilisée à Baxter pour la gestion de ses matières premières.

1. Questions fondamentales en gestion des stocks

Avant de passer à l'explication des méthodes de gestion des stocks, il est important de comprendre quelles sont les questions fondamentales en gestion des stocks.

Deux questions se posent:

➤ **Quand commander ?**

L'entreprise passe commande soit à période fixe (par exemple, tous les lundis matin), soit à période variable, lorsque les quantités en stock sont inférieures à un niveau déterminé appelé point de commande.

➤ **Combien commander ?**

La quantité à commander est soit fixe, soit variable. Dans ce dernier cas, cette quantité est calculée en fonction d'un niveau de stock défini et de la consommation.

Quatre possibilités s'offrent au logisticien. Celles-ci sont présentées dans le tableau ci-dessous :

		Date de commande	
		Fixe	Variable
Quantité à commander	Fixe	Ordonnancement Demande stable	Seuil ou point de commande
	Variable	Périodique ou gestion en temps	Maintenance Prix d'achat variable

Tableau 1: Méthodes de gestion des stocks⁷

Le point qui suit explique chacune de ces méthodes.

⁷ BREUZARD J.-P., FROMENTIN D., « *Gestion pratique de la chaîne logistique* », éditions Demos, Paris, 2004, p.21

2. Présentation des méthodes traditionnelles de gestion des stocks

2.1. Réapprovisionnement sur point de commande

Pour cette méthode, un niveau minimal de stock est défini et appelé point de commande. Quand ce seuil est atteint, une commande est déclenchée au fournisseur pour être livrée juste à temps. Ce niveau minimal de stock permet de satisfaire la consommation entre la date de déclenchement de la commande au fournisseur et la date de réception de celle-ci.

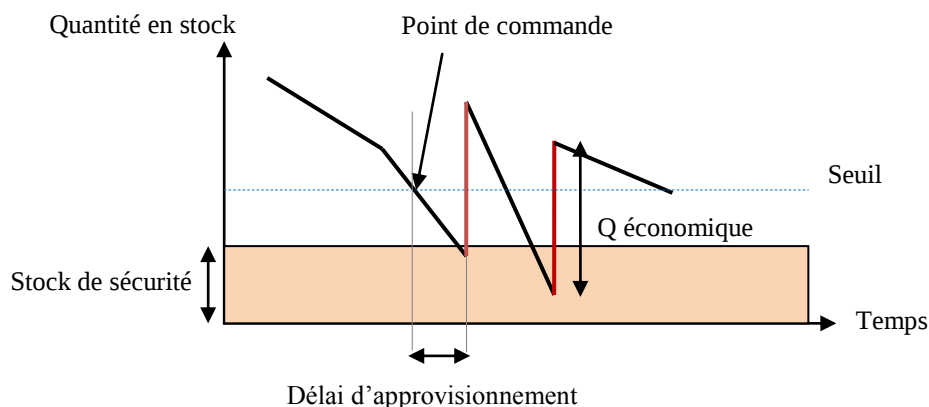
- Calcul du seuil

Le seuil théorique (S_t) se calcule en fonction de la quantité moyenne consommée par jour (K) et du délai moyen d'approvisionnement (D), soit $S_t = K \times D$.

En pratique, la consommation est généralement variable. L'entreprise peut également faire face à un retard de livraison de la part du fournisseur ou encore à un retard de passation de commande. Pour faire face à ces aléas, on inclut dans le calcul, un stock de sécurité. Le seuil réel (S_r) peut alors s'écrire :

$$S_r = K \times D + \text{stock de sécurité}$$

Le schéma ci-dessous illustre le fonctionnement de cette méthode :



Une fois que le seuil est atteint, une commande doit être passée. La date à laquelle l'approvisionneur commande varie puisque la consommation du client varie aussi. Une question se pose pour ce dernier : quelle quantité faut-il commander ?

Cette quantité est déterminée de façon à minimiser le coût annuel, soit la somme du coût annuel de passation de commande et du coût de possession (C_p).

Dans la pratique, on utilise le taux du coût de possession T_p . Ce taux se calcule en divisant le coût total des frais de possession par la valeur du stock moyen.

Une formule mathématique a été établie par Wilson permettant de calculer la quantité économique à commander et donc aussi le nombre économique annuel de commandes.

Pour appliquer ce modèle, la demande doit être plutôt stable, connue, régulière et sans pénurie de produits.

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times Ba \times F}{Pu \times Tp}}$$

Q_e : Quantité économique de commandes

F : Coût de passation d'une commande

Ba : Besoin annuel

Pu : Prix unitaire

Tp : Taux de coût de possession

La quantité économique est donc la quantité permettant de minimiser le coût total comme l'illustre le graphique ci-dessous.

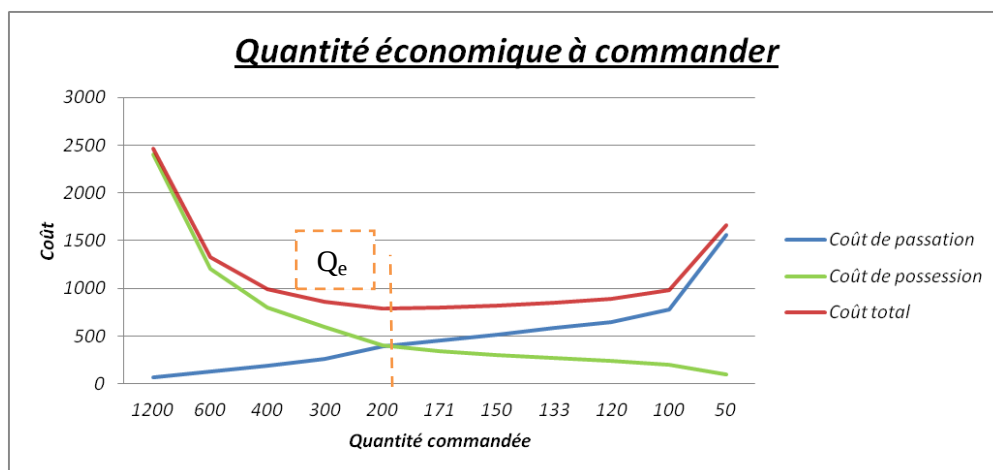


Figure 3: Représentation graphique du coût total en fonction de la quantité commandée

Dans cet exemple⁸, le besoin annuel est de 1.200 unités, le coût de passation d'une commande est égal à 65 €, chaque unité coûte 20 € et le coût de possession vaut 20 % de la valeur du stock moyen.

En appliquant la formule, on trouve que la quantité économique vaut environ 200.

⁸ BREUZARD J.-P., FROMENTIN D., « Gestion pratique de la chaîne logistique », éditions Demos, Paris, 2004, p.28

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times 1200 \times 65}{20 \times 20\%}} = 197,5$$

On peut déduire le nombre économique de commandes :

$$N = \frac{1200}{200} = 6 \text{ commandes}$$

Le principal inconvénient de la méthode du point de commande réside dans l'obligation de contrôle du niveau de stock en permanence ; ce qui conduit à des commandes passées à différents moments dans le temps. Il se peut alors que des commandes soient passées chez le même fournisseur mais à quelques jours d'intervalle tandis qu'un service achats préférerait les regrouper.

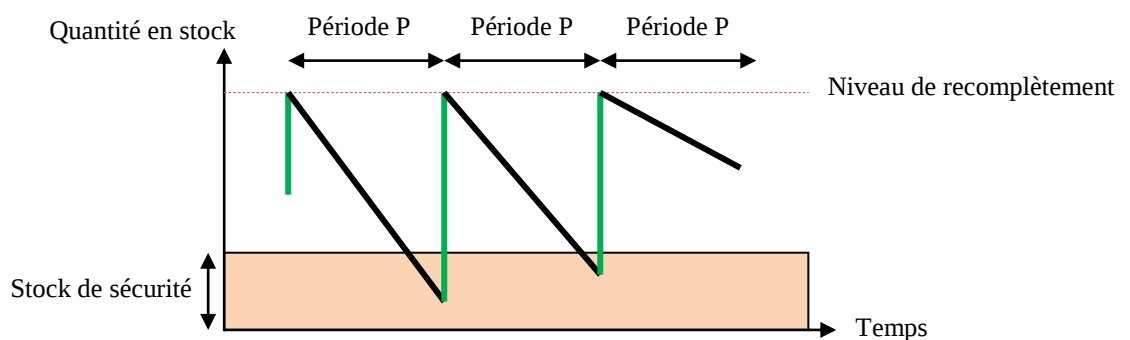
Pour résoudre ce problème, des modèles d'approvisionnement périodique peuvent être utilisés. C'est ce que nous abordons dans le point suivant.

2.2. Recomplètement périodique ou gestion en temps

Pour cette méthode, un niveau de remplissage est défini. Ce niveau est déterminé au préalable de façon à couvrir la consommation moyenne du client mais également les aléas dus à un retard de livraison ou à une variation de la demande durant la période.

A date fixe, on examine le stock et on commande la quantité qui a été consommée pendant la dernière période. On passe commande auprès du fournisseur uniquement si le stock disponible est inférieur au niveau de remplissage et ce, quelque soit la quantité à commander ; le coût de commande n'étant pas pris en compte.

Cette méthode permet donc de commander des quantités variables à intervalles fixes.



Sur le schéma ci-dessus, on suppose que le délai d'approvisionnement est nul. La quantité commandée est représentée par les lignes vertes, soit la différence entre le niveau de reapprovisionnement et le stock disponible.

Pour appliquer cette méthode, la demande doit être indépendante, relativement constante et connue. Comme le stock est examiné à date fixe, l'avantage de cette méthode est qu'elle permet de grouper sur une même commande des articles différents provenant du même fournisseur ; la gestion administrative des stocks s'en trouve simplifiée.

Cependant, si la demande varie brutalement, l'entreprise peut faire face à une rupture de stock car celui-ci n'est examiné qu'à date fixe. C'est pourquoi on a parfois recours à un seuil d'alerte. A l'atteinte de ce seuil, une commande est passée. Ce seuil est égal au stock de sécurité auquel on ajoute ce qui sera consommé durant le délai de livraison.

La méthode de reapprovisionnement périodique est souvent bien adaptée aux articles à durée de vie limitée (alimentation, pharmacie, etc.). En effet, comme la demande doit être constante et connue, après chaque période, les articles qui étaient stockés sont utilisés ou vendus. Ils restent par conséquent le temps d'une période dans l'entrepôt.

2.3. Réapprovisionnement à date et quantité fixes

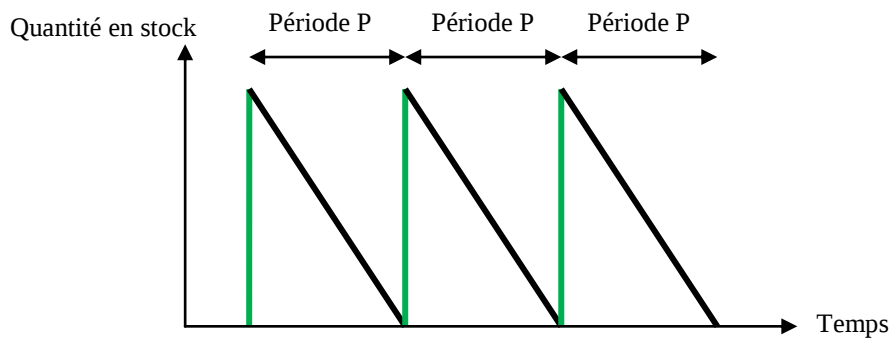
Cette méthode consiste à commander à intervalle fixe, une quantité fixe déterminée au préalable, voisine de la quantité économique de Wilson.

Pour appliquer cette méthode, plusieurs caractéristiques doivent être présentes :

- Demande régulière et peu variable
- Articles à faible valeur et de faible importance (classe C de l'analyse ABC)

Elle s'applique aussi aux matières premières si la fabrication a une cadence constante.

L'avantage de cette méthode est sa simplicité. Néanmoins, comme pour la méthode à reapprovisionnement périodique, l'entreprise peut faire face à une rupture de stock si la demande a fortement varié entre les dates d'examen du stock. L'entreprise court également un risque si la quantité de réapprovisionnement a été mal calculée et ne suffit pas à satisfaire la demande pendant la période entre deux réapprovisionnements.



2.4. Réapprovisionnement à date et quantité variables

Cette méthode est adaptée aux produits :

- coûteux (classe A de l'analyse ABC)
- à forte variabilité de prix d'achat et/ou
- à disponibilité non permanente (par exemple pour les produits saisonniers)

Si le fait de pouvoir commander quand on veut et combien on veut semble facile, cette méthode présente de nombreux inconvénients⁹ :

- Il faut disposer de prévisions de besoins détaillées pour chaque période afin de déterminer quand passer commande.
- Cette méthode nécessite aussi un bon suivi de l'évolution du stock et un suivi permanent des coûts du marché.
- Elle peut favoriser la spéculation.
- Etant donné que la gestion de ces articles est lourde, il faut qu'elle soit limitée à un nombre réduit d'articles.

La quantité commandée étant déterminée en fonction du marché, des contraintes de fabrication de l'entreprise ou des aléas de toute nature, elle peut être éloignée de la quantité économique. Toutefois, elle permet de profiter de tarifs intéressants.

3. Limites des méthodes traditionnelles de gestion des stocks

D'après¹⁰ Bonnefous P., Courtois A., Martin C. et Pillet M., les méthodes décrites au point 2 ont toutes les caractéristiques suivantes:

- « Les articles sont gérés indépendamment les uns des autres.
- On suppose implicitement que la consommation antérieure de chacun des articles se répétera dans le futur.

⁹ MESKENS N., « *Production 1* », UCL-Mons, Mons, 2008-2009

¹⁰ BONNEFOUS P., COURTOIS A., MARTIN C., PILLET M., « *Gestion de production* », 4^e édition, éditions d'organisation, Paris, 2003, p. 205

- En supposant que l'on ait effectivement besoin dans le futur de chaque article, on ne se préoccupe pas de la date où ce besoin sera effectif. »

La première caractéristique mérite plus d'explications. En effet, il existe une dépendance des demandes de composants dans les stocks de fabrication.

Pour un composant, deux types de demande coexistent. D'une part, une demande externe dans le cas où le composant est vendu tel quel. D'autre part, une demande interne lorsque le composant entre dans la fabrication d'un ou plusieurs produits finis. On parle d'ailleurs de besoins indépendants lorsque la demande est externe et de besoins dépendants lorsqu'elle est interne.

A un horizon inférieur à quelques mois, la demande interne est considérée comme certaine car elle découle du plan directeur de production (PDP).

Le plan directeur de production est établi à l'aide de la demande prévisionnelle connue en partie avec certitude, par exemple grâce aux carnets de commande. Plus on se rapproche du moment où la tâche doit être réalisée, plus l'information sera précise.

Ce plan prend en charge le plan des besoins commerciaux et le traduit en termes de quantités de produits parfaitement définis à fabriquer pour des dates déterminées.

Prenons par exemple une boîte de vitesses. Celle-ci peut entrer dans la fabrication de plusieurs produits finis. La demande interne de la boîte de vitesses découle du plan directeur de production. La demande pour les autres composants d'une voiture est donc liée directement à la demande d'une voiture. Cela n'a donc pas de sens de faire des prévisions indépendantes pour la demande de composants.

Les articles ayant une demande dépendante sont plus faciles à prédire. En effet, elle se calcule en se basant sur la nomenclature des produits finis. La nomenclature reprend l'ensemble des éléments nécessaires (avec indication des quantités) à la fabrication d'un seul article. La Figure 4 illustre un exemple de nomenclature.

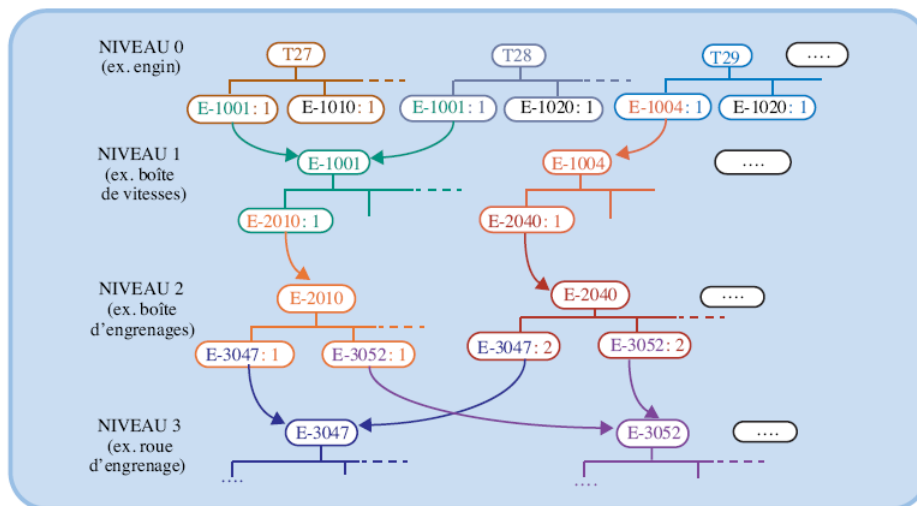


Figure 4: Exemple de nomenclature arborescente¹¹

Lorsqu'un des composants du produit fini vient à manquer, la production de celui-ci ne sait pas aboutir.

Suite à ces limitations, un concept de gestion de la production a été mis au point en 1965 permettant d'anticiper les besoins exacts avec un décalage dans le temps. Initialement, cette méthode s'appelait MRP pour Material Requirements Planning. Ensuite, ce concept a évolué en MRP2 avec une signification plus globale : Manufacturing Resource Planning se traduisant par « Management des Ressources de la Production ».

4. Management des Ressources de la Production

Le MRP est un « système de planification informatisé, conçu pour déterminer, ordonnancer et commander les stocks de produits en demande dépendante et ayant comme résultat un plan besoins matières »¹².

Comme déjà mentionné, un composant peut avoir une demande interne et externe. La demande externe est estimée sur base de prévisions alors que la demande interne fait appel à la technique du calcul des besoins nets.

4.1. *Calcul des besoins nets*

Le calcul des besoins nets définit, à partir des besoins indépendants (par exemple une voiture), l'ensemble des besoins dépendants (par exemple une boîte de vitesses). Le calcul des besoins nets nécessite que l'échéancier des besoins en produits finis soit connu.

¹¹ GIARD V., « Gestion de la production et des flux », 3e édition, Economica, Paris, 2003, p.459

¹² MESKENS N., « Production 1 », UCL-Mons, Mons, 2008-2009

Cet échéancier est disponible dans le plan directeur de production qui détermine les quantités et dates auxquelles les produits doivent être disponibles. Le système MRP utilise cette information en tenant compte des délais de livraison et de production et propose ainsi des ordres d'achat ou de fabrication à passer afin de respecter l'échéancier.

Pour effectuer le calcul des besoins nets, des informations sont nécessaires :

- Les besoins bruts

La précision des prévisions sur les besoins bruts a toute son importance étant donné que le calcul des besoins nets en découle. Ces prévisions peuvent être calculées suite au contact avec les clients. Effectivement, l'entreprise peut disposer de commandes fermes c'est-à-dire déjà enregistrées. Certains clients fournissent également des informations sur les commandes futures appelées commandes prévisionnelles. D'autres prévisions peuvent être obtenues en extrapolant ce qui s'est déroulé dans le passé.

Si les prévisions sont bien réalisées, alors ce qui a été programmé correspondra à ce qui va être demandé. Toutefois, ce n'est pas toujours le cas. Si le stock disponible n'est pas suffisant pour satisfaire la demande, soit le client sera livré en retard, soit l'entreprise devra déployer une capacité supplémentaire pour satisfaire la demande du client dans les délais prévus.

La mise en place d'un stock de sécurité permet de palier à ces incertitudes. En plus de la variation de la demande, il se peut qu'une livraison n'arrive pas à temps ou que l'outil de production tombe en panne. Toutefois, une entreprise ne définit pas systématiquement un stock de sécurité en unités. Pour se prémunir de ces incertitudes, une entreprise a parfois recours à une couverture définie en semaines. Ainsi, si la couverture est de 4 semaines, la quantité en stock doit couvrir les besoins des 4 semaines à venir.

- Les nomenclatures des produits

La nomenclature des produits finis a aussi un rôle important. Pour rappel, la nomenclature identifie les composants et quantités nécessaires à la fabrication d'un produit fini. On peut considérer que c'est la recette du produit fini. Si celle-ci n'est pas correcte, la quantité d'ingrédients nécessaires ne le sera pas non plus et la recette ne pourra pas être réalisée correctement.

- Le stock disponible comprenant les ordres de fabrication lancés et les commandes ouvertes, qui n'ont pas encore été réceptionnées.

La nomenclature indique les quantités nécessaires à la fabrication du produit fini. Or, les besoins qui en découlent n'impliquent pas directement une commande en composants car il est probable qu'une partie d'entre eux soient disponibles dans l'entrepôt de l'entreprise. Le système MRP déterminera si les quantités en stock seront suffisantes et le cas échéant, les quantités qu'il faudra approvisionner.

Comme pour la nomenclature, la précision des inventaires est primordiale.

- Les délais d'obtention (fabrication, assemblage, approvisionnement)

La fiabilité de ces paramètres est importante. En effet, si la fabrication prend plus de temps que ce qui est prévu, il se peut que les produits finis ne soient pas prêts à temps pour la livraison chez le client.

- Les règles de gestion : taille de lot, stock de sécurité, taux de rebut.

4.2. Mécanisme du calcul des besoins nets

Pour calculer les besoins nets, on part des besoins bruts, du stock disponible et des livraisons attendues, c'est-à-dire correspondant à des commandes en cours d'exécution.

Le besoin net (BN_p) de la période considérée (p) s'obtient en déduisant du besoin brut de cette période (BB_p) le stock prévisionnel existant en début de période (SP_{p-1}) et les ordres lancés attendus (OL_p) : $BN_p = BB_p - SP_{p-1} - OL_p$

Si le résultat de cette opération est positif, il faudra prévoir des ordres de fabrication ou d'achats qui devront être disponibles pour la période p .

Une fois les besoins calculés, les résultats suivants sont obtenus:

- Des propositions d'ordres c'est-à-dire des lancements prévisionnels en fabrication ou des approvisionnements prévisionnels.
- Des messages proposant d'avancer ou reporter un ordre de fabrication ou d'achat.

4.3. Exemple de calcul des besoins nets

Considérons que le stock pour un produit est de 800 unités en fin de période 1. Une commande de 100 unités doit être réceptionnée en période 2 et le besoin brut pour la période 2 est de 1.000 unités.

Le calcul des besoins nets donne :

$$BN_2 = BB_2 - SP_1 - OL_2$$

$$BN_2 = 1.000 - 800 - 100 = 100 \text{ unités}$$

Il faudra passer un ordre d'achat afin de disposer de 100 unités supplémentaires en période 2.

Le calcul des besoins nets semble à première vue aisé. Cependant, il faut se rappeler qu'une entreprise possède de nombreux articles à gérer avec des nomenclatures pouvant s'étendre à plusieurs niveaux. Il est par conséquent indispensable pour une entreprise que ces calculs se fassent à l'aide d'un outil informatique.

5. Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons vu qu'il existe 4 méthodes traditionnelles de gestion des stocks dépendant de la quantité fixe ou variable à commander et de la période pouvant aussi être fixe ou variable. Chacune de ces méthodes présente des avantages mais aussi des inconvénients. Néanmoins, ces quatre méthodes font face à des limites. En effet, les articles sont gérés indépendamment les uns des autres et ces méthodes supposent que la consommation antérieure des articles se répétera dans le futur. De plus, ces méthodes ne tiennent pas compte de la date où le besoin sera effectif. C'est pourquoi, les entreprises ont souvent recours à la méthode du Management des Ressources de la Production.

Cette méthode étant appliquée pour la gestion des stocks des matières premières à Baxter, nous l'avons étudiée dans le chapitre IV consacré à l'analyse du cas Baxter. Avant d'approfondir cette méthode, une présentation de l'entreprise Baxter et de ses activités s'impose.

CHAPITRE III : PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

L'entreprise Baxter a été fondée en 1931 aux Etats-Unis par Donald Baxter et Ralph Falk. Les produits développés par cette entreprise permettent de traiter des pathologies complexes comme l'hémophilie, les déficits immunitaires, l'insuffisance rénale, les traumatismes et les pathologies malignes.

1. Baxter dans le monde

Baxter fait partie des leaders mondiaux des industries du médicament et des technologies médicales. Cette entreprise est implantée dans 62 pays et emploie plus de 49.700 personnes dans le monde. Ses sites de production sont répartis à travers 27 pays, en Europe, en Amérique du Nord, en Amérique Latine et en Asie. Les produits de Baxter sont vendus dans plus de 100 pays.

La carte ci-dessous illustre le grand nombre de sites Baxter dans le monde.



Figure 5: Baxter dans le monde¹³

¹³BAXTER Entreprise, « *Global presence* », (page consultée le 18 avril 2012), [article en ligne], http://www.baxter.com/about_baxter/company_profile/global_presence.html#global_facilities

Grâce à sa forte présence, Baxter vend ses produits principalement aux Etats-Unis (avec 41 %), l'Europe atteignant la seconde place (avec 32 %) comme l'illustre la Figure 6.

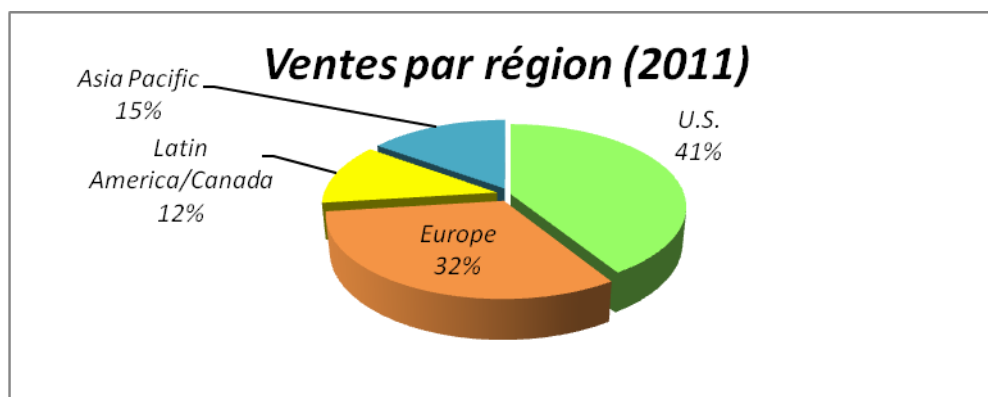


Figure 6: Ventes réalisées en 2011 par région¹⁴

2. Baxter en Belgique

2.1. *Historique*

C'est en 1954 que la première unité de production de Baxter fut installée en Belgique, plus précisément à Bruxelles. En 1978, le département de recherche et développement est créé à Nivelles pour ensuite déménager à Braine-l'Alleud en 2010. En plus de ce centre de recherche et développement, on y trouve le siège de Baxter Belux.



Figure 7: Site de Braine-l'Alleud¹⁵

A ce jour, Baxter dispose de trois grands centres de recherche en Europe, les deux autres se situant à Vienne et à Orth, en Autriche.

C'est grâce à la recherche et au développement que des nouvelles technologies et des produits de qualité sont mis au point afin de répondre au mieux aux besoins cliniques des patients du monde entier.

¹⁴ BAXTER Entreprise, « *Corporate overview* », (page consultée le 22 avril 2012), [article en ligne], http://www.baxter.com/about_baxter/company_profile/corporate_overview.html

¹⁵ BAXTER Entreprise, « *Baxter en Belgique* », (page consultée le 20 février 2012), [article en ligne], http://www.baxter.be/fr/a_propos_de_baxter/presentation/Baxter_en_Belgique/siege.html

A partir de 1970, suite au succès croissant des produits Baxter, toutes les activités de Baxter à Bruxelles ont été transférées dans une nouvelle unité de production à Lessines.

La figure 8 montre l'évolution de Baxter en Belgique, de ses débuts à Bruxelles à nos jours à Lessines.



Figure 8: Evolution de site Baxter en Belgique¹⁶

A ses débuts, Baxter Lessines emploie 370 travailleurs répartis sur 5.000 m². A ce jour, plus de 1.600 personnes sont réparties sur 75.000 m².

2.2. Baxter Lessines

Le site de Baxter à Lessines est divisé en 3 parties comme l'illutre le schéma ci-dessous :

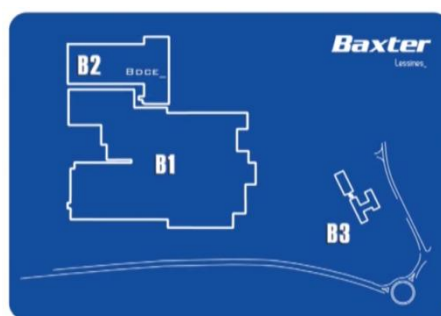


Figure 9: Plan du site de Lessines¹⁷

- B1 : Medication Delivery & BioScience (Site de production)
- B2 : B.D.C.E. (Baxter Distribution Center Europe)
- B3 : Bâtiment administratif

¹⁶ SESSOLO D., « Les marchés du travail inclusifs: de la théorie à la pratique... », (page consultée le 22 avril 2012), [présentation en ligne], <http://www.nar-cnt.be/DOC-DIVERS/2010-10-22%20COLLOQUE/Pr%C3%A9sentation-Doris-Sessolo-Baxter.pdf>

¹⁷ BAXTER Entreprise, « Baxter Lessines », extrait du dvd présentant l'entreprise

Le site de production de Lessines se divise en deux unités : Medical Products et BioScience.

Si nous regardons la proportion de ventes en fonction de l'unité de production¹⁸, nous pouvons nous apercevoir que l'unité Medical Products est dominante avec des ventes atteignant 7,8 milliards de dollars comparés à 6,1 milliards pour BioScience.

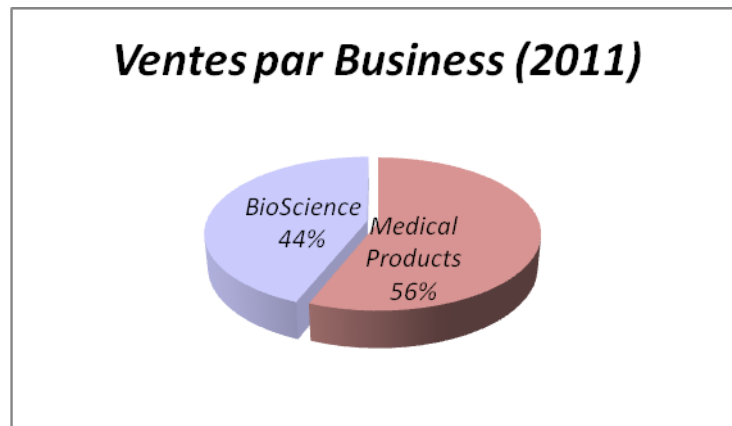


Figure 10: Ventes réalisées en 2011 par Business

Maintenant intéressons nous aux activités de ces deux unités.

2.2.1. Medical Products

La partie Medical Products est spécialisée dans la production de poches permettant la dialyse péritonéale, la perfusion médicamenteuse ou la nutrition des patients hospitalisés ou traités à domicile. Pour cette production, deux divisions sont présentes : « Plastics » et « Sterile Drugs ».

La division « Plastics » comprend trois ateliers différents :

- Extrusion : Cet atelier est le point de départ des activités liées au plastique. Les installations dans ces ateliers mélangent et préparent des poudres. Ensuite ces préparations sont transformées en feuilles et tubes entrant dans la fabrication des futures poches destinées à la perfusion.



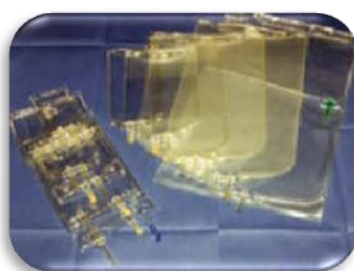
¹⁸ BAXTER Entreprise, « Corporate overview », (page consultée le 22 avril 2012), [article en ligne], http://www.baxter.com/about_baxter/company_profile/corporate_overview.html

- Molding : Une fois les feuilles et tubes fabriqués, ceux-ci sont retravaillés de façon à produire des composants utilisés sur toutes les chaines de production. Par exemple : les gondoles.



19

- Kiefel : Cet atelier produit des poches vides en PVC de différentes capacités pour les perfusions intraveineuses mais aussi des poches vides non PVC avec des compartiments multiples pouvant accueillir différents éléments de nutrition.



19

La division « Sterile Drugs » est divisée en deux parties :

- Viaflex : Les poches vides sont imprimées et remplies. Les poches Viaflex sont utilisées pour la perfusion, l'irrigation, la dialyse péritonéale et les RTU (Ready-To-Use) qui sont des solutions prêtes à l'emploi.
- Nutrition : Les poches sont également imprimées et remplies. Ces poches sont destinées à des patients ne sachant plus s'alimenter par voie orale ou lorsque l'alimentation par voie orale est contre-indiquée. L'apport peut être en énergie (dextrose), en graisse (huile) ou en protéines (acides aminés).

Une fois que les poches sont produites par la division « Sterile Drugs », celles-ci doivent être stérilisées. Pour cela, les poches sont placées sur des chariots qui sont chargés dans des autoclaves à vapeur en vue de leur stérilisation.

¹⁹BAXTER Entreprise, « Intranet de Baxter Lessines », (page consultée le 21 février 2012), [article en ligne], <http://europe.inbaxter.com>.

En plus de la production de poches remplies, l'unité Medical Products approvisionne d'autres usines Baxter en matériaux de base pour la fabrication de poches plastiques.

2.2.2. BioScience

La deuxième unité de production est appelée BioScience. Cette unité prépare, purifie et conditionne des concentrés d'immunoglobulines sous forme liquide ou lyophilisée pour injection par voie intraveineuse. La lyophilisation est un procédé permettant de retirer l'eau contenue dans le produit afin de le rendre stable à température ambiante et ainsi faciliter sa conservation. Cela permet également de réduire les coûts d'entreposage. Pour utiliser un produit lyophilisé, on y ajoute de l'eau.

De plus, BioScience analyse et emballe les produits finis fabriqués sur place et en provenance d'autres unités BioScience de Baxter afin de les distribuer partout dans le monde.



19



19

La réputation de Baxter est fondée sur la qualité des produits mis sur le marché. Pour s'assurer de la qualité des produits, Baxter effectue des contrôles réguliers pendant et après chaque étape de production.

En 1996, le Centre de Distribution Européen s'ajoute à l'unité de production de Lessines. Etant donné que ce mémoire porte sur la gestion des stocks, une description détaillée de ce centre est donnée ci-après.

3. Centre de Distribution Européen (B.D.C.E. – Baxter Distribution Center Europe)

3.1. Missions

La mission première de ce centre est la distribution des produits pharmaceutiques et médicaux provenant du monde entier vers la Belgique, les Pays-Bas, le Danemark et en partie vers la France et l'Allemagne.

Les principaux clients de Baxter (plus de 7.000) sont notamment :

- les hôpitaux,
- les pharmacies,
- les grossistes,
- les patients à domicile, c'est le cas, par exemple, de patients qui suivent leur traitement de dialyse chez eux.

La seconde mission de BDCE est d'approvisionner d'autres centres de distribution Baxter et des distributeurs locaux principalement en Europe, en Turquie et en Russie.

En tout, Baxter dispose de 19 centres de distribution, comme le montre la carte ci-dessous :

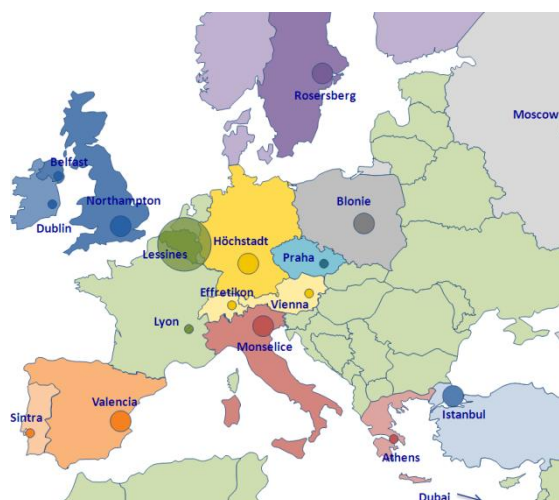


Figure 11: Carte des entrepôts²⁰

Chaque cercle représente un centre de distribution. Au plus celui-ci est grand, au plus le centre de distribution a de l'ampleur. Nous pouvons d'ailleurs constater que le centre de distribution situé à Lessines a la plus grande ampleur.

²⁰BAXTER Entreprise, « *Distribution network* », (page consultée le 21 février 2012), [article en ligne] <http://europe.inbaxter.com>

Notons que tous les produits ne passent pas forcément par BDCE. Par exemple, les produits fabriqués en Italie et destinés à l'Espagne ne passeront pas par BDCE.

Afin d'accomplir ses missions, BDCE comprend 26 quais dont 20 pour le chargement et 6 pour le déchargement (voir photo en annexe 1 – Figure 35). Ces quais permettent à BDCE de recevoir quotidiennement, en moyenne, 1.300 palettes et d'en expédier 1.800.

Les matières premières et les produits finis sont tous les deux entreposés dans BDCE mais ceux-ci sont gérés de façon différente. Nous avons choisi d'aborder leur gestion séparément dans les points qui suivent.

3.2. Matières premières

3.2.1. Réception de matières premières

Le processus de réception des matières premières comprend 6 étapes, illustrées à la Figure 12.

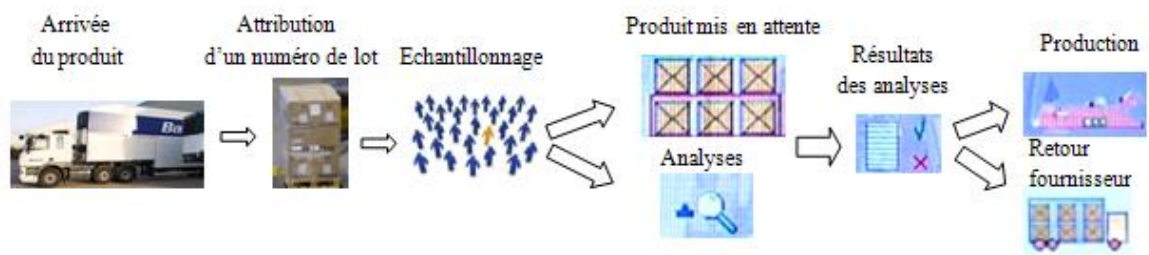


Figure 12: Processus de réception de matières premières²¹

En premier lieu, vient la réception de la matière première. A cette fin, le camion est déchargé par les caristes Baxter. Une fois cette tâche terminée, un numéro de lot est attribué aux matières premières qui est fonction de la date de production de la matière première et du lot attribué par le fournisseur.

Afin de s'assurer que les matières premières soient de bonne qualité, celles-ci sont testées par le laboratoire. Il va de soi que tout un lot d'une matière première ne fait pas l'objet d'une expérimentation, l'entreprise analyse des échantillons de ce lot. En attendant les résultats des analyses, les produits sont mis en attente et localisés dans le stock de matières premières qui sera expliqué ci-après. Si les résultats sont bons, le produit est libéré et pourra entrer en

²¹ BAXTER Entreprise, « *Baxter Lessines* », extrait du dvd présentant l'entreprise

production. Dans le cas contraire, le produit est généralement renvoyé au fournisseur.

3.2.2. Statuts des matières premières

Les matières premières stockées dans l'entrepôt peuvent être sous un des vingt-sept statuts qui existent mais dix d'entre eux sont principalement utilisés :

- DR – Disposition Request: Ce statut est utilisé lorsque l'entreprise veut jeter des matières premières ou produits finis. C'est le cas lorsque les produits n'ont pas satisfaits aux tests réalisés en laboratoire.
- HL – Hold Normal : Celui-ci est utilisé lorsqu'à la suite des tests en laboratoire, un problème avec le produit est constaté. Suite à cela, des analyses supplémentaires sont réalisées pour que le statut devienne RN. Si les tests restent négatifs alors une procédure est entamée pour jeter le produit.
- HS – Hold Supplier & Unreleased retour product : Ce statut est employé en cas de problème sur le produit dû au fournisseur, par exemple, dans le cas où l'article est abîmé à la réception. Les produits en statut HS sont généralement renvoyés chez le fournisseur.
- RK – Release UK exclusivement : Les matières premières sous le statut RK sont libérées mais réservées exclusivement pour être envoyées au Royaume-Uni. Elles ne peuvent par conséquent pas entrer dans la production du site de Lessines.
- RL – Release utilisation Lessines : Ce statut est utilisé pour toute palette étant dans le stock mais ayant été utilisée en partie par le site de production de Lessines. Les matières premières ayant ce statut ne seront utilisées que pour le site de Lessines et ne serviront pas pour d'autres usines Baxter. En effet, la quantité restante sur chacune des palettes dans ce statut est approximative, c'est pourquoi l'entreprise préfère garder ces palettes pour une utilisation sur place.
- RN – Released Normal: Ce statut est défini pour indiquer que la matière est libérée et donc disponible pour entrer en production.
- RX – Released RM alloué à l'export : Comme la description l'indique, les matières premières en statut RX sont réservées uniquement pour l'exportation et par conséquent pour l'utilisation à l'étranger.

- UA – Unrelease Analysis : L’emploi de ce statut se fait lorsque le produit est en cours d’analyse ou devant potentiellement être réanalysé.
- UN – Unreleased Normal : Toute matière entrant sur le site de Lessines se voit d’office attribuer ce statut en attendant d’être libérée par le service QA (Qualité).
- WN – Rework Normal: Lorsque le produit doit être retravaillé, on le met sous le statut WN, par exemple dans le cas où il faut effectuer un changement de l’étiquette.

3.2.3. Gestion des stocks

L’entrepôt des matières premières est semi-automatique. Les matières premières sont groupées par type de produit et identifiées par une localisation spécifique (Annexe 1- Figure 36). On trouvera par exemple, dans un même rayon, les différents types de carton. On parle de stock semi-automatique car les emplacements sont gérés de façon automatique par le système et les retraits se font manuellement.

Lorsqu’un opérateur doit aller chercher une marchandise dans l’entrepôt des matières premières, l’écran installé sur le transpalette indique à quelle localisation il doit se rendre. Une fois sur place, l’opérateur scanne l’étiquette de la palette afin de s’assurer qu’il va prendre la palette requise.

Les quantités disponibles dans l’entrepôt sont gérées selon le système MRP. Ce système a été abordé dans le chapitre II. Néanmoins, nous verrons dans le chapitre IV comment il s’applique chez Baxter.

L’entreprise Baxter implantée à Lessines ne dispose pas uniquement de matières premières dans son magasin mais elle y entrepose aussi ses produits finis.

3.3. Produits finis

3.3.1. Réception de produits finis

Quand une palette arrive, elle est pesée, dimensionnée et étiquetée avec le code produit, le lot et la date d’expiration.

Deux types de palette arrivent au centre de distribution : les palettes euro (120*80) et les palettes américaines (120*100). Les palettes euro sont stockées

telles quelles; par contre, les produits arrivant sur palettes américaines sont reconditionnés en palettes euro pour uniformiser le stock.

L'entreprise vérifie également l'état des produits reçus. Par exemple, s'il y a un défaut au niveau du support, et donc de la palette sur laquelle repose les produits, celle-ci est changée par un système automatique qui pivote l'ensemble des produits, retire la palette défectueuse et la remplace.

Si l'état de la palette est correct, elle est dirigée vers un ascenseur et ensuite, elle est acheminée dans le stock. La palette est connue au sein de l'entreprise, grâce au système IT, une fois qu'elle a été localisée par des coordonnées (X, Y, Z).

3.3.2. Gestion des stocks

L'entrepôt de produits finis peut contenir 54.000 palettes. Il fait environ 30 mètres de haut, 142 mètres de profondeur et 76 mètres de large et contient 13 étages. L'entrepôt est desservi par 16 grues (Annexe 1 – Figure 37, p. 105) divisées en 4 modules. La grue est capable d'avancer, reculer, monter et descendre avec une vitesse de 3 m/s. Par module, on a un mix de produits. Ce mix permet de pouvoir accéder à certains produits en cas de panne d'une grue.

Le système date de 1996 et permet de repérer les emplacements vides et où sont stockées les palettes. Une fois que la grue a été chercher la palette nécessaire, celle-ci est acheminée vers l'opérateur pour effectuer la préparation des commandes, appelé « picking » en anglais. Une explication détaillée de la préparation des commandes est donnée au point suivant.

Tous les produits finis ne se situent pas dans le même stock. Ainsi, les produits plus petits, plus fragiles, non liquides et destinés à être vendus à l'unité sont entreposés dans une autre zone appelée SPW (Small Parts Warehouse). On y trouve par exemple les produits destinés aux traitements oncologiques ou encore des pièces de remplacement pour les machines des hôpitaux.

Ces produits ne sont pas stockés sur des palettes mais dans des bacs en plastique. Ce deuxième stock peut accueillir 28.000 bacs en plastique. Ce stock est également automatisé comme le précédent.

En ce qui concerne les conditions de stockage, les produits finis dans cet entrepôt sont stockés à température contrôlée, comprise entre 15°C et 25°C. Cependant, certains produits nécessitent d'être entreposés dans d'autres conditions. En effet, certains doivent être stockés dans une zone réfrigérée où la température est comprise entre 2°C et 8°C ; tandis que d'autres nécessitent une température inférieure à - 20°C.

3.3.3. Préparation d'une commande

Dans BDCE, des opérateurs procèdent à la préparation des commandes. Le but de cette activité est de collecter une série de produits stockés dans l'entrepôt et à les regrouper en fonction de ce que désire le client. Cette activité a la plus grande valeur ajoutée puisqu'elle est le reflet physique de ce que souhaitent les clients.

Il arrive fréquemment qu'un client ne veuille pas acheter une palette complète d'un produit, c'est là qu'intervient le picking. Le fonctionnement du picking à Baxter est semi-automatique. En effet, les palettes sont acheminées de façon automatique vers l'opérateur pour la préparation d'une commande. La grue sélectionne la palette en fonction des quantités nécessaires et de la date de péremption. Elle va d'abord sélectionner les produits dont le lot est le moins récent et ayant une durée de vie d'au moins 180 jours.

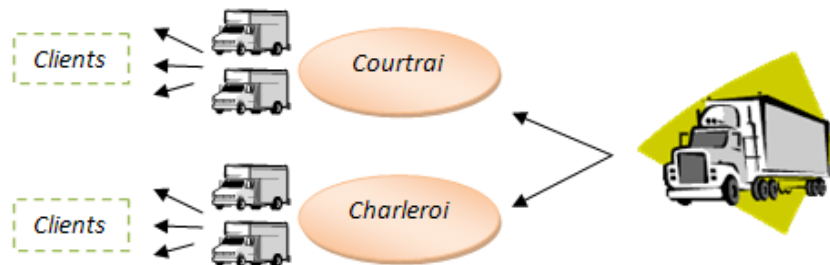
Une fois la palette face à l'opérateur, il sélectionne la quantité désirée par le client pour la mettre sur sa propre palette. En même temps, l'opérateur veille à disposer les produits de façon optimale. Lorsque la commande est terminée, la palette est dirigée soit vers le stock, soit pour l'expédition.

3.3.4. Distribution

L'entreprise Baxter a recours à 3 distributeurs pour le transport des produits finis.

Le premier est Sterima. Ce distributeur livre les produits en Belgique, en Hollande et au Luxembourg grâce à deux plateformes situées à Charleroi et à Courtrai. L'entreprise Sterima laisse des remorques vides à Lessines. Au fur et à mesure que ces remorques sont remplies, les données sont disponibles pour le distributeur afin qu'il puisse organiser les tournées des camions. Sterima vient rechercher environ 3 remorques par jour qu'elle envoie à l'une de ses deux

plateformes situées à Courtrai et à Charleroi en fonction de la localisation des clients qu'elle devra livrer. Une fois le camion arrivé à la plateforme, il est déchargé et les marchandises sont réparties dans de plus petites camionnettes qui iront livrer les clients.



Le second distributeur, dénommé Van Mieghem, se charge des livraisons en Belgique au domicile des patients. Ce distributeur utilise également des plateformes situées notamment à Tubize et à Charleroi, pour redistribuer les produits aux clients.

Enfin le troisième distributeur, Movianto, s'occupe uniquement des livraisons de produits réfrigérés et congelés vers les hôpitaux. Ces produits sont transportés à une température comprise entre 2 °C et 8 °C. Les produits congelés sont placés dans des boîtes isothermes et sont entourés de glace sèche pour maintenir leur température initiale. Cela permet de maintenir la température adéquate pendant maximum 30 heures.

Avant tout chargement dans un camion « frigo », Baxter s'assure que la température du camion est correcte pour la conservation des produits. Pour cela, l'entreprise se base sur les données fournies par l'équipement du transporteur.

3.3.5. Sécurité du transport

Lors de l'envoi vers certains pays, un scellé de sécurité en plomb est installé à la porte du camion afin de s'assurer que le camion n'ait pas été ouvert pendant le transport. Chaque scellé de sécurité est identifié par un numéro et est documenté. Ces scellés de sécurité sont souvent utilisés pour les expéditions vers les pays de l'Est mais aussi pour les conteneurs à destination du Moyen-Orient.

Avant d'arriver au centre de distribution, les produits peuvent avoir été transportés par différents modes de transport, ceux-ci sont abordés dans le point qui suit.

3.4. Modes de transport

Les transports routier, fluvial et aérien sont les principaux modes de transport utilisés chez Baxter. Cependant, le transport routier est le plus utilisé.

Chaque mode peut transporter une quantité différente de matière. Le mode choisi dépend évidemment du coût du mode de transport mais également de l'urgence. En cas de besoin urgent de matières, on peut recourir au transport express ou par avion en fonction de la distance. Il faut savoir que plus un mode de transport est rapide, plus il est coûteux. Cependant, certains produits à haute valeur ajoutée, par exemple les produits inhalants, viennent des Etats-Unis (Porto Rico) par avion à Zaventem et sont ensuite transportés par camion à Lessines. En effet, les produits à haute valeur ajoutée coûtent moins cher à transporter par air que par route, car en utilisant la route, cela représente beaucoup de stock en transit. Ces produits en transit sont présents dans les inventaires de l'entreprise mais étant donné qu'ils ne sont pas encore arrivés à Lessines, Baxter ne peut pas les vendre alors qu'ils sont valorisés.

Depuis 2011, Baxter s'est associé au groupe pharmaceutique UCB pour grouper leurs flux logistiques dans le but d'optimiser l'organisation de leurs chaînes de transport. Les camions ne pouvant contenir que des produits pharmaceutiques, un partenariat ne pouvait être réalisé qu'avec une société du même secteur. Ce partenariat permet d'augmenter le niveau de service. En effet, comme Baxter combine les transports avec UCB, ces deux sociétés se partagent le remplissage du camion. Le camion est donc rempli et expédié plus rapidement à destination des clients. Cela permet également de réduire l'impact écologique et les coûts logistiques.

CHAPITRE IV : ANALYSE DE LA GESTION DES STOCKS DES MATIÈRES PREMIÈRES DE BAXTER

Maintenant que nous en savons un peu plus sur l'entreprise Baxter, nous pouvons analyser la gestion des stocks des matières premières de cette entreprise. Cela passe d'abord par l'étude de son système MRP.

1. Le système MRP chez Baxter

La gestion des stocks des matières premières à Baxter se fait grâce à la planification des besoins en utilisant le système MRP (Management des Ressources de la Production). Nous avons expliqué cette méthode dans la partie théorique, Chapitre II. Voyons maintenant comment elle s'applique chez Baxter.

1.1. Paramètres du système MRP

Différents éléments interviennent dans le système MRP comme l'illustre le schéma ci-dessous :

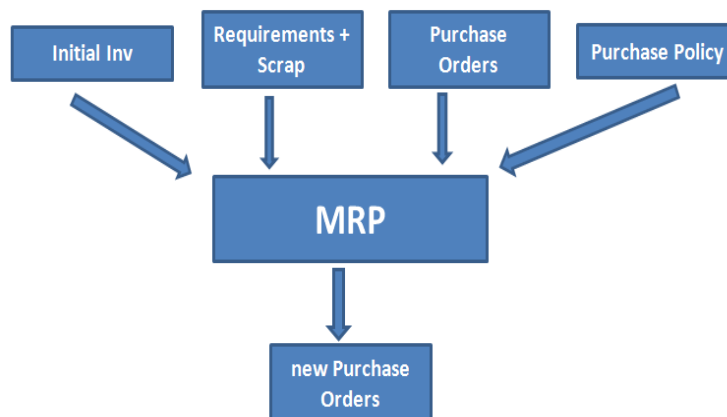


Figure 13: Fonctionnement du MRP à Baxter²²

Les points ci-après fournissent une explication de chaque paramètre.

- *Initial inventory*

Tout système MRP prend en compte l'inventaire disponible. Pour connaître celui-ci, le système se base sur l'inventaire publié à la fin du mois précédent.

L'inventaire comprend tous les produits en stock sous le statut RN, RX ou UN.

Une explication de ces statuts a été donnée dans le chapitre III.

²² Issu du PowerPoint présenté lors du stage par Gilles Livin

- *Requirements + Scrap*

A partir des prévisions des ventes des produits finis fournies le 10^e jour du mois, un planning pour la production est réalisé pour le 20^e jour du mois. Sur base de ce planning et des nomenclatures des produits, les besoins bruts sont déduits. A ces besoins, une valeur « Scrap » s'ajoute. Cette valeur comprend la perte sur la quantité due au processus et est déterminée par des statistiques. Ainsi, si on a besoin d'un kilogramme de la matière X, on commandera par exemple 100 grammes supplémentaires pour faire face à ce « Scrap ». Cela peut être dû au fait qu'une partie de la matière reste dans les tuyaux de la production et ne rentre pas vraiment dans la composition du produit.

- *Purchase orders*

Le système MRP prend également en compte les ordres d'achat ouverts, c'est-à-dire les matières premières qui doivent arriver à l'entreprise.

- *Purchase policy*

Enfin, en fonction des politiques d'achat et des besoins, le système MRP propose au service achats de passer des commandes. Quand on parle de politique, certains fournisseurs exigent que la quantité commandée soit un multiple d'un nombre ou alors respecte un minimum et augmente de façon incrémentale.

Le fonctionnement du MRP chez Baxter rejoint le mécanisme classique de tout système MRP comme expliqué au chapitre II. Néanmoins, il convenait de préciser quels produits entraient dans l'inventaire disponible, plus précisément ceux sous les statuts RN, RX ou UN.

Maintenant que nous en savons plus sur les paramètres du système MRP, voyons ce qui est fait une fois le MRP publié.

1.2. Publication du MRP

Quand le MRP est édité, le service achats vérifie code à code, les commandes qui doivent être passées, avancées ou retardées selon les propositions faites par le système. Une fois qu'une commande est passée, on lui attribue un numéro qui permettra d'en faire le suivi.

Il convient toutefois de préciser que cette procédure n'a lieu qu'une fois par mois et donc que l'ensemble des commandes sont passées en même temps.

Après avoir expliqué le fonctionnement du système MRP à Baxter, intéressons nous aux problèmes de la gestion des inventaires des matières premières.

2. Présentation des problèmes liés à la gestion des stocks des matières premières

Suite à la réalisation du stage dans cette entreprise, divers problèmes par rapport à la gestion des stocks des matières premières ont pu être observés.

- *Manque d'actualisation des paramètres MRP*

Le premier problème observé est le manque d'actualisation des paramètres du système MRP. En effet, les paramètres ont été définis il y a un certain temps et ne sont pas revus de manière régulière. Suite à cela, des commandes sont passées avec des quantités obsolètes. Ces quantités sont généralement trop élevées puisqu'elles doivent respecter la quantité minimale à commander. Par exemple, si le besoin est de 120 kg mais que la quantité minimale à commander s'élève à 100 kg, la commande devra être de 200 kg car bien souvent, la quantité à commander doit être un multiple du minimum de commande.

Le délai de livraison n'étant pas actualisé, les commandes sont passées à des dates erronées, souvent trop tôt, ce qui a un impact direct sur les quantités disponibles dans l'entrepôt.

Il faudrait par conséquent revoir régulièrement ces paramètres afin de s'assurer qu'ils sont toujours valables.

- *Date de passation de commande*

En discutant avec le service achats (Purchasing Supply Management), j'ai pu constater un autre problème. Le MRP propose des dates auxquelles il faut passer commande. Pour le MRP sorti en février, les employés du service achats passent commande pour toutes les matières ayant une échéance en mars et parfois début avril. Ainsi, le MRP de février a proposé pour une matière de passer commande avant le 31 mars pour livraison le 9 juin avec un délai de livraison de 70 jours. La proposition est tout à fait correcte. La date du 31 mars est obtenue en soustrayant de la date où la réception doit avoir lieu (9 juin) le délai de livraison (70 jours). Cependant, la commande a été passée fin février, soit 1 mois à l'avance par rapport à la date proposée par le système MRP pour une livraison le 9 juin. Il se peut qu'entre la date à laquelle la commande a été passée et le 31 mars les besoins aient diminués ou augmentés. Ne faudrait-il pas

passer commande à maximum 10 jours de la date prévue par le système MRP et non pas un mois ? En effet, à 10 jours de la date prévue, les besoins sont plus stables qu'à un mois.

Le problème s'empire quand le délai de livraison est long et qu'il faut passer commande longtemps à l'avance. Si on a un délai de 90 jours, il est fort possible que les besoins aient changés entre la date de passation de commande et la date de réception. De plus, le paramètre concernant la couverture est également défini en fonction du délai de livraison. Au plus il est long, au plus l'entreprise détiendra du stock. Voilà pourquoi il est plus intéressant d'avoir un délai de livraison court.

- *Matières premières sous statut HL ou HS*

Une autre constatation concerne le manque ou la lenteur du suivi de produits dans des statuts bloquant leur disponibilité, notamment ceux en statut HL ou HS. Pour rappel, une matière première a le statut HL lorsqu'elle n'a pas satisfait aux tests en laboratoire. Quand au statut HS, il est appliqué lorsque le problème est dû au fournisseur.

Comme il n'y a pas de gestion active pour ces produits, les analyses ne se font que ponctuellement et manuellement. Ces produits représentent une immobilisation financière mais nécessitent également d'être stockés dans de bonnes conditions (zone de stockage adéquate, température à respecter,...).

- *Stock de sécurité*

Enfin, le dernier problème concerne le stock de sécurité. Dans le système, les matières premières ont un stock de sécurité défini sous la forme d'une couverture. Comme dit précédemment, les paramètres liés au délai de livraison, à la quantité minimale à commander et à la couverture ne sont pas revus régulièrement. Il y a donc certaines matières ayant un stock de sécurité qui n'est plus nécessaire actuellement ou qui est soit trop élevé, soit trop faible. Suite à cela, des commandes sont passées pour respecter ce stock de sécurité obsolète.

Au sein de Baxter, il est de pratique courante que la plupart des matières ayant un stock de sécurité sont des produits destinés à la MRO (Maintenance, Repair and Operations) c'est-à-dire destinés à la maintenance et à la réparation de l'outil de production. Ces produits contribuent à la fabrication du produit final mais n'y sont pas

inclus et n'ont pas de lien proportionnel direct. C'est le cas par exemple de filtres qui doivent être changés une fois que 100 lots ont été produits.

Ces produits MRO sont donc également présents dans le stock. Ils représentent une immobilisation de capitaux. Cependant, leur disponibilité est importante. D'une part, si une pièce n'est pas disponible et qu'elle est nécessaire à la continuité de la production cela peut mener à l'arrêt de celle-ci. C'est pourquoi un stock de sécurité est défini pour ces produits. D'autre part, certaines pièces sont stockées et ne seront peut-être jamais utilisées.

Toutefois, ces produits destinés à la MRO ne font pas partie de l'inventaire des matières premières. Par conséquent, nous n'attaquerons pas cette problématique dans notre analyse.

Dans le cadre d'une réévaluation d'ensemble de ses performances en termes de gestion et d'approvisionnement de ses matières premières, un ensemble d'initiatives a vu le jour depuis fin 2011. L'une d'elles avait pour objectif d'actualiser les paramètres du système MRP. Pour ce faire, l'entreprise Baxter a envoyé un questionnaire à certains de ses fournisseurs. Ce questionnaire est expliqué dans le point qui suit.

3. Questionnaire

Le questionnaire n'a pas été envoyé à tous les fournisseurs. En effet, une sélection a été faite en fonction du nombre d'ordres d'achat passés et de la valeur de la matière première.

Le Tableau 2 reprend les informations demandées dans le questionnaire.

Paramètre	Type	Description
Supplier	Texte	Nom du fournisseur.
Supplier Code	Nombre	Code du fournisseur.
Product Code	Nombre	Code du produit.
Item Description	Texte	Description du produit.
MRP DLT in days	Nombre de jours	Temps de livraison entre la commande et la livraison physique à Lessines (en jours).
U.M.	Unités	Unités de mesure.
Minimum Order Quantity (MOQ)	Quantité	Quantité minimale à commander (en unités de mesure).

Smallest type of conditioning	Texte	Conditionnement : Boîte ? Sac ? Palette ?
Items per conditioning	Quantité	Nombre de produits/items par plus petit type de conditionnement.
Pallet factor	Quantité	Nombre de packs/boîtes par palette.
Supplier batch size (in units of measure)	Quantité	La quantité que représente un lot du fournisseur.
LT2 without FCT	Nombre de jours	Temps de livraison sans que Baxter ait fourni des informations de prévisions (en jours).
LT2 with FCT	Nombre de jours	Temps de livraison en ayant eu des informations de prévisions de Baxter (en jours).
Forecast required by supplier	Yes or No	Est-ce qu'une prévision est exigée par le fournisseur?
Forecast for which period	Nombre de mois	Prévision sur combien de mois (en mois).
Forecast frequency	Nombre de fois par an	Combien de fois par an est-ce que la prévision est nécessaire?
Supplier Safety Stock	Quantité	Stock garanti chez le fournisseur (en unités de mesure).
Price Revision frequency (per year)	Nombre de fois par an	Combien de fois par an le prix est-il revu?

Tableau 2: Questionnaire envoyé aux fournisseurs

Ce questionnaire sera la source des nouveaux paramètres MRP. Nous allons particulièrement nous intéresser à trois de ces paramètres :

- MRP DLT in days : Ce paramètre nous informe du délai de livraison et est important afin de savoir à quelle date il faut passer commande.
- Minimum Order Quantity (MOQ) : C'est sur base de cette quantité que des commandes sont passées. Dans la majorité des cas, la quantité commandée est un multiple de MOQ.
- Pallet factor : Dans certains cas, nous choisirons de commander par multiple d'une palette plutôt que par multiple de MOQ afin d'optimiser l'espace en entrepôt. Néanmoins, il faut que les besoins justifient des commandes de palettes entières.

A la lecture des réponses à ce questionnaire, il s'est avéré que certaines d'entre elles étaient incohérentes. Par exemple, pour un fournisseur, le délai de livraison passait de 112 jours (appliqués en pratique) à 14 jours d'après la réponse au questionnaire. C'est

ainsi que l'entreprise a décidé de recontacter les fournisseurs où les différences entre les paramètres enregistrés dans le système et ceux donnés par les fournisseurs étaient importantes afin de s'assurer de la bonne compréhension du questionnaire par ceux-ci.

Ces questionnaires permettent, d'une part, de mettre à jour les délais de livraison. Dans la plupart des cas, le délai a diminué par rapport à ce qui était enregistré. Ainsi l'entreprise peut commander plus tard pour être livrée à la bonne date et faire une économie sur les coûts de stockage.

D'autre part, grâce aux réponses au questionnaire, l'entreprise pourra commander par plus petite quantité que ce qui est défini actuellement. En effet, les quantités minimales à commander enregistrées dans le système sont généralement trop élevées. A chaque fois que l'entreprise passe commande, elle commande une quantité plus importante que le besoin et cela engendre la constitution d'un stock.

Toutes ces matières présentes dans l'entrepôt coûtent de l'argent à l'entreprise. En effet, il faut pouvoir trouver la place pour les stocker dans de bonnes conditions. De plus, c'est aussi de l'argent qui est immobilisé. Si la quantité minimale à commander reste élevée par rapport aux besoins, il faudrait revoir le contrat avec le fournisseur et essayer de négocier cette quantité minimale.

Les analyses qui vont suivre permettront de mesurer l'impact de la mise à jour de la quantité minimale à commander. Nous essaierons aussi de revoir la couverture appliquée sur les matières premières et également de mesurer l'impact de la mise à jour de ce paramètre. Ces impacts seront mesurés financièrement mais aussi en termes de niveau d'inventaire.

Etant donné que l'entreprise dispose d'un nombre important de matières premières dans l'entrepôt, tout ne peut pas être analysé. C'est pourquoi nous avons eu recours à l'analyse Pareto pour effectuer la sélection des matières premières sur lesquelles nous focaliserons notre attention.

4. Analyse Pareto

4.1. Démarche

Pour effectuer cette sélection, nous avons eu recours à l'analyse Pareto en prenant comme critère la valeur du stock de la matière première.

Ainsi dans un premier temps, la valeur en stock de chaque matière première a été calculée en multipliant les quantités disponibles en stock par leur coût. Pour ne pas se baser uniquement sur les quantités en stock sur une période, nous avons effectué une moyenne sur les quantités qu'il y avait en stock en janvier, février et mars. Ces données ont été extraites d'une base de données par une tierce personne. Je les ai ensuite rassemblées dans un fichier excel afin de pouvoir effectuer les calculs nécessaires.

Cependant, certaines matières premières étaient en stock mais consignées.

La consignation consiste en une mise à disposition par le fournisseur de matières premières. Elles sont présentes dans le stock de l'entreprise mais elles n'appartiennent à Baxter que lorsqu'elles sont consommées. Quand elles sont consommées, elles sont également facturées.

D'une part, cela permet de disposer rapidement de la matière première puisqu'elle est sur place. D'autre part, l'entreprise ne doit pas déboursier de l'argent pour tout ce qui est présent dans le stock mais uniquement pour ce qui est consommé. L'entreprise paie donc de manière étalée en fonction de la consommation.

Par conséquent, les codes étant en consignation ne devraient pas avoir de valeur dans l'inventaire. Pour ces codes, l'impact de notre analyse ne sera pas financier mais plutôt en termes d'espace. Même si les matières premières en consignation ne sont payées qu'en fonction de leur consommation, il ne faut pas que l'entreprise ait des inventaires excédentaires par rapport aux besoins de la production.

De cette analyse Pareto, nous avons pu réaliser le diagramme de Pareto (Figure 14) et calculer la valeur totale du stock des matières premières qui s'élève à 11.763 k\$, soit 1.167 matières premières.

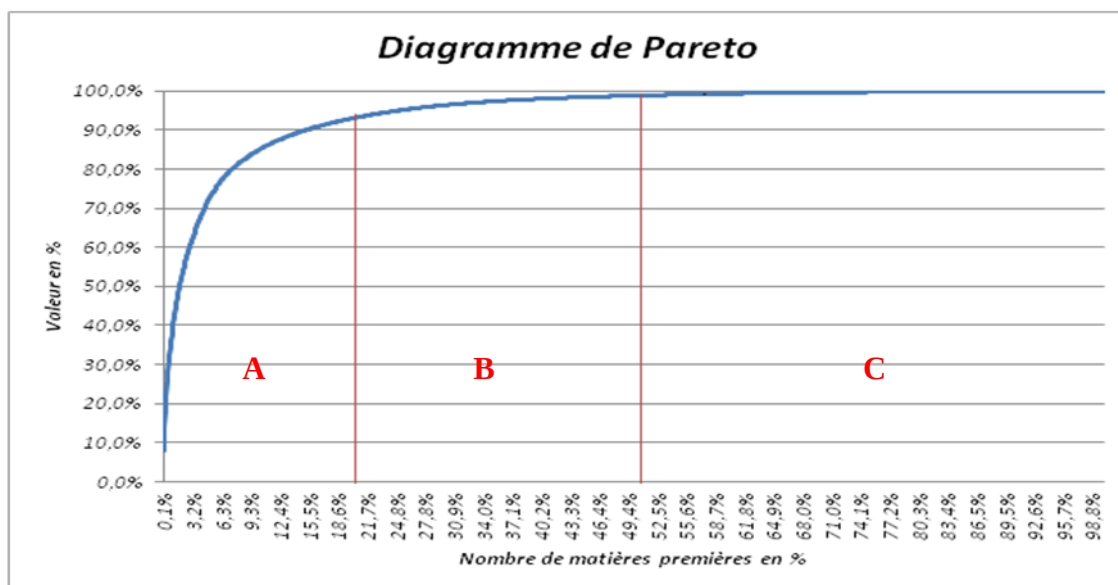


Figure 14: Courbe ABC sur les valeurs des matières premières en stock

Un aperçu des résultats de cette analyse est présenté en annexe 2.

Nous avons constaté que 234 matières premières, soit 20 % des matières premières, faisaient partie de la classe A et représentent 92,9 % de la valeur du stock. Comme ce nombre reste important, nous avons décidé de nous concentrer sur 32 codes représentant environ 55 % de la valeur totale du stock des matières premières, soit 6.479 k\$. Nous mesurerons l'impact de la mise à jour de la quantité minimale à commander et de la couverture de ces 32 matières premières.

Avant de poursuivre notre analyse, nous avons vérifié que le critère retenu, la valeur du stock de la matière première, était pertinent. Pour cela, nous avons eu recours à l'indice de Gini expliqué ci-après.

4.2. Indice de Gini

L'indice de Gini (γ) est un indice de concentration. Il doit être supérieur à 0,6 et inférieur à 1 pour que le critère soit considéré comme pertinent.

Pour le calculer, nous avons recours à la formule suivante²³ :

$$\gamma = \frac{[\text{somme des valeurs cumulées du critère en \%} \times \text{le \% que représente une référence}] - 5.000}{5.000}$$

²³ Centre d'études et de ressources pour les professeurs de l'enseignement technique, « L'analyse ABC », (page consulté le 13 avril 2012), [article en ligne], <http://www.cerpet.education.gouv.fr/EG/etudes/anaabc.pdf>

La somme des valeurs cumulées du critère vaut 110.238 % et chaque matière première représente 0,086 % ($= \frac{1 \times 100}{1167}$) sur le nombre total de matières premières présentes dans l'entrepôt. L'application de la formule donne le résultat suivant :

$$\gamma = \frac{\left[110.238 \times \left(\frac{1 \times 100}{1167} \right) \right] - 5.000}{5.000} = 0,89$$

L'indice est nettement supérieur à 0,6. Le critère des valeurs en stock est donc pertinent. Nous pouvons poursuivre notre étude et passer au chapitre V consacré aux simulations montrant l'influence des paramètres MRP sur le niveau d'inventaire.

CHAPITRE V : MESURE DE L'IMPACT DE LA MISE À JOUR DES PARAMÈTRES MRP (QUANTITÉ MINIMALE À COMMANDER ET COUVERTURE)

Ce chapitre a pour objectif de mesurer l'impact de la mise à jour des paramètres MRP, plus précisément de la quantité minimale à commander et de la couverture. Cet impact sera mesuré en comparant l'évolution du niveau d'inventaire de mois en mois avec les paramètres actuels et avec les paramètres fournis par les fournisseurs à travers le questionnaire. De cette façon, nous pourrions déterminer les gains réalisés en immobilisation financière suite à cette mise à jour.

Dans un premier temps, nous définirons ce qu'on entend par simulations, leur objectif et les données nécessaires pour réaliser ces simulations. Nous présenterons également l'outil qui a été développé en Excel pour les réaliser. Ensuite, nous nous intéresserons à la mise à jour des paramètres MRP de 3 matières premières. Enfin, nous étudierons les résultats globaux des 30 matières premières.

1. Simulations

Pour connaître l'impact de la mise à jour des paramètres MRP, des simulations ont été réalisées. Par simulations, nous voulons dire que nous avons estimé l'évolution de l'inventaire au cours de l'année 2012. Pour les réaliser, nous avons supposé que les besoins en matières premières, déterminés par le MRP édité fin février, étaient stables de mois en mois. En d'autres mots, nous n'avons pas revu les besoins futurs à chaque fois qu'une nouvelle version du MRP était éditée.

En connaissant l'inventaire disponible en début d'année, les commandes étant déjà passées avec leurs dates de réception et les besoins, nous avons pu estimer l'évolution du niveau d'inventaire. Grâce à ces estimations, nous avons déterminé les périodes nécessitant de nouveaux approvisionnements. Les quantités nécessaires ont été calculées dans un premier temps sur base des paramètres actuels (couverture et quantité minimale à commander).

Ensuite, avec le même jeu de données, nous avons également estimé l'évolution de l'inventaire et les nouveaux approvisionnements nécessaires mais cette fois avec les nouveaux paramètres, ceux fournis par les fournisseurs.

L'impact a été mesuré en comparant l'inventaire disponible de mois en mois avec les paramètres actuels et avec les nouveaux paramètres. Par inventaire disponible, nous entendons les quantités restantes en stock en ayant déduit les besoins.

1.1. Objectif

Le but de ces simulations est de connaître l'impact de la mise à jour des paramètres MRP. Pour rappel, l'objectif en Supply Chain est de trouver un équilibre entre le niveau du stock et le niveau de service.

L'impact pourra être mesuré en calculant la variation de l'inventaire de mois en mois en valeur et en unités de mesure. Pour mesurer ces variations, un outil a été développé. Cet outil et les données nécessaires à la réalisation des simulations sont expliqués ci-après.

1.2. Outil utilisé

Pour réaliser les simulations, nous avons eu recours à Excel.

Nous aurions pu mettre à jour les paramètres MRP dans le système et faire tourner le système afin de voir l'impact que cela aurait eu. Cependant, le risque sur les conséquences opérationnelles ne pouvait être pris dans un environnement industriel réel. Pour réaliser la simulation de cette façon, il aurait fallu mettre à jour les paramètres, faire tourner le système puis remodifier les paramètres à leur valeur d'origine avant qu'une décision soit prise.

L'utilisation d'Excel semblait par conséquent plus appropriée.

1.3. Données nécessaires

Avant de pouvoir réaliser les simulations, les paramètres du système MRP devaient être connus. Ces paramètres comprennent :

- Le délai de livraison en jours, c'est-à-dire le nombre de jours entre le placement de la commande et la réception de celle-ci à Lessines.
- La durée de libération par l'Assurance Qualité en jours, c'est-à-dire le nombre de jours que prennent les tests faits en laboratoire avant qu'une matière soit libérée.

Ces deux délais doivent être additionnés afin de savoir quand passer commande pour que la matière soit disponible pour la production.

- Le stock de sécurité, c'est-à-dire la quantité en-dessous de laquelle l'inventaire ne peut descendre. Ce stock de sécurité permet de palier à des variations inattendues de la demande, du délai de réapprovisionnement ou du délai de libération par l'Assurance Qualité.
- La couverture en semaines, c'est-à-dire le nombre de semaines que doit couvrir l'inventaire.
- La quantité minimale à commander.

En plus de ces données, il faut connaître pour chaque matière première :

- L'inventaire disponible en début d'année pour pouvoir projeter d'une période à l'autre ce qu'il reste en inventaire. Un préalable indispensable est l'exactitude des quantités en inventaire ainsi que leurs statuts déterminant leur prise en compte ou non dans les calculs futurs ;
- Les besoins futurs afin de pouvoir anticiper les quantités qu'il faut disposer dans l'entrepôt ;
- Le coût, de façon à pouvoir valoriser l'inventaire disponible ;
- La quantité de matière première que l'on peut mettre sur une palette afin d'estimer l'espace utilisé en entrepôt.

Suite à l'envoi de questionnaires aux fournisseurs, le délai de livraison et la quantité minimale à commander peuvent être mis à jour. Nous avons également eu l'information concernant la quantité disponible sur une palette. Grâce à ces données, des simulations pourront être réalisées avec les anciens et nouveaux paramètres.

Comme la durée du release ne dépend pas du fournisseur, nous avons également fait une enquête auprès du laboratoire de l'entreprise afin de mettre à jour cette donnée, paramètre également pris en compte lors de la passation d'une commande.

Le stock de sécurité et la couverture sont deux paramètres distincts dans le système MRP mais ayant le même rôle. Toutefois, l'entreprise a plus souvent recours à une couverture en semaines. Cela lui permet d'avoir en stock des quantités dépendantes des besoins futurs. Ces données proviennent du système MRP actuel.

Quant aux besoins futurs, nous les avons extraits du MRP édité fin février à l'aide d'une requête sur la base de données. Enfin, le coût de chaque matière première correspond au coût utilisé pour valoriser les inventaires.

Maintenant que nous connaissons les données nécessaires pour réaliser les simulations, voyons comment fonctionne l'outil développé en Excel.

1.4. Fonctionnement

Nous allons maintenant voir comment fonctionne l'outil que j'ai développé en Excel. Cet outil permet d'estimer l'évolution de l'inventaire en fonction des paramètres MRP. Ces paramètres MRP ainsi que le coût et le code de la matière première sont indiqués dans des cellules non visibles dans la figure ci-dessous. Grâce à la mise en place de différentes formules, l'inventaire disponible évolue et des commandes sont proposées.



Month	Needs	Value in k\$	Available inventory	PO	Target inventory	Différence Target vs Available Inv	Proposition
Starting inventory		851	4.679	Suppl	4.631	48	
févr-12	3.053	1.040	5.714	4.087	4.662	1.052	0
mars-12	3.157	920	5.057	2.500	4.458	599	0
avr-12	3.010	827	4.547	2.500	4.341	206	0
mai-12	2.896	755	4.151	2.500	4.044	107	0
juin-12	2.891	684	3.761	2.500	3.395	365	0
juil-12	2.307	719	3.953	2.500	3.717	237	0
août-12	2.176	869	4.777	3.000	4.470	307	0
sept-12	3.081	763	4.196	2.500	4.031	165	0
oct-12	2.777	258	1.419		3.483	-2.065	2.500
nov-12	2.507	-198	-1.089		3.671	-4.759	5.000
déc-12	1.952	-553	-3.041		4.965	-8.006	8.500
janv-13	3.437	-1.178	-6.478				
févr-13	3.056						
		Average	3.177	Total PO	22.087		

Figure 15: Extrait du fichier Excel utilisé pour réaliser les simulations

Dans un premier temps, les données concernant les besoins des mois à venir ont été récoltées et ajoutées dans la deuxième colonne du tableau de la figure ci-dessus, intitulée « **Needs** ».

La colonne intitulée « **Value in k\$** » valorise l'inventaire disponible à l'aide du coût de la matière première. Cette donnée sera utilisée afin de calculer les gains réalisés suite à la mise à jour des paramètres MRP.

Pour pouvoir simuler ce que calcule l'outil MRP, nous devons connaître **l'inventaire disponible** à la fin du mois de janvier. Cette donnée est disponible à la deuxième ligne du tableau dans la quatrième colonne (4.679). Cette information a été extraite de la base de données à l'aide d'une requête et m'a été transmise pour l'ensemble des

matières premières sous forme d'un fichier Excel. Il a donc fallu lier cette donnée avec le fichier permettant de réaliser les simulations. Cette liaison a été faite sur base du code de la matière première.

L'inventaire disponible pour les périodes suivantes se calcule comme l'inventaire disponible à la période précédente auquel on soustrait les besoins de la période en cours et ajoute les commandes devant être réceptionnées. Il est donc important de savoir que l'inventaire disponible ne contient pas les besoins du mois en cours.

Ainsi, l'inventaire disponible en mars s'obtient grâce à l'opération suivante :

$$5.714 - 3.157 + 2.500 = 5.057$$

La colonne intitulée « **Target inventory** » est définie en fonction de la couverture, étant un des paramètres MRP. Dans ce cas-ci, la couverture est de 6 semaines.

L'inventaire doit alors couvrir les besoins des 6 prochaines semaines. Par exemple, en avril, l'inventaire cible doit être de $2.896 + 0,5 \times 2.891$, soit 4.341. Si cet inventaire cible n'est pas atteint, il faudra passer des commandes. C'est ce que propose la dernière colonne du tableau.

Dans l'exemple donné à la Figure 15, on peut constater que pour le mois d'octobre, l'inventaire disponible (1.419) est inférieur à l'inventaire cible (3.483). Il manque 2.064 kg pour atteindre cet inventaire cible.

Pour cette matière première, la quantité minimale à commander est de 500 kg. En commandant 500 kg, ce n'est pas suffisant pour atteindre l'inventaire cible. Grâce à la mise en place de différentes formules dans Excel et à l'indication des paramètres MRP dans des cellules bien définies (non visibles dans la Figure 15), Excel propose des commandes avec des quantités étant des multiples du minimum à commander. Pour le mois considéré, il faut donc passer une commande de 2.500 kg. Cette valeur doit être indiquée dans la colonne « **PO** » (Purchase Order).

Toutefois, des commandes étaient déjà passées en début d'année, ces données ont été recopiées telles quelles (données indiquées en rouge) puisqu'il était trop tard pour les modifier.

Enfin, l'avant-dernière colonne permet d'estimer la **quantité de matière première en excès par rapport à l'inventaire cible défini**.

Grâce à cet outil, les commandes générées par le système MRP ont pu être simulées. De cette façon, une fois la valeur des nouveaux paramètres MRP disponible, l'impact de cette mise à jour a pu être mesuré.

L'outil développé en Excel a pu être validé en comparant ce qu'il suggérait comme quantités à commander et ce que le système MRP proposait également. Les propositions étaient équivalentes, c'est ainsi que l'on a validé la façon dont l'outil fonctionnait.

Une fois les données rassemblées, les simulations ont pu être réalisées. Avant de s'intéresser aux résultats que cet outil nous a fournis, voyons ensemble quelles informations ont pu être retirées des questionnaires.

1.5. Informations retirées des questionnaires

Une fois les questionnaires complétés par les fournisseurs, les données ont été récoltées pour les 32 matières premières faisant partie de notre sélection. Pour disposer des réponses aux questionnaires, il a d'abord fallu savoir le fournisseur de chacune des 32 matières premières afin de savoir dans quel questionnaire aller rechercher les réponses. Ensuite, un fichier Excel a été créé dans lequel j'ai indiqué pour chaque matière première la valeur des anciens paramètres MRP (délai de livraison et quantité minimale à commander) et la nouvelle valeur extraite de ces questionnaires. En réalisant ce travail, diverses remarques peuvent être faites.

Sur les 32 codes, pour 2 d'entre eux, rien ne peut être changé. En effet, la gestion de ces produits est différente et ne se fait pas selon le système MRP. Nous ne pourrions donc pas réaliser de simulations pour ces deux matières premières.

Pour 20 autres codes, les simulations avec la quantité minimale à commander ne peuvent être faites car seul le délai de livraison a changé (actuel vs questionnaire). On ne peut donc pas mesurer cet impact financièrement.

Le principal avantage d'un délai de livraison plus court est que la marchandise arrive plus rapidement que ce qui était défini dans le système.

La date à laquelle une commande est passée est plus proche de la période à couvrir et donc les besoins ne varient pratiquement plus. Cela permet aussi d'éviter les tentatives de changements multiples des commandes en cours.

Par exemple, pour un produit venant du fournisseur Dr Paul Lohmann le délai de livraison passe de 168 jours (paramètre actuel) à 60 jours (nouveau paramètre extrait du questionnaire). Quand la commande est passée, à 60 jours du besoin, le besoin est plus stable qu'à 168 jours. L'idéal est d'avoir un délai de livraison le plus court possible.

Parmi ces 20 codes, il y a un cas où le délai est en réalité plus long. Quand l'entreprise passait commande, la réception arrivait juste à temps car la commande était passée bien plus à l'avance que la date à laquelle le MRP le proposait. Un comportement déviant permettait d'éviter des problèmes résultant de mauvais paramètres d'approvisionnement. Ce comportement déviant avait été expliqué dans la partie présentant les problèmes actuels de la gestion des stocks des matières premières.

Nous pouvons ainsi déduire que seules 10 matières premières auront leur quantité minimale à commander mise à jour. Nous n'allons pas analyser en détails ces 10 matières premières mais plutôt nous attarder sur 3 d'entre elles. Néanmoins, les simulations ont été réalisées pour ces 10 matières premières. Nous présenterons les résultats financiers dans le point 3 intitulé « Résultats globaux ».

2. Analyse de 3 matières premières

2.1. Analyse du code 15750009

Prenons tout d'abord la matière ayant le stock le plus coûteux (environ 8 % de la valeur totale du stock) : la phosphatide d'œuf (code 15750009). Des simulations du niveau d'inventaire de cet article peuvent être réalisées à partir des anciens et des nouveaux paramètres MRP, présentées ci-après.

a) Simulation avec les anciens paramètres MRP

Grâce à l'outil développé en Excel, expliqué au point 1.4., sur base des anciens paramètres MRP, nous avons pu simuler l'évolution du niveau d'inventaire en fonction des besoins futurs. Ces anciens paramètres sont :

- Minimum Order Quantity (MOQ) : 500 kg
- Couverture : 6 semaines
- Délai de livraison : 42 jours

Un graphique montrant pour chaque mois l'inventaire disponible, les besoins et où on se situe par rapport à l'objectif (« Target inventory ») a pu être réalisé.

L'objectif à atteindre en niveau d'inventaire est représenté par la courbe rouge et est défini par la couverture qui est ici de 6 semaines. Cette couverture permet de pallier à des variations inattendues de la demande, à un retard de livraison ou encore à un retard de libération. La couverture est aussi fonction du délai de livraison. Au plus ce délai est long, au plus l'entreprise aura tendance à détenir des niveaux d'inventaire élevés. Le niveau d'inventaire, représenté par les bâtonnets bleus, est donc déterminé par la couverture et par conséquent par les besoins futurs, représentés par les bâtonnets mauves.

Il convient également de rappeler que l'inventaire disponible est l'inventaire duquel on a déduit les besoins et ajouté les commandes devant être réceptionnées.

En ce qui concerne l'excédent de stock, c'est-à-dire la différence entre l'inventaire disponible et l'inventaire cible, soit ce qui dépasse la courbe rouge, est fonction de la quantité minimale à commander. Au plus la quantité commandée est proche des besoins, au plus les excédents seront faibles.

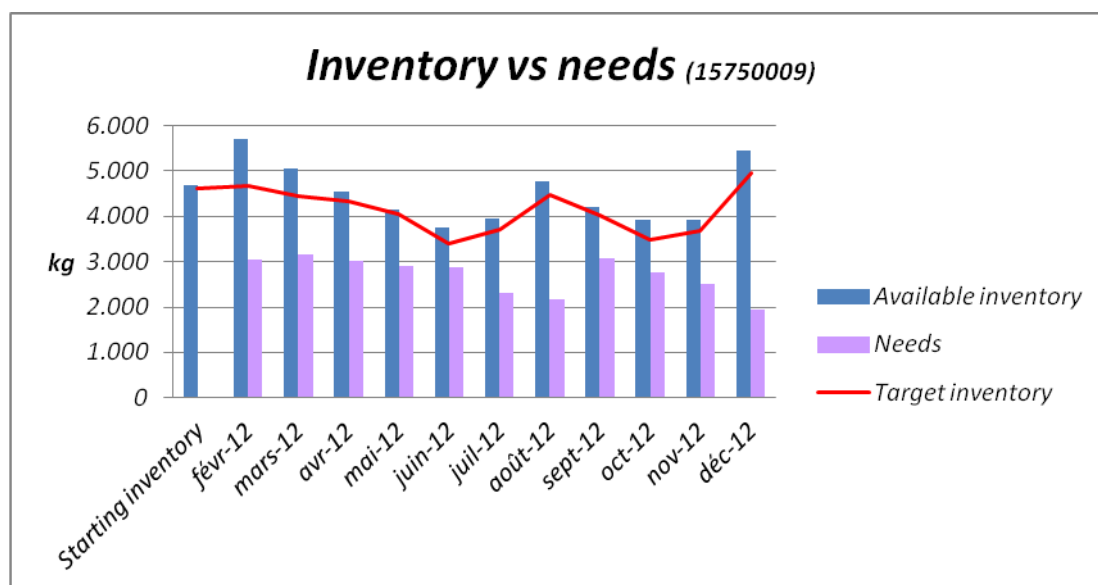


Figure 16: Inventaire disponible, besoins et objectif pour le code 15750009 (anciens paramètres)

Sur ce graphique, on peut voir que l'inventaire disponible est toujours supérieur à l'objectif. On a donc souvent un excédent de stock pour cette matière première. La quantité minimale à commander ne semble donc pas optimale puisqu'elle cause des excédents de stock.

On peut également constater que les besoins ne sont pas stables d'un mois à l'autre. Par conséquent, le niveau de l'inventaire est aussi instable puisqu'il est calculé sur base des besoins futurs.

On peut remarquer que de juin à août, les besoins diminuent alors que l'inventaire disponible augmente. Cela s'explique par les besoins futurs. Ainsi, pour le mois de juillet, l'inventaire doit couvrir les besoins des mois d'août et septembre qui sont en hausse, ce qui entraîne une augmentation de l'inventaire disponible.

Dans la plupart des cas, une matière première est caractérisée par un niveau de couverture et non pas par un nombre d'unités de mesure à avoir en stock.

L'avantage de cette façon de travailler est que le niveau d'inventaire suit les besoins et est donc dynamique. En effet, si on définit un stock de sécurité en unités et que celui-ci n'est pas revu régulièrement, il se peut que ce niveau soit trop élevé par rapport aux besoins de la matière première.

Avec les paramètres MRP actuels, la quantité totale à commander sur l'année s'élève à 30.587 kg répartie en 11 commandes dont 3 étaient déjà passées avant ces simulations.

Voyons ce qu'il en est avec les nouveaux paramètres donnés par le fournisseur dénommé Lipoid.

b) Simulation avec les nouveaux paramètres

Maintenant, si on effectue le même travail mais avec les nouveaux paramètres :

- Minimum Order Quantity (MOQ) : 10 kg
- Couverture : 6 semaines
- Délai de livraison : 90 jours
- Release time : 25 jours

Il convient de préciser que la couverture n'a pas été mise à jour. En effet, celle-ci n'est pas déterminée par le fournisseur mais par l'entreprise Baxter. Nous déterminerons dans le point d) la couverture optimale à appliquer.

Sur base des paramètres donnés par le fournisseur, la Figure 17 a été réalisée.

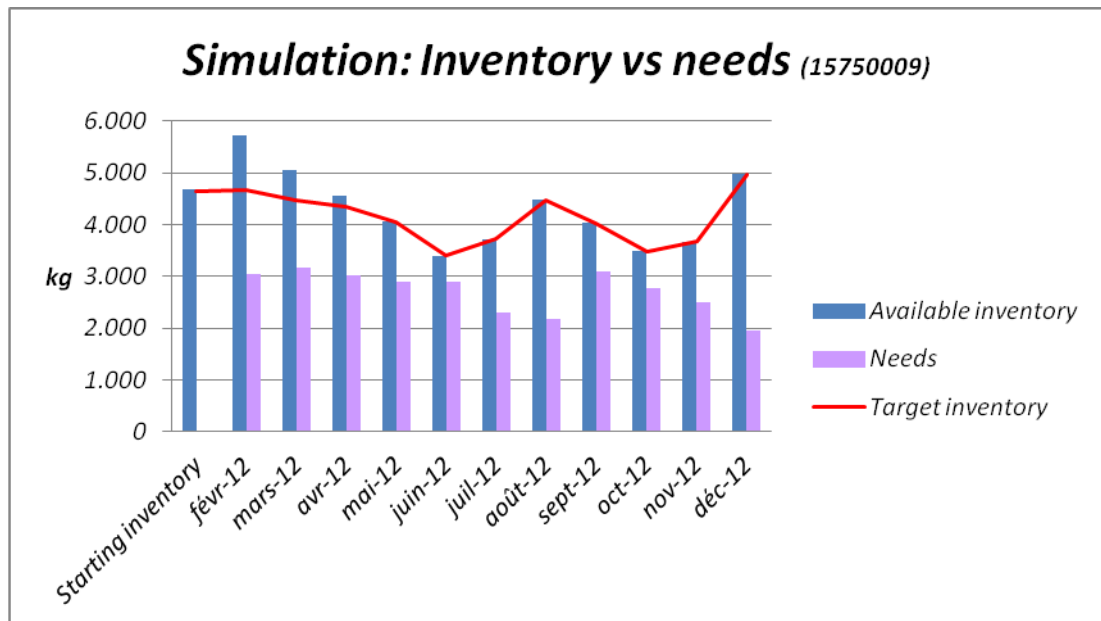


Figure 17: Inventaire disponible, besoins et objectif pour le code 15750009 (nouveaux paramètres)

Nous pouvons constater que le niveau d'inventaire est très proche de l'objectif. Grâce à l'implémentation des nouveaux paramètres, on diminue l'excédent de stock. En effet, on peut commander par plus petite quantité mais le délai de livraison est plus long. L'impact d'un délai de livraison plus long réside dans le fait qu'il faut passer commande longtemps à l'avance. Pendant cette période, les besoins peuvent changer et la commande peut s'avérer insuffisante ou trop importante par rapport aux besoins.

Dans ce cas, la quantité totale à commander est de 30.097 kg (versus 30.587 kg) répartie également sur 11 commandes. La quantité a donc diminué alors que les besoins n'ont pas changé. Cette diminution est expliquée par la quantité minimale à commander qui permet de commander des quantités plus proche des besoins.

c) Prise en compte de la quantité disponible sur une palette

Afin de satisfaire les objectifs divergents des différents départements de la société, une approche multicritère doit être utilisée. En effet, chaque département a son propre objectif.

Le service Qualité voudra réduire le nombre d'analyses à faire en laboratoire en favorisant la réception d'un même lot sur plusieurs commandes. Le gestionnaire de l'entrepôt voudra minimiser l'utilisation des emplacements de stockage alors que le service achats a pour objectif de minimiser les frais de livraison, en commandant

par exemple par camion complet. Enfin, la supply chain cherche à minimiser la valeur de l'inventaire.

En ayant fait des recherches sur la quantité de matière première disponible sur une palette, il s'est avéré qu'une palette pouvait contenir 100 kg. Il peut être plus intéressant pour l'entreprise de ne pas commander par multiple de 10 kg mais plutôt par multiple de 100 kg. De cette façon, l'entreprise commandera uniquement des palettes qui sont complètes et utilisera de façon optimale l'espace en entrepôt. En effet, une palette contenant 50 kg ou 100 kg prend autant de place dans l'entrepôt.

Si on compare l'excédent de stock existant avec les anciens et nouveaux paramètres, on voit qu'il a fortement diminué suite à l'implémentation des nouveaux paramètres. L'optimal est de commander par multiple de 10 kg car on tend vers un excès proche de 0. Cependant, comme expliqué précédemment, l'utilisation de l'espace est plus optimale si l'entreprise commande par multiple de 100 kg car les besoins le permettent. En commandant par lot de 100 kg, la situation est tout de même meilleure comparée à la situation actuelle, bien qu'elle ne soit pas optimale.

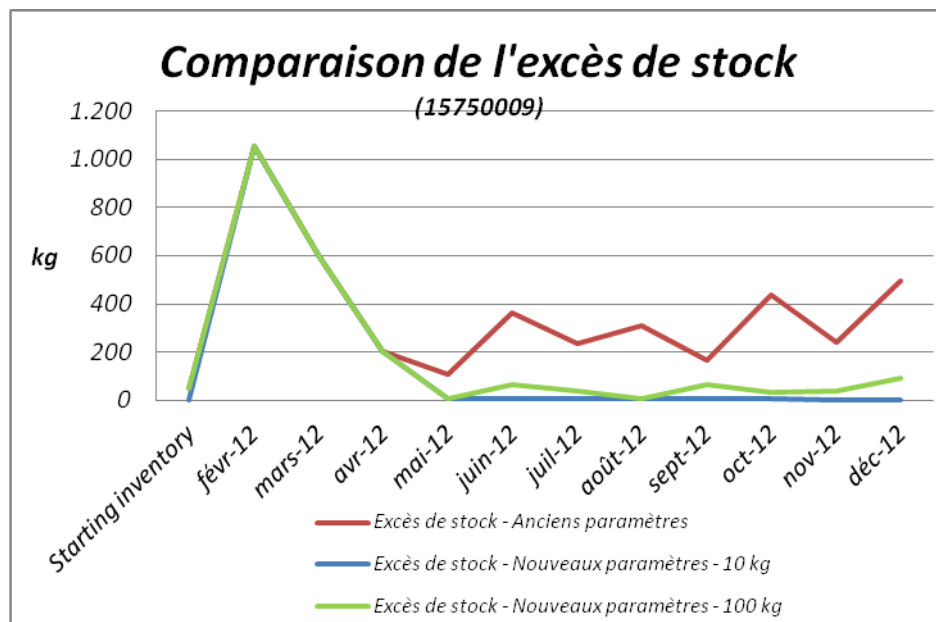


Figure 18: Evolution de l'excès de stock en fonction des paramètres pour le code 15750009

Pour rappel, l'inventaire des 4 premiers mois de l'année ne peut être optimisé car des commandes étaient déjà passées. En effet, le délai de livraison étant de 42 jours, les commandes ont été passées un mois et demi avant le besoin.

Il est également intéressant de connaître les gains pour l'entreprise suite à la mise en place de ces paramètres. En comparant la valeur en stock pour chaque mois avant et après la mise à jour des paramètres, on peut constater que le gain est positif (voir Figure 19). L'entreprise va non seulement épargner de l'argent mais également de la place dans son stock.

La Figure 19 montre l'évolution du gain de mois en mois.

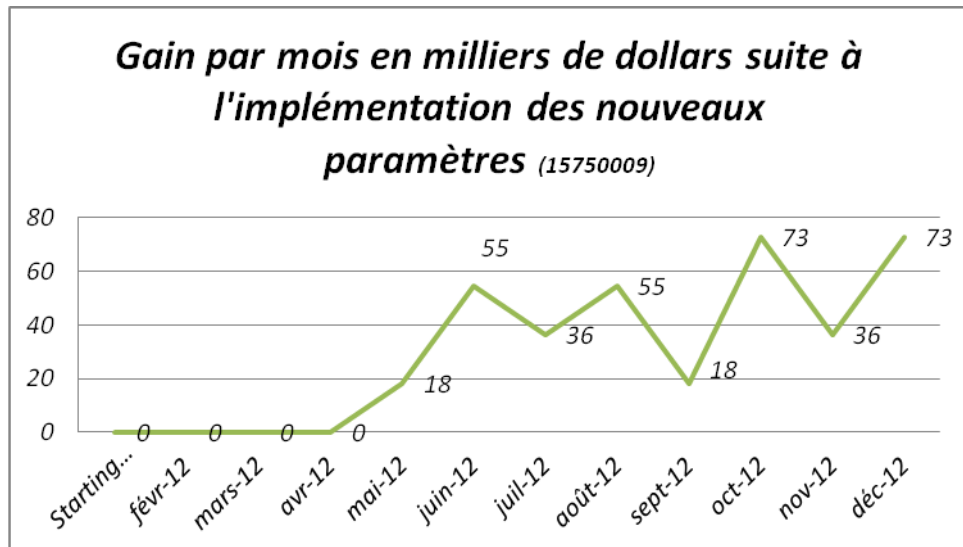


Figure 19: Gain par mois en k\$ suite à l'implémentation des nouveaux paramètres pour le code 15750009 avec quantité minimale à commander = 100 kg

A l'aide de la Figure 19, nous pouvons constater que le gain par mois n'est pas stable mais a tendance à fluctuer.

Si maintenant, nous regardons le gain en termes d'espace suite à la mise en place de ce paramètre, nous obtenons la Figure 20.

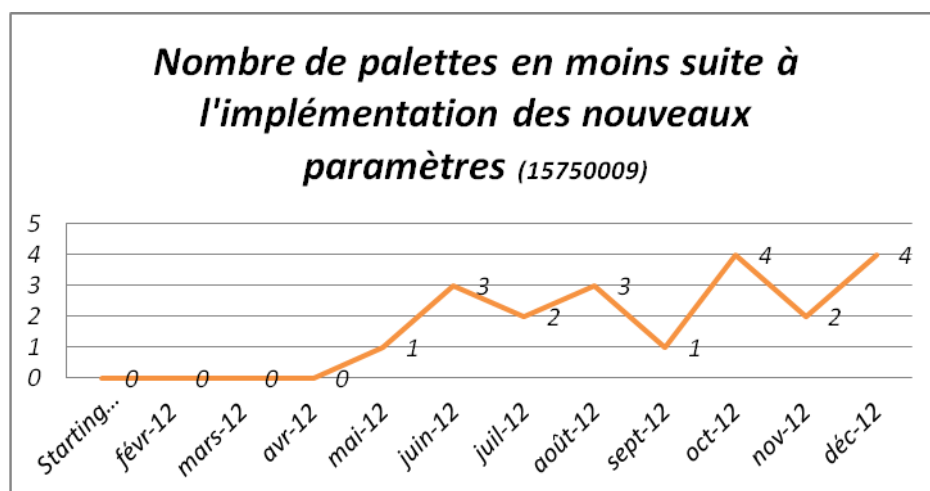


Figure 20: Impact sur le nombre de palettes en stock (15750009)

Ce graphique suit la même tendance que le précédent. En effet, ils ont tous les deux été réalisés en se basant sur la différence d'inventaire avant et après mise à jour des paramètres. Le premier valorise cette différence en k\$ alors que le second la valorise en palettes.

En résumé, l'ancienne quantité minimale à commander n'était pas optimale puisqu'elle causait des excédents de stock par rapport à l'inventaire cible. Quant à une quantité minimale de 10 kg, cela ne semble pas intéressant car l'espace en entrepôt n'est pas optimisé. C'est pourquoi, il nous semble plus intelligent de commander par palette entière, soit par 100 kg.

Jusqu'à présent, nous nous sommes intéressés à la quantité minimale à commander et au délai de livraison. Néanmoins, un paramètre important reste à être mis à jour : la couverture. C'est ce que nous abordons dans le point qui suit.

d) Calcul de la couverture optimale

La couverture actuelle, dans ce cas de 6 semaines, pour chaque matière première a été définie intuitivement, sans se baser sur un calcul statistique. Il nous semblait alors important de la recalculer.

Effectivement, la couverture est calculée de façon à couvrir d'une part la variabilité du délai de livraison. Ce délai comprend non seulement le délai de livraison du fournisseur mais aussi le délai nécessaire à la libération de la matière première par le laboratoire.

D'autre part, la variabilité de la demande par rapport à ce qui était planifié influence aussi la couverture. Nous avons ainsi fait intervenir la qualité des prévisions dans le calcul du niveau de stock de sécurité qu'il faut disposer pour chaque matière première.

En effet, comme le système MRP se base sur les besoins futurs, si ceux-ci ne sont pas précis, des problèmes peuvent survenir lors de la consommation. Deux cas peuvent se présenter. Soit la consommation est inférieure à ce qui était planifié, dans ce cas, l'entreprise fait face à une augmentation des quantités en stock. Dans l'autre cas, si l'entreprise ne dispose pas d'un stock de sécurité, elle peut être en pénurie de matières premières et ne pas pouvoir effectuer la production planifiée.

Vu l'importance de la qualité des prévisions, nous avons eu recours à la MAPE (Mean Absolute Percentage Error) pour la calculer.

Mean Absolute Percentage Error

La MAPE est une mesure statistique permettant de déterminer si une prévision est fiable. Elle est définie par la formule²⁴ suivante :

$$M = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

Où A_t représente la valeur actuelle et F_t la prévision.

Il est important de prendre la valeur absolue de la différence. En effet, si elle n'est pas prise, l'erreur en pourcentage moyen calculée sera petite par compensation des termes positifs et négatifs.

Dans la pratique, le calcul de la MAPE peut faire face à un problème. Si des valeurs sont égales à zéro, nous pourrions être confrontés à une division par zéro. Pour solutionner ce problème, lorsque la consommation était de 0 et que la prévision était supérieure à 0, nous avons considéré que l'erreur était de 100 %. Dans le cas où la consommation et la prévision étaient toutes deux nulles, l'erreur était de 0 %.

Plus la valeur de la MAPE est faible, plus les prévisions sont proches des consommations.

Le tableau ci-dessous indique en fonction de la valeur de la MAPE, la qualité de la prévision :

MAPE	Qualité de la prévision
< 10 %	Excellent
> 10 %, < 20 %	Bon
> 20 %, < 30 %	Moyen
> 30 %	Mauvais

Tableau 3: Qualité de la prévision en fonction de la valeur de la MAPE²⁵

²⁴MESKENS N., « *Production 1* », UCL-Mons, Mons, 2008-2009

²⁵RAMUDHIN A., « *Prévision de la demande* », (page consultée le 16 avril 2012), [cours en ligne] <https://cours.etsmtl.ca/gpa784/Cours/Cours4.ppt>

Pour calculer la qualité des prévisions, nous nous sommes basés sur la consommation que nous avons comparée à la prévision de ce mois. Etant donné que les prévisions sont revues chaque mois, il a fallu décider par rapport à quel mois nous allions comparer la consommation.

Les consommations et les prévisions données par les MRP édités chaque mois ont été extraites de la base de données sous forme de fichiers Excel. Ensuite, il a fallu réaliser des liaisons entre les fichiers Excel afin de regrouper les informations nécessaires dans un même fichier.

Le Tableau 4 montre un aperçu de ce que les MRP édités en janvier, février et mars 2012 donnent comme informations. En colonnes, on trouve les prévisions pour chaque mois. En lignes, la date du MRP. Ainsi, le MRP édité en janvier 2012 donne les prévisions de janvier 2012 à janvier 2014, soit un horizon de 24 mois. Celui édité en février donne les prévisions de février 2012 à février 2014 et ainsi de suite. En jaune, on retrouve les consommations. Les consommations pour un mois donné ne sont connues que le mois d'après. Ainsi, au mois de février, on connaît ce qui a été consommé en janvier.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May
janv-12	2.960.015	3.124.064	3.229.857	2.769.609	2.799.589
févr-12	2.967.304	3.052.753	3.156.613	3.010.027	2.895.954
mars-12		2.984.014	3.001.667	3.106.505	2.975.640

Tableau 4: Exemple de résultats MRP pour le code 157500009

Il n'était pas intéressant d'effectuer une comparaison de la consommation avec la dernière prévision car celle-ci est faite le 20 du mois et pour ce mois, une partie était déjà passée. Cette prévision est par conséquent très précise. Par exemple, les prévisions faites le 20 février donnent des informations sur la consommation prévisionnelle du mois de février. Or, 20 jours sont déjà passés, il reste donc de l'incertitude sur 9 jours. C'est ainsi que nous avons décidé de comparer la consommation d'un mois particulier avec la prévision faite le mois d'avant. La consommation de février (2.984.014), en jaune dans le tableau, sera comparée avec la prévision faite en janvier pour le mois de février, soit 3.124.064.

Les données étant disponibles depuis le mois d'octobre 2011, 6 données ont pu faire partie du calcul de la MAPE.

Maintenant calculons la valeur de la MAPE pour le code concernant la phosphatide d'œuf.

Période	Prévision	Consommation réelle	Erreur absolue	Erreur absolue/ Consommation réelle
Oct-11	2.955.650	2.819.708	135.942	0,048
Nov-11	2.643.503	2.987.910	344.407	0,115
Déc-11	1.746.962	1.642.018	104.944	0,064
Janv-12	2.710.649	2.967.304	256.655	0,086
Févr-12	3.124.064	2.984.014	140.050	0,047
Mars-12	3.156.613	3.269.750	113.137	0,035

Somme : 0,395

Tableau 5: Comparaison des prévisions et des consommations réelles pour le code 157500009

La MAPE vaut $\frac{0,395}{6}$, soit 6,6 %.

On peut par conséquent dire que la qualité des prévisions est très bonne. Pour ce code, une couverture de 6 semaines est appliquée. Cela semble à priori élevé, et on aurait tendance à penser que d'après la qualité des prévisions, on pourrait diminuer la couverture. Etudions maintenant la couverture optimale qu'il faudrait appliquer.

Pour ce faire, nous avons eu recours à un programme nommé « Stock Optimizer²⁶ », utilisé actuellement à Baxter sous licence pour optimiser la gestion des inventaires des produits finis.

Stock Optimizer

Cet outil a été développé par Factory Physics et permet de mesurer l'efficacité des méthodes de gestion des stocks utilisées et de les optimiser.

Le « stock optimizer » étant utilisé pour les produits finis, nous avons décidé de l'adapter aux matières premières. Cet outil servira d'aide à la décision sur la valeur que l'on indiquera en couverture.

²⁶ FACTORY PHYSICS Inc., «Lean Physics Support Tools – User Manual», Version 2.2,Texas, 2003-2005

Pour utiliser cet outil, différentes données (Input) doivent y être intégrées :

- *Forecast (for the next x months)*

Les prévisions de la demande pour les prochains mois doivent être connues de façon à pouvoir connaître la prévision moyenne mensuelle. Nous nous sommes basés sur le MRP édité en mars pour déterminer ces prévisions.

- *Forecast accuracy (demand error variance in the last x months)*

La qualité des prévisions est également utilisée. Pour la calculer, nous avons eu recours à la MAPE.

- *ROQ(Re Order Quantity) constraints (min, max, increment) by code*

Comme cet outil a été développé pour la gestion des inventaires des produits finis, il a fallu adapter certains champs aux matières premières. Pour ce champ, nous avons indiqué la quantité minimale à commander. Pour rappel, la quantité minimale à commander et le délai de livraison furent donnés par les fournisseurs dans le questionnaire (voir 3. Questionnaire) qui leur a été envoyé.

- *Unit Cost (Inventory Value) by code*

Le coût unitaire fait partie des inputs afin de valoriser l'investissement nécessaire pour améliorer la gestion actuelle de l'inventaire.

- *Current ROP(Re Order Point) & ROQ (ReOrder Quantity) Size by code*

La gestion des inventaires des matières premières se fait selon le système MRP expliqué dans ce même chapitre à la section 1. Etant donné que les matières premières sont gérées en fonction d'une couverture, le point de commande (ROP) a été défini comme la somme du délai de livraison et de la couverture.

- *Current overall Service Level*

Les données concernant le niveau de service actuel n'étant pas disponibles, nous avons fait l'hypothèse qu'il était de 99 %.

- *Desired Service Level*

Nous avons également défini ce niveau de service à 99 %.

- *Lead Time performance (mean & standard deviation)*

Les données relatives au délai de livraison (moyenne et écart-type) entrent aussi en ligne de compte.

Nous avons fait l'hypothèse que l'écart-type de ce délai est de 1 jour, les fournisseurs respectant généralement la date de livraison.

Une autre donnée incluse dans le calcul de la couverture concerne le délai de libération de la matière première. Pour connaître ce délai, nous nous sommes basés sur des statistiques indiquant pour chaque lot, sa date de réception et sa date de libération. Sur base de ces données, nous avons calculé le délai de libération moyen et son écart-type.

Toutefois, il a fallu déterminer sur base de quelles données historiques nous allions calculer ce délai de libération. Etant donné que des mesures ont été prises en laboratoire dès septembre 2011, nous avons pris en considération les données historiques à partir du mois d'octobre.

Cependant, nous avons fait l'hypothèse qu'une même famille de produits subissait les mêmes tests en laboratoire. Nous avons par conséquent calculé la moyenne (AVG) et l'écart-type (SD) par famille de matières premières. Cette façon de travailler nous semblait plus robuste car ces calculs se basaient sur un plus grand nombre de données. Une fois que les calculs ont été réalisés par famille, nous les avons également effectués par matière première. Le Tableau 6 reprend les résultats de ces calculs.

	AVG (jours)	SD (jours)	N
Silicone and Rubber Materials	15,2	11,2	394
220302005	9,5	2,6	54
220302024	22,1	12,7	143
Aminoacids	21,8	10,2	99
103450009	20,3	8,8	6
220201092	17,4	5,3	37
220201096	25,0	10,4	48
Other Chemicals	12,1	11,3	200
157500009	24,4	8,9	14
148400009	16,7	9,6	9
152600009	6,4	1,7	12
152930009	14,1	11,7	42
Sugars	9,0	4,5	39
020204051	8,8	4,4	38
Other Packaging	7,1	9,0	58
020103560	6,0	0,0	2
Other Resins	10,2	8,6	87
020116095	8,5	4,2	6
Drugs	18,1	11,1	17

187000009	24,3	9,4	4
220201091	17,7	15,0	3
DOP&Plasticizers	11,6	9,6	60
020116312	11,8	11,2	13
020155563	6,8	3,6	16
Salts	20,5	10,8	38
186800009	29,1	4,8	7
Inter Company Materials	7,7	10,2	2372
032139168	3,7	1,7	28
Films	11,7	6,8	653
220101572	9,9	4,6	163
220101573	13,4	1,6	87
220101590	12,0	1,8	48
020106546	13,2	7,5	216
040802022	8,9	3,6	7
220302030	2,7	0,6	3
240501025	5,6	6,9	7
2100075A9	2,3	1,0	6
PE	9,6	8,7	34
220201071	9,6	8,7	34

Tableau 6: Moyenne et écart-type des temps de libération par famille et par matière première

La colonne intitulée « N » indique le nombre de données dans chaque échantillon. Ainsi dans l'échantillon de la famille « Salts », 38 données étaient disponibles, soit 38 libérations concernant des codes différents. Seul le code 186800009 apparaît dans le tableau 6 puisqu'il s'agit uniquement des codes faisant partie de notre sélection réalisée à l'aide de l'analyse Pareto.

En comparant les résultats, nous avons constaté qu'il y avait une forte dispersion du délai de libération au sein d'une même famille. Par exemple, pour la famille « Other Chemicals », la moyenne est de 12. Si on fait l'hypothèse que pour tout code de cette famille, la libération prend en moyenne 12 jours, nous ferions une erreur. En effet, le code 157500009 prend en moyenne 24 jours pour être libéré alors que le code 152600009 en requiert 6.

En utilisant l'outil statistique Minitab (version 15), des boîtes à moustaches ont été réalisées pour les matières premières ayant les codes 157500009, 148400009, 152600009 et 152930009, afin d'observer la variabilité de ces codes.

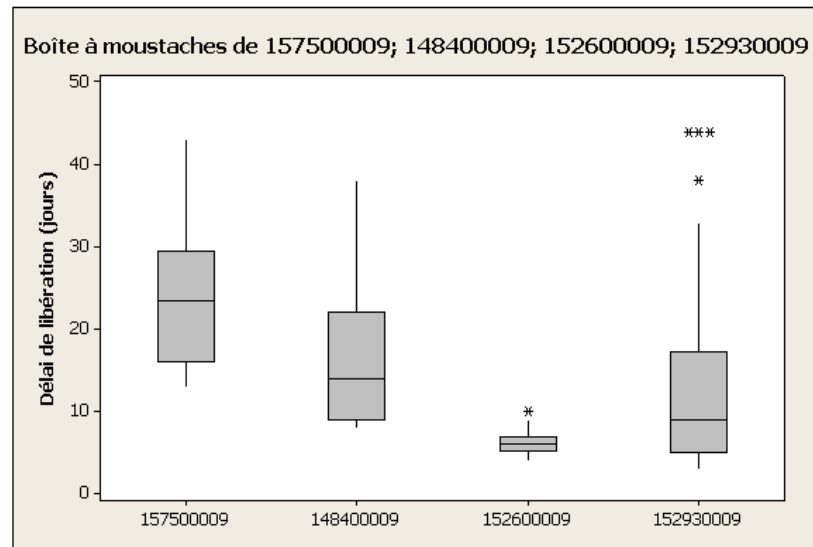


Figure 21: Boîtes à moustaches des codes 157500009, 148400009, 152600009 et 152930009 réalisées avec Minitab 15

En observant la figure 21, nous pouvons remarquer que le troisième code a une variabilité et une étendue très faibles. Les données sont majoritairement proches de la médiane qui est de 6 jours.

Les autres codes affichent une variabilité similaire mais une médiane différente. Pour le code 148400009, nous pouvons remarquer que dans les 50% des données supérieures à la médiane, il y a beaucoup plus de variabilité.

De même, nous pouvons nous apercevoir de l'existence de valeurs extrêmes au sens de Tukey pour les deux derniers codes. Ces valeurs aberrantes sont détectées si elles n'appartiennent pas à l'intervalle suivant²⁷ :

$$[Q1 - 1,5 * (Q3 - Q1) ; Q3 + 1,5 * (Q3 - Q1)]$$

Le tableau ci-dessous reprend notamment la valeur des quartiles.

	N	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Q1	Médiane	Q3	Maximum
157500009	14	24,4	8,9	13	16	23,5	29,5	43
148400009	9	16,7	9,6	8	9	14	22,0	38
152600009	12	6,4	1,7	4	5,25	6	7,0	10
152930009	42	14,1	11,7	3	5	9	17,3	44

Tableau 7: Statistiques, obtenues avec Minitab 15, relatives aux boîtes à moustaches des codes 157500009, 148400009, 152600009 et 152930009

Nous avons donc décidé, suite à l'analyse des moyennes et écarts-types par famille et par matière première, de considérer, dans le stock optimizer, les données propres

²⁷ JOMAU F., « Statistiques descriptives », UCL-Mons, Mons, 2007-2008

à chaque code et non pas les données relatives à la famille de la matière première pour éviter de fausser les résultats.

En plus de ces huit inputs, nous avons indiqué la fréquence d'achat dans l'outil comme étant une fois par mois.

Une fois que l'ensemble de ces inputs ont été introduits dans le stock optimizer, nous avons eu en output les couvertures optimales. Pour la phosphatide d'oeuf, la couverture optimale à appliquer est de 5 semaines alors qu'actuellement l'entreprise applique une couverture de 6 semaines. La couverture peut ainsi être diminuée d'une semaine.

Malgré une qualité excellente des prévisions, la couverture à appliquer reste supérieure à un mois. Cela s'explique par le délai de livraison qui est assez long (90 jours) et par l'incertitude qu'il y a dans le délai de libération.

A l'aide de l'outil développé en Excel (voir 1.4.), nous avons également simulé l'impact de ce changement de couverture. Cette simulation permet de projeter le niveau d'inventaire et de déterminer ce qui sera épargné. Les graphiques suivants illustrent la situation actuelle avec une couverture de 6 semaines et une quantité minimale à commander de 100 kg (Figure 22) et la situation optimale (Figure 23) avec une couverture de 5 semaines et MOQ de 100 kg.

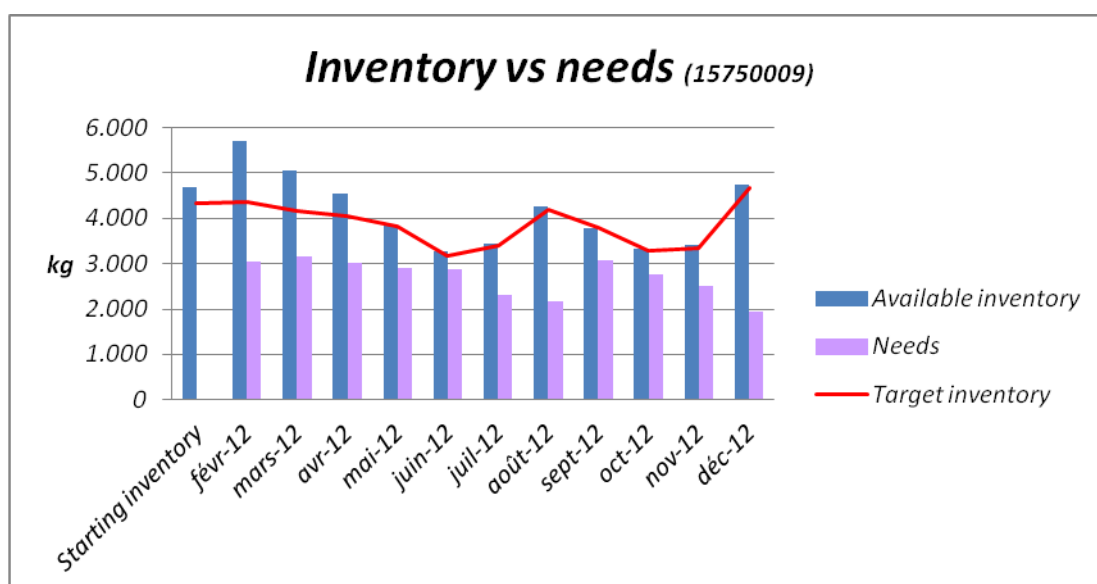


Figure 22: Evolution de l'inventaire avec une couverture de 6 semaines (code 157500009)

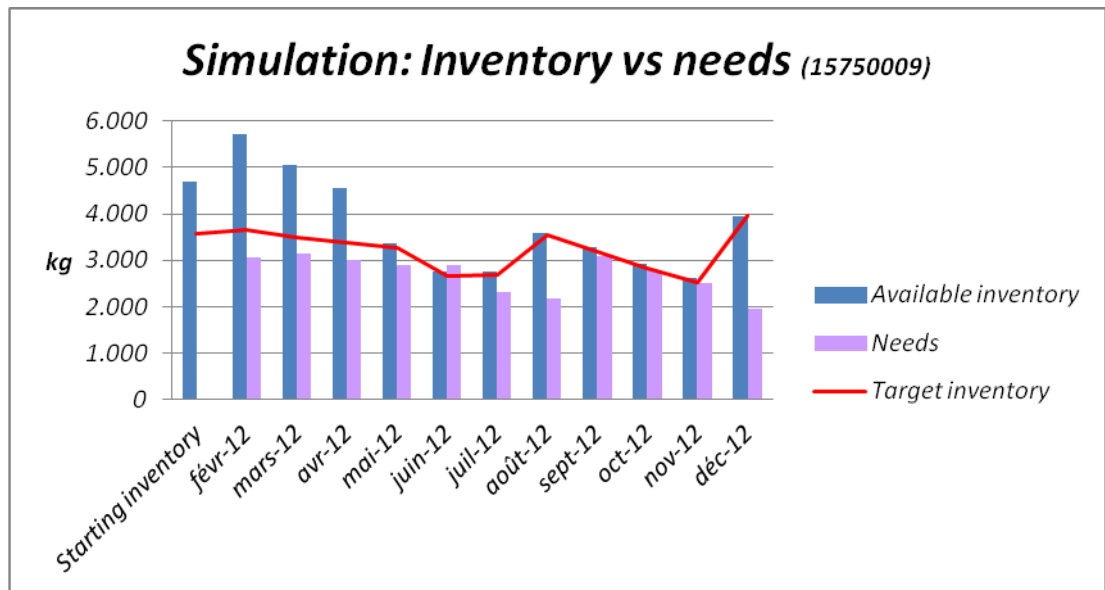


Figure 23: Evolution de l'inventaire avec une couverture de 5 semaines (code157500009)

En comparant ces deux figures, nous pouvons remarquer que le niveau de l'inventaire cible est plus bas lorsque la couverture est de 5 semaines. Dans ce cas, il est d'en moyenne 3.236 kg et de 3.884 kg lorsque la couverture est de 6 semaines.

Le niveau de l'inventaire cible a une conséquence immédiate sur le niveau moyen d'inventaire. Plus la couverture d'une matière première est faible, au moins l'entreprise doit détenir de stock.

La comparaison des situations avant et après mise à jour de la couverture permet de déterminer les quantités dont il faut disposer en moins ou en plus suite à la mise à jour de la couverture.

Dans le cas que nous analysons, la mise à jour permet de réduire la couverture d'une semaine. Le Tableau 8 montre l'évolution de l'inventaire suite à la mise à jour de la couverture.

Période	Inventaire avec couverture = 6 sem (kg)	Inventaire avec couverture = 5 sem (kg)	Variation de l'inventaire	Gain en immobilisation financière (k\$)
janv-12	4.679	4.679	0%	-
févr-12	5.714	5.714	0%	-
mars-12	5.057	5.057	0%	-
avr-12	4.547	4.547	0%	-
mai-12	3.851	3.351	-13%	91
juin-12	3.261	2.761	-15%	91
juil-12	3.453	2.753	-20%	127
août-12	4.277	3.577	-16%	127
sept-12	3.796	3.296	-13%	91
oct-12	3.319	2.919	-12%	73
nov-12	3.411	2.611	-23%	146
déc-12	4.759	3.959	-17%	146

Tableau 8: Evolution de l'inventaire suite à la mise à jour de la couverture (code 157500009)

Nous pouvons constater que de janvier à avril, l'inventaire n'a pas varié malgré la mise à jour de la couverture. La raison est que des commandes étaient déjà passées pour ces périodes. Par conséquent, l'inventaire n'a pas évolué quelque soit la couverture. Néanmoins, l'excès d'inventaire était plus important avec une couverture de 5 semaines puisque l'objectif était différent.

A partir du mois de mai, nous pouvons remarquer que l'inventaire a diminué de 13 %, soit une immobilisation financière en moins de 91 k\$. De mai à décembre, l'immobilisation financière est réduite en moyenne de 111 k\$.

Calcul théorique du stock de sécurité

Il nous a également semblé intéressant de calculer le stock de sécurité de façon théorique. En effet, cela nous permettra de comparer les résultats du stock optimizer avec la formule théorique et voir dans quelle mesure on s'en écarte. Ce stock de sécurité tiendra compte de la variabilité de la demande et de la variabilité du délai de livraison. Ce dernier comprend le délai fournisseur et le délai de libération de la matière première par le laboratoire.

Le stock de sécurité peut s'obtenir en appliquant la formule²⁸ suivante :

$$\text{Stock de sécurité} = z * \sqrt{L \sigma_D^2 + D^2 s_L^2}$$

Où D : Demande moyenne par période.

σ_D : Écart-type de la demande par période.

L : Délai moyen de livraison.

s_L : Écart-type du délai.

z : Coefficient de la loi normale déterminé en fonction du taux de service que l'on souhaite.

Le Tableau 9 montre la valeur du coefficient z en fonction du taux de service souhaité. Nous pouvons remarquer qu'au plus le taux de service souhaité est élevé, au plus le coefficient z l'est aussi et donc au plus le stock de sécurité sera volumineux.

Taux de service	z
80%	0,84
90%	1,28
95%	1,64
96%	1,75
97%	1,88
98%	2,05
99%	2,33
99,5%	2,58
99,9%	3,09

Tableau 9: Valeur du coefficient z avec une distribution normale en fonction du taux de service souhaité

Etant donné que dans notre cas, le délai de livraison comprend deux données, nous avons calculé un délai moyen global en sommant le délai moyen de livraison avec le délai moyen de libération.

Pour calculer l'écart-type global, nous avons utilisé la formule suivante :

$$\text{Var}(X+Y) = \text{Var}(X) + \text{Var}(Y) + 2*\text{cov}(XY)$$

Nous avons donc additionné les deux variances et pris la racine carrée. En effet, ces deux variances sont indépendantes car le délai de livraison du fournisseur n'a aucune influence sur le délai de libération du laboratoire.

²⁸ GHIANI G., LAPORTE G., MUSMANNO R., « *Introduction to Logistics Systems Planning and Control* », John Wiley & Sons Ltd, England, 2004, p. 144

Pour pouvoir appliquer la formule du stock de sécurité, les données doivent suivre une loi normale. Pour s'assurer de cette condition, nous avons sélectionné une autre matière première et réalisé un test de normalité (Figure 24).

Nous avons posé les hypothèses suivantes :

- H_0 : Les données suivent une loi normale.
- H_1 : Les données ne suivent pas une loi normale.

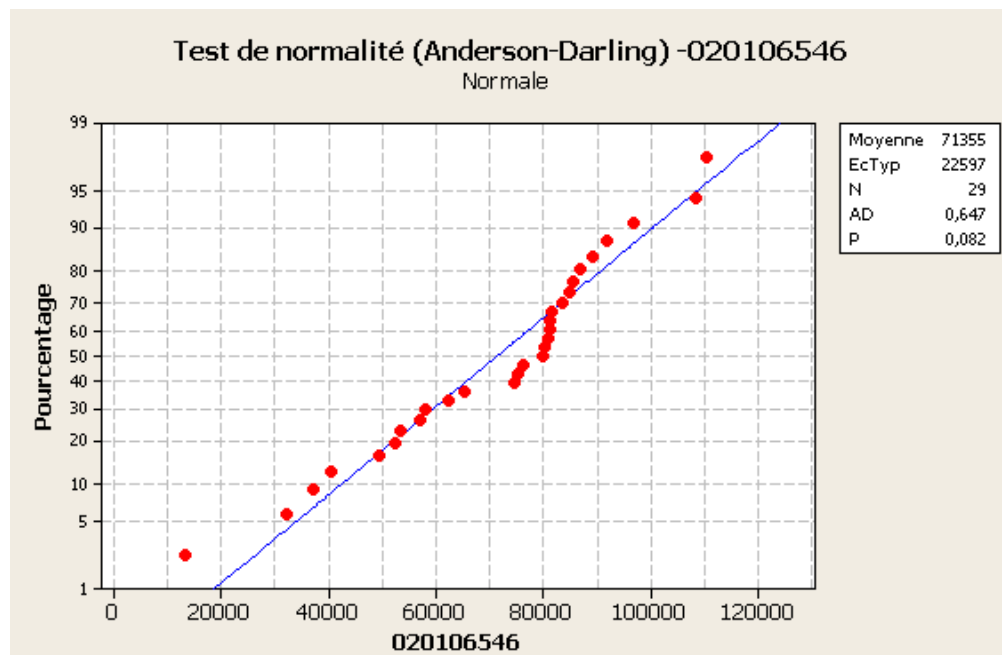


Figure 24: Test de normalité de la demande du code 020106546 réalisé avec Minitab15

En fonction de la valeur de la p-value, nous allons accepter ou rejeter l'hypothèse nulle. La p-value représente la probabilité de faire une erreur de type 1, c'est-à-dire de rejeter l'hypothèse nulle alors qu'elle est vraie.

Dans notre test, $p\text{-value} > 0,05$ nous pouvons alors accepter l'hypothèse nulle.

Maintenant, faisons le test de normalité mais avec les données concernant une autre matière première (157500009).

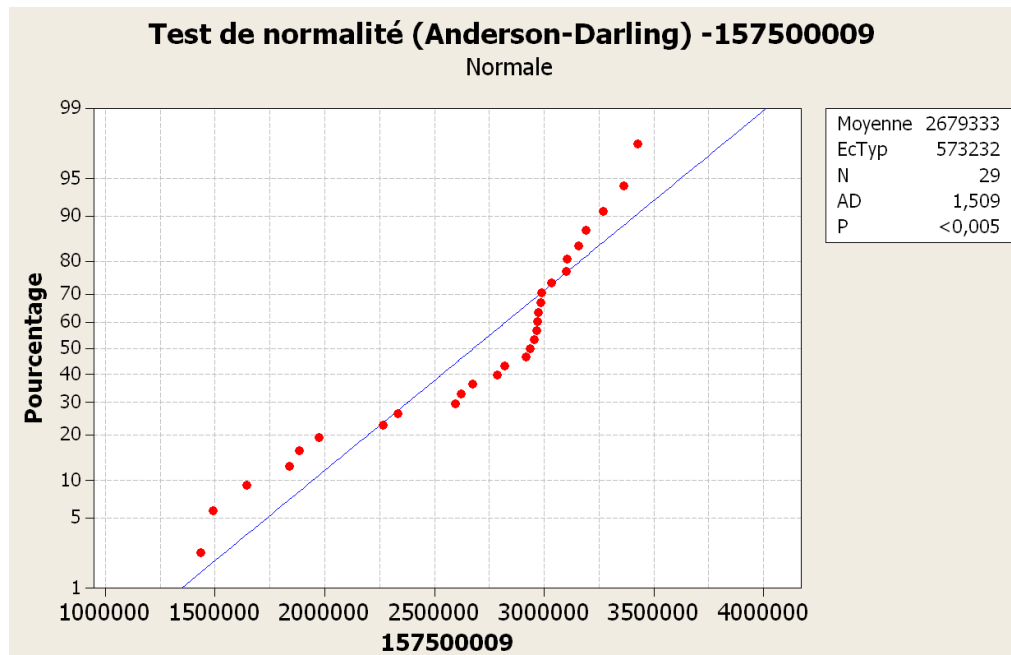


Figure 25: Test de normalité de la demande du code 157500009 réalisé avec Minitab15

D'après le test de normalité illustré à la Figure 25, nous pouvons constater que la demande de ce code ne suit pas une loi normale car la p-value est inférieure à 5%. Afin de pouvoir poursuivre notre analyse, nous allons faire l'hypothèse que les données suivent une loi normale en sachant qu'en réalité ce n'est pas toujours le cas. Cette hypothèse de normalité est classique et nécessaire.

Comme l'indisponibilité de matières premières peut mener à l'arrêt de la production, nous avons défini un niveau de service de 99 %. Vu cet objectif, le coefficient z aura pour valeur 2,33 (voir Tableau 9).

Appliquons désormais la formule théorique pour calculer le stock de sécurité du code 157500009.

Les données historiques et prévisionnelles pour cette matière première sont données en annexe 3.

Grâce à ces données, la moyenne et l'écart-type (ET) ont été déterminés :

- Moyenne : 2.679.333 g
- Ecart-type : 573.232 g

Puisque la demande est exprimée de manière mensuelle, nous avons converti les délais de livraison et de libération en mois, repris dans le Tableau 10.

	Jours	Mois
Délai livraison	90,0	3,00
ET Délai livraison	1,0	0,03
Délai libération moyen	24,4	0,81
ET Délai libération	8,9	0,30
Délai moyen	114,4	3,81
ET Total	8,96	0,30

Tableau 10: Délai de livraison et de libération du code 157500009

Nous pouvons enfin appliquer la formule du stock de sécurité :

$$2,33 * \sqrt{3,81 * 573.232^2 + 0.30^2 * 2.679.333^2} = 3.200.596 \text{ g}$$

En connaissant la demande moyenne mensuelle, nous pouvons déterminer la couverture en semaines. Dans ce cas-ci, la couverture est de 5,1 semaines.

Nous sommes très proches de ce qui avait été déterminé par le stock optimizer (5 semaines). La différence entre les 2 méthodes de calcul réside dans le fait que le « stock optimizer » tient compte de la qualité des prévisions et de la fréquence d'achat. Dès lors, l'utilisation des résultats fournis par le stock optimizer semble plus appropriée puisque cet outil intègre plus de facteurs que la formule théorique. Puisque ces deux méthodes utilisent la demande, les délais de livraison et de libération, l'entreprise doit agir sur ces délais pour réduire la couverture et plus particulièrement sur le délai de libération. Pour rappel, nous avons fait l'hypothèse que l'écart-type du délai de livraison était de 1 jour, ce qui reste acceptable. Toutefois, l'écart-type du délai de libération est parfois élevé. Il serait alors intéressant pour l'entreprise de réduire cette variabilité. De plus, la qualité des prévisions constitue un facteur important car au plus les prévisions sont de mauvaise qualité, au plus il faudra détenir un stock de sécurité élevé.

Maintenant que nous avons développé l'ensemble des outils nécessaires à l'analyse de chaque matière première, intéressons-nous à présent à une autre matière première, soit l'acide glycocholique ayant le code 103450009.

2.2. Analyse du code 103450009

En regardant les paramètres MRP de ce code (Tableau 11), nous pouvons constater que la mise à jour va permettre de diminuer le délai de livraison de 24 jours ainsi que la quantité minimale à commander à concurrence de 50%.

Cependant, en tenant compte d'un délai de livraison de 84 jours (ancien paramètre), après réception des matières premières, il fallait encore ajouter à ce délai le temps de libération. Grâce aux nouveaux paramètres, l'entreprise doit passer commande 90 jours avant le besoin et demander d'être livrée 60 jours après la commande. Il reste ainsi 30 jours pour effectuer les tests en laboratoire.

	Anciens paramètres	Nouveaux paramètres
Minimum Order Quantity (MOQ)	50 kg	25 kg
Couverture	6 semaines	6 semaines
Délai de livraison	84 jours	60 jours
Release time		30 jours

Tableau 11: Anciens et nouveaux paramètres MRP du code 103450009

Commençons par réaliser une simulation avec les anciens paramètres afin de voir comment évolue l'inventaire d'un mois à l'autre en fonction des besoins.

a) Simulation avec les anciens paramètres MRP

A l'aide du graphique ci-après, nous pouvons remarquer que les commandes étaient supérieures aux besoins les premiers mois de l'année. Cependant, comme celles-ci étaient déjà passées et incluses dans la période « gelée » c'est-à-dire non modifiable, elles ne pouvaient pas être optimisées. Ensuite, à partir du mois de juin, l'inventaire est plus proche de l'objectif.

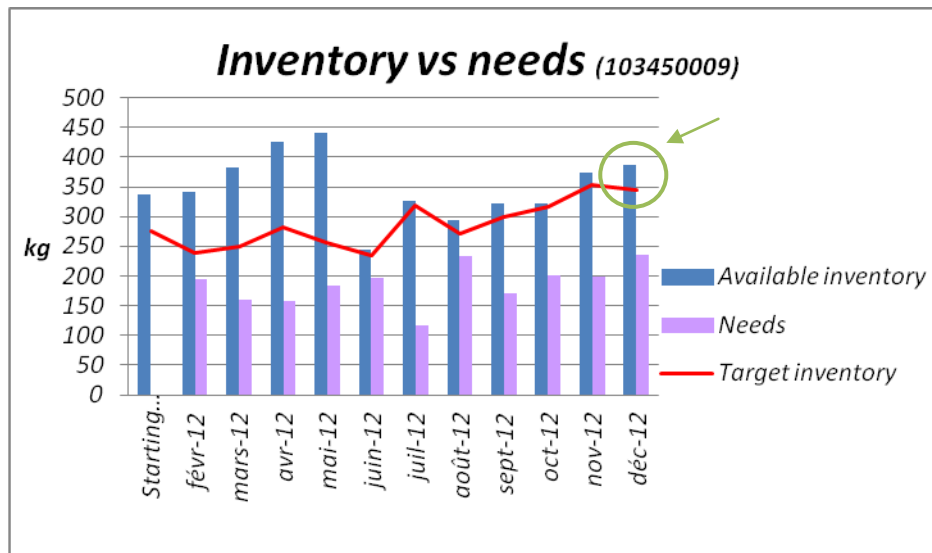


Figure 26: Inventaire disponible, besoins et objectif pour le code 103450009 (anciens paramètres)

b) Simulation avec les nouveaux paramètres

En mettant à jour les paramètres, le graphique ci-après est obtenu :

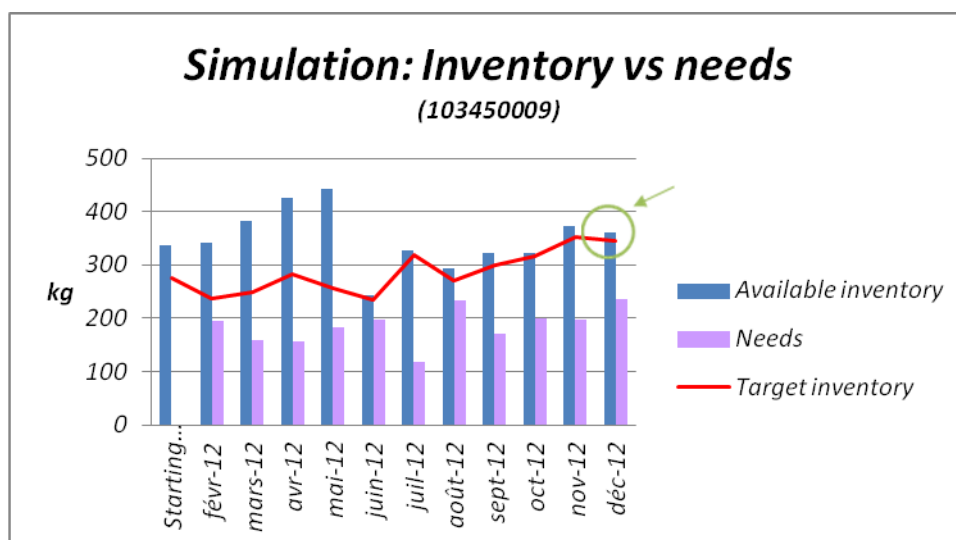


Figure 27: Inventaire disponible, besoins et objectif pour le code 103450009 (nouveaux paramètres)

En comparant la Figure 26 et la Figure 27, il ne semble pas y avoir de différence excepté en décembre où l'on est plus proche de l'objectif avec les nouveaux paramètres. L'explication est liée à la quantité minimale à commander. En effet, les quantités à commander sont majoritairement de 200 kg, soit un multiple aussi bien de 50 kg que de 25 kg, car les approvisionnements nécessaires sont dans la majorité des cas compris entre 178 et 198. Par conséquent, l'inventaire disponible évolue de la même façon. Il n'y a que pour le mois de décembre où une différence de 25 kg apparaît. L'approvisionnement nécessaire pour ce mois est de 208 kg.

Avec $MOQ = 50$ kg, on doit commander 250 kg et dans le cas où $MOQ = 25$ kg, on commande 225 kg.

La figure 28 illustre la différence entre les deux graphiques précédents. On peut constater que l'excédent de stock ne peut diminuer qu'en décembre grâce à l'implémentation des nouveaux paramètres.

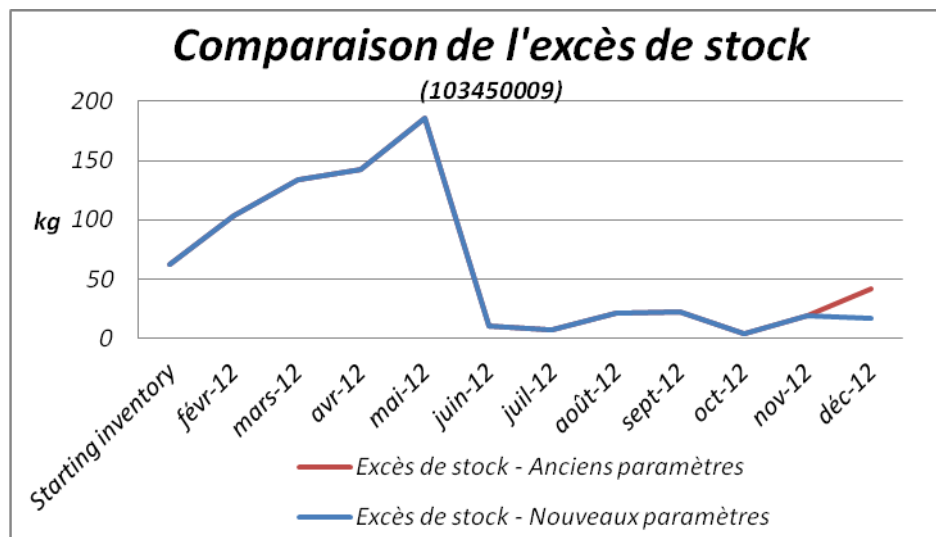


Figure 28: Evolution de l'excès de stock en fonction des paramètres pour le code 103450009

La différence n'est pas énorme, le gain financier ne le sera pas non plus. En réalité, le gain total s'élèvera à 27 k\$, soit une diminution de 6 % de l'inventaire si l'on met à jour uniquement le délai de livraison et la quantité minimale à commander.

Nous avons ainsi vu un cas où la mise à jour de ces deux paramètres ne va pas rapporter énormément à l'entreprise. En effet, il n'y a pas grande différence entre l'ancienne quantité minimale à commander (50 kg) et la nouvelle (25 kg).

Néanmoins, si les besoins mensuels diminuent, le gain pourra s'accroître car la quantité minimale à commander se rapprochera des besoins.

c) Prise en compte de la quantité disponible sur une palette

Nous avons vu avec la phosphatide d'oeuf qu'il était plus intéressant de commander par multiple d'une palette afin d'optimiser l'utilisation de l'espace de stockage.

Toutefois, nous ne pouvons pas appliquer ce raisonnement pour toutes les matières premières. C'est le cas de l'acide glycocholique.

L'inventaire cible de cette matière première, déterminé par la couverture, est d'en moyenne 287 kg/mois alors qu'une palette comprend 250 kg. Avec une commande

d'une palette et l'inventaire restant à la période précédente, les besoins de chaque période sont satisfaits. Toutefois, une commande de 250 kg ne suffit pas à couvrir 2 périodes. Il faut par conséquent chaque mois disposer en inventaire de 250 kg en plus pour respecter l'inventaire cible. Ce qui entraîne la constitution d'un plus grand stock.

On aura intérêt à appliquer ce raisonnement dans le cas où la quantité de matière première sur une palette est proche des besoins mensuels.

Analysons maintenant la couverture optimale pour ce code.

d) Calcul de la couverture optimale

Comme expliqué lors de la précédente analyse, la qualité des prévisions est un facteur important à ne pas négliger. Pour connaître cette qualité, nous avons utilisé la MAPE (Mean Absolute Percentage Error). Appliquons cette mesure statistique au code 103450009.

Période	Prévision	Consommation réelle	Erreur absolue	Erreur absolue/ Consommation réelle
oct-11	211.484	217.989	6.505	0,030
nov-11	168.921	233.884	64.963	0,278
déc-11	130.590	124.958	5.632	0,045
janv-12	232.100	220.246	11.854	0,054
févr-12	134.127	186.529	52.402	0,281
mars-12	159.005	158.958	47	0,000

Somme: 0,688

Figure 29: Comparaison des prévisions et des consommations réelles pour le code 103450009

La MAPE vaut $\frac{0,688}{6}$, soit 11,5 %.

Au vu de la valeur de la MAPE, nous pouvons dire que la qualité des prévisions est plutôt bonne. Cette mesure aura donc un impact positif sur la valeur de la couverture optimale, dans le sens où plus la qualité des prévisions est bonne, plus la couverture sera basse. Toutefois, n'oublions pas que les délais de livraison et de libération entrent aussi dans le calcul de la couverture optimale.

Calculons à présent la valeur du stock de sécurité en appliquant la formule théorique. Pour cela, nous devons d'abord connaître l'historique et les prévisions de ce code. Ces données sont fournies en annexe 4.

A l'aide de ces données, la moyenne et l'écart-type de la demande ont été calculés :

- Moyenne : 191.924 g
- Ecart-type : 56.054 g

Puisque la demande est exprimée de manière mensuelle, les délais de livraison et de libération ont été convertis en mois comme pour le code précédent. Le détail de cette conversion apparaît dans le Tableau 12.

	Jours	Mois
Délai livraison	60,0	2,00
ET Délai livraison	1,0	0,03
Délai libération moyen	20,3	0,68
ET Délai libération	8,8	0,29
Délai moyen	80,3	2,68
ET Total	8,86	0,30

Tableau 12: Délai de livraison et de libération du code 103450009

Nous avons à présent toutes les données nécessaires pour appliquer la formule du stock de sécurité :

$$2,33 * \sqrt{2,68 * 56.054^2 + 0.30^2 * 191.924^2} = 241.139 \text{ g}$$

En connaissant la demande moyenne mensuelle, nous pouvons déduire que la couverture doit répondre aux besoins de 1,26 mois, soit 5,4 semaines.

Si maintenant nous nous intéressons au résultat fourni par le stock optimizer, la couverture optimale à appliquer est de 5,1 semaines, ce qui reste proche du calcul théorique. La différence provient de la qualité des prévisions. En effet, celle-ci permet de réduire les quantités qu'il faut disposer en stock. La couverture appliquée actuellement (6 semaines) peut ainsi être revue à la baisse.

Par le biais des simulations réalisées avec la couverture actuelle et l'optimale (celle obtenue par le stock optimizer), nous pouvons étudier l'évolution de l'inventaire illustrée dans le tableau ci-après.

Période	Inventaire avec couverture = 6 sem (kg)	Inventaire avec couverture = 5,1 sem (kg)	Variation de l'inventaire	Gain en immobilisation financière (k\$)
janv-12	337	337	0%	-
févr-12	342	342	0%	-
mars-12	383	383	0%	-
avr-12	425	425	0%	-
mai-12	442	442	0%	-
juin-12	244	244	0%	-
juil-12	327	277	-15%	55
août-12	268	218	-19%	55
sept-12	297	247	-17%	55
oct-12	296	246	-17%	55
nov-12	348	298	-14%	55
déc-12	336	286	-15%	55

Tableau 13: Evolution de l'inventaire suite à la mise à jour de la couverture (code 103450009)

Le même constat que dans l'analyse précédente peut être fait : de janvier à juin, l'inventaire n'a pas évolué. A partir de juillet, le gain en immobilisation financière est constant et vaut 55 k\$, soit une diminution de l'inventaire de 50 kg par mois.

2.3. Analyse du code 220201071

a) Anciens et nouveaux paramètres MRP

La mise à jour des paramètres MRP de ce code pourrait concerner le délai de livraison et la quantité minimale à commander. Le tableau ci-après montre la valeur des anciens et nouveaux paramètres.

	Anciens paramètres	Nouveaux paramètres
Minimum Order Quantity (MOQ)	27.500 kg	1.375 kg
Couverture	3 semaines	3 semaines
Délai de livraison	42 jours	4 jours

Tableau 14: Anciens et nouveaux paramètres MRP du code 220201071

On peut remarquer que le délai de livraison va être avantageux par rapport à ce qui était défini dans le système. Lorsque la commande est passée, il est peu probable que les besoins changent sur une période de 4 jours. L'entreprise va donc gagner en précision.

En ce qui concerne la quantité minimale à commander, celle-ci est nettement inférieure à ce qui était enregistré dans le système actuel. Voyons comment évolue

l'inventaire avec une quantité minimale à commander de 27.500 kg (Figure 30) et de 1.375 kg (Figure 31).

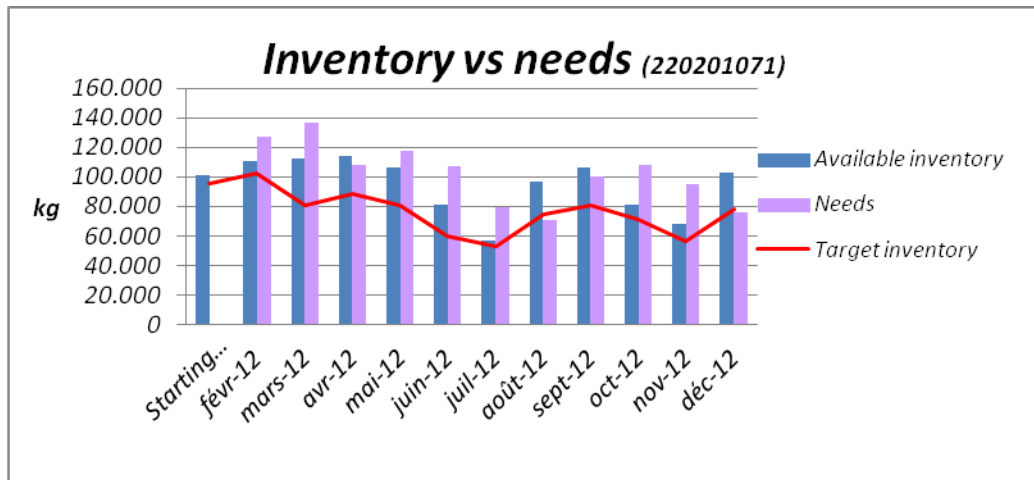


Figure 30: Inventaire disponible, besoins et objectif pour le code 220201071 (anciens paramètres)

A première vue, il semble surprenant que les besoins dépassent l'inventaire disponible. Il convient de rappeler que l'inventaire disponible représente l'inventaire duquel on a soustrait les besoins. Etant donné que la couverture est de 3 semaines, l'inventaire cible de chaque mois représente les trois-quarts des besoins du mois qui suit. En mars, les besoins sont les plus élevés, par conséquent, l'inventaire cible est le plus élevé en février.

Nous pouvons constater que tout au long de l'année, l'inventaire disponible dépasse l'inventaire cible. L'entreprise dispose donc d'inventaires excédentaires par rapport à ce qui est défini.

Voyons maintenant comment évolue l'inventaire avec MOQ de 1.375 kg.

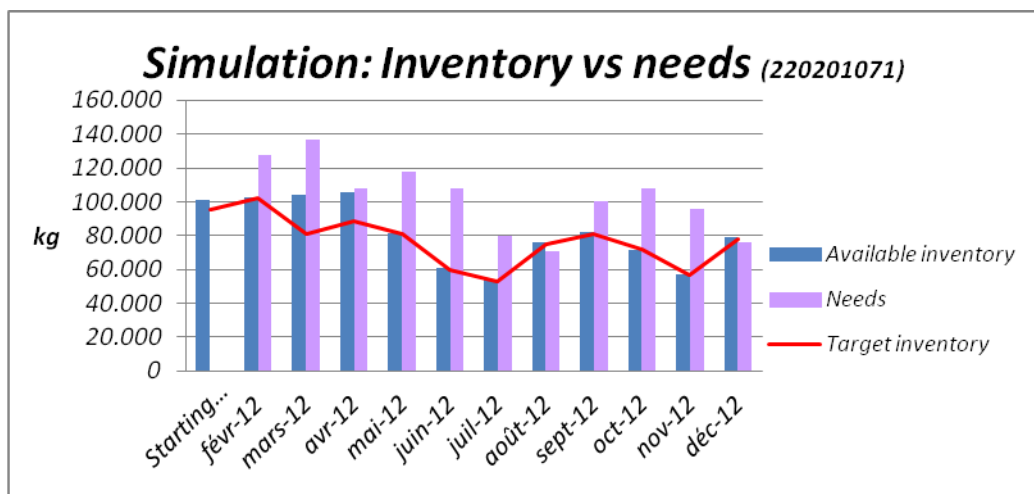


Figure 31: Inventaire disponible, besoins et objectif pour le code 220201071 (nouveaux paramètres)

Nous pouvons constater grâce à la Figure 31 que l'inventaire disponible est très proche de l'objectif (courbe rouge). Cette quantité semble être adaptée pour respecter l'inventaire cible.

Cependant, cette quantité ne pourra pas être mise à jour. En effet, elle a été définie en fonction du transport qu'elle nécessite. Ainsi, 27.500 kg représentent 20 palettes de 1.375 kg et remplissent un camion.

En faisant la simulation avec la quantité minimale de 1.375 kg, les inventaires mensuels sont plus faibles et permettent de couvrir les besoins. Néanmoins, cela nécessitera que plus de camions viennent effectuer des livraisons. Actuellement, ce fournisseur vient à Baxter une fois par semaine, ce qui est déjà important. En effet, les besoins sur cette matière première sont élevés, soit d'en moyenne 102.000 unités. La charge de travail pour l'entrepôt sera d'autant plus importante si les livraisons ont lieu plus d'une fois par semaine. Les besoins ne justifiant pas une diminution du minimum de commande, nous avons décidé de laisser ce paramètre comme il était.

Toutefois, un autre paramètre peut être mis à jour, c'est pourquoi nous nous sommes intéressés à la couverture. C'est ce que nous abordons dans le point ci-après.

b) Calcul de la couverture optimale

En effectuant une comparaison entre les prévisions et consommations réelles, nous avons déterminé la valeur de la MAPE qui est de 3,7 %. Ce nombre indique que les prévisions sont d'excellente qualité c'est-à-dire que les consommations sont proches de ce qui était planifié. Nous pourrions alors supposer que la couverture optimale sera inférieure à la couverture actuelle qui est de 3 semaines. D'autant plus que le délai de livraison passe de 42 jours (ancien paramètre) à 4 jours (d'après le questionnaire).

Le tableau ci-après donne les informations concernant les délais de livraison et de libération.

	Jours	Mois
Délai livraison	4,0	0,13
ET Délai livraison	1,0	0,03
Délai libération moyen	9,6	0,32
ET Délai libération	8,7	0,29
Délai moyen	13,6	0,45
ET Total	8,76	0,29

Tableau 15: Délai de livraison et de libération du code 220201071

A l'aide des informations sur les délais et sur la demande (moyenne : 90.749 kg et écart-type : 26.658 kg), nous avons déterminé la couverture en appliquant la formule théorique. Le calcul théorique de la couverture optimale donne comme résultat 3,5 semaines alors que le stock optimizer nous conseille d'appliquer une couverture de 4,9 semaines.

Si la différence principale entre ces deux méthodes de calcul réside dans la prise en compte de la qualité des prévisions, la couverture conseillée par le stock optimizer devrait être inférieure. Cependant, ce n'est pas le cas. La raison de cette différence réside dans le fait que le stock optimizer tient également compte de la fréquence d'achat qui est d'une fois par mois. Par le biais de cette information, le délai de livraison du fournisseur est adapté. En effet, lors de l'analyse du MRP, il se peut que l'on soit juste à temps ou trop tôt pour passer commande. Il y a donc une chance sur deux que l'on soit à la bonne date pour passer commande. Pour prendre en compte cette éventualité sur le long terme, on ajoute au délai du fournisseur un demi-mois, soit 15,5 jours. Comme cette information n'est pas intégrée dans le calcul théorique, ce dernier sous-estime la valeur de la couverture.

Suite aux simulations avant et après mise à jour de la couverture, nous avons déterminé l'évolution du niveau de l'inventaire afin de connaître l'impact de l'augmentation de la couverture à 4,9 semaines au lieu des 3 semaines actuelles.

Période	Inventaire avec couverture = 3 sem (kg)	Inventaire avec couverture = 4,9 sem (kg)	Variation de l'inventaire	Gain en immobilisation financière (k\$)
janv-12	101.200	101.200	0%	-
févr-12	111.103	166.103	50%	-100
mars-12	112.143	167.143	49%	-100
avr-12	114.043	169.043	48%	-100
mai-12	78.863	133.863	70%	-100
juin-12	81.346	108.846	34%	-50
juil-12	56.839	111.839	97%	-100
août-12	96.478	123.978	29%	-50
sept-12	78.984	133.984	70%	-100
oct-12	81.294	108.794	34%	-50
nov-12	68.297	95.797	40%	-50
déc-12	75.019	130.019	73%	-100

Tableau 16: Evolution de l'inventaire suite à la mise à jour de la couverture (code 220201071)

A lecture des résultats, nous pouvons remarquer que l'impact de l'augmentation de la couverture est très important. Cette mise à jour provoque une augmentation du volume d'inventaire et en même temps, une immobilisation financière supplémentaire d'en moyenne 75 k\$.

Après avoir analysé les résultats des simulations de 3 matières premières, il est important d'analyser l'ensemble des résultats des 30 matières premières sélectionnées à l'aide de l'analyse Pareto.

3. Résultats globaux

Nous allons maintenant étudier l'ensemble des résultats des 30 matières premières.

D'abord, concernant la MAPE, ensuite, nous verrons les résultats concernant la couverture optimale. Nous expliquerons dans quels cas des différences apparaissent dans les résultats du calcul théorique et du stock optimizer. Enfin, nous terminerons par les gains réalisés en immobilisation financière suite à la mise à jour de la couverture et de la quantité minimale à commander.

3.1. *Mean Absolute Percentage Error*

Suite à nos analyses, il nous a semblé intéressant de classer les matières premières en fonction de la valeur de leur MAPE et voir s'il y avait un lien entre le groupe auquel appartiennent les matières premières et leur famille. En d'autres mots, est-ce que toutes les matières premières ayant une mauvaise valeur de MAPE appartiennent à la même famille ? Nous verrons également qu'il y a une différence entre les matières

premières du type RM et WIP et étudierons les causes d'écart entre les prévisions et les consommations.

Le Tableau 17 donne pour chaque matière première :

- Ses références (*Code*)
- Sa description (*Description*)
- La famille à laquelle la matière première appartient (*Comm Class*)
- Son type (*Type*)
- La valeur de la MAPE (*MAPE*)

Voici les résultats de cette recherche :

Code	Description	Comm Class	Type	MAPE
220201092	AMINO ACID MIXTURE D35213	Aminoacids	RM	7,0
220201096	AMINO ACID MIXTURE FOR OLIMEL	Aminoacids	RM	10,1
103450009	GLYCOCHOLIC ACID	Aminoacids	RM	11,5
020116312	VIKOFLEX 4964	DOP & Plasticizers	WIP	28,8
020116215	ELTEX A1050P N1261	DOP & Plasticizers	WIP	48,0
020155563	LANKROFLEX ELO AKCROS	DOP & Plasticizers	WIP	20,8
187000009	GLYCEROPHOSPHATE DE SODIUM 5H2O	Drugs	RM	6,6
220201091	ESMOLOL HYDROCHLORIDE	Drugs	RM	41,6
2100075A9	ROLLS VAVANXET 50 - 260MM X 750 METERS	Films	RM	10,4
220302030	FILM VAVANXET 50 FOR OVERPOUCH 145MMX750M	Films	RM	20,6
040802022	PVC SHRINK BAND FOR INJ.SITE	Films	RM	9,1
240501025	FILM VAVANXET 80 FOR OVERPUCH 260MM W X 750MM L	Films	RM	10,0
220101572	CO-EXT SHTG PL2401/1 M561 379MM	Films	WIP	35,6
020106546	CO-EXT SHTG PL2401/1(M561)413MM	Films	WIP	53,0
220101573	CO-EXT SHTG PL2401/1 M561 308MM	Films	WIP	44,2
220101590	CO-EX SHGT PL2401/1 M561 280MM	Films	WIP	59,8
2030008A9	FLACON 8ML EN VERRE BRUN	Glass	RM	81,3
032139168	SHTG 36-1/2 X .011T PL2410	Inter Company Materials	WIP	67,7
157500009	PHOSPHATIDES D'OEUF PURIF.APYR.LIPOID E80	Other Chemicals	RM	6,6
152930009	HUILE D'OLIVE PURIFEE	Other Chemicals	RM	4,6
152600009	HUILE DE SOYA	Other Chemicals	RM	8,3
148400009	GLYCEROL APYPROGENE VEGETAL REF PRICERINE 9095	Other Chemicals	RM	12,1
020103560	TPX 16-159 HENKEL MARQ4	Other Packaging	WIP	46,4
020116095	HYTREL 5556105 NATURAL	Other Resins	WIP	15,3
220201071	SABIC M40053CO	PE	WIP	3,7
020116156	POLYVINYLCHLORIDE SOLVIN 271GA	PVC	WIP	13,4
186800009	SODIUM OLEATE	Salts	RM	6,9
220302005	SEPTUM Y8333-1 FORM.7026/30 SIL.A(.02MGR/CM2+-.01)	Silicone and Rubber Materials	WIP	3,9
220302024	SLEEVE LATEX FREE SYNTHETIC NEW DESIGN 1304	Silicone and Rubber Materials	WIP	16,6
020204051	DEXTROSE MONOHYDRATE APYROGENE	Sugars	RM	15,6

Tableau 17: Calcul de la valeur de la MAPE des matières premières, classification par famille

Lorsque la valeur de la mesure statistique est indiquée en vert, nous pouvons dire que la qualité des prévisions est bonne, en rouge, elle est considérée comme médiocre et en blanc, celle-ci est jugée de moyenne qualité.

Une matière première peut être soit du type RM (Raw Material) lorsqu'elle entre directement dans la composition du produit fini, soit du type WIP (Work In Progress) lorsqu'elle doit subir une transformation avant de pouvoir être incorporée au produit fini. C'est le cas par exemple, des films qui sont utilisés pour la fabrication des poches vides (Pour plus d'informations, voir chapitre III – 2.2.1. Medical Products).

En analysant les données du Tableau 17, nous pouvons remarquer que la plupart des matières premières (RM) ont des prévisions de bonne qualité. Toutefois, lorsque l'on s'intéresse aux sous-assemblages (WIP), les résultats ne sont pas aussi bons et montrent que les prévisions ne sont pas fiables par rapport à la consommation réelle. Intéressons nous aux causes de l'écart entre la prévision et la consommation des sous-assemblages.

Causes de l'écart entre la prévision et la consommation des sous-assemblages

La première cause qui peut être citée est le **fonctionnement de la production par campagne**. Cela consiste à lancer une production importante afin de minimiser les coûts, plus précisément les coûts « set up » liés au changement d'une production d'un produit A vers un produit B. Afin de réduire ces coûts, on évite de faire trop de changement de la production, et on lance une production pendant un certain nombre de jours plutôt que d'alterner la production entre les produits A et B sur une même semaine. Les temps de changement de production dépendent de ce qui a été produit avant et de ce qui sera produit par la suite. Par exemple, le passage d'une production de poches à 3 compartiments d'une capacité de 2 litres vers le même type de poche mais avec une capacité d'un litre et demi nécessite 5 heures. Par contre, le changement de cette même poche vers une capacité d'un litre nécessite 12h.

Pendant ces changements, les machines ne tournent pas et ne permettent pas de produire. L'entreprise essaie donc de minimiser autant que possible ces changements.

Ce fonctionnement en campagne n'est pas introduit dans le programme servant à planifier les ordres de fabrication. Le programme idéalise en proposant de produire une certaine quantité toutes les semaines mais en réalité toute la production se fait sur une même semaine. Par exemple, au lieu de produire les semaines 1, 2, 3 et 4, la

production se fait la semaine 4 et il arrive qu'elle soit reportée à la semaine 1 du mois qui suit. Par conséquent, la consommation des matières premières sera inférieure à ce qui était planifié pour le mois considéré et sera supérieure pour le mois qui suit.

La deuxième cause qui peut être évoquée est un **inventaire erroné, corrigé par le chiffre de la consommation**. Si l'utilisation d'un rouleau de film permet par exemple de fabriquer 1.000 poches, il se peut qu'exceptionnellement, on en produise 100 en plus. La production est alors de 1.100 alors que les besoins étaient de 1.000. Pour corriger l'inventaire, on indiquera que l'on a consommé 100 poches en moins, soit 900 poches au lieu des 1.000, les 100 étant la production exceptionnelle.

Les trois raisons qui suivent, expliquant l'écart entre la prévision et la consommation, sont valables tant pour les matières destinées aux sous-assemblages que pour celles entrant directement dans la composition du produit fini.

Causes de l'écart entre la prévision et la consommation des matières premières et sous-assemblages

La qualité médiocre de prévisions peut également être due à un **changement de planning de production**. Un changement de planning peut survenir lorsqu'il y a une urgence de production pour un code produit fini. L'urgence a la priorité et ce qui était planifié est retardé. La consommation s'en trouve alors réduite par rapport à la prévision.

Une autre explication à un changement de planning peut être l'indisponibilité des matières premières. Trois raisons peuvent être évoquées :

- Retard de livraison : La matière première n'est pas livrée à temps. Dans l'inventaire, on avait considéré qu'elle allait être réceptionnée mais en réalité, la réception n'a pas eu lieu.
- Retard de libération : La matière première devait être libérée après un certain nombre de jours mais les tests en laboratoire ont pris plus de temps que prévu. Par conséquent, la matière première n'est pas libérée et ne peut pas être utilisée.
- Problème de qualité : Les tests en laboratoire ont révélé que la matière première n'était pas conforme. Elle ne peut donc pas entrer en production.

La consommation peut également s'avérer plus importante que la planification si le **pourcentage de rejet est plus important que la norme définie**. Par exemple, si la production nécessite, par définition, 25 kg d'une matière mais qu'en réalité, elle en requiert 40 kg ; la consommation sera plus importante alors que le plan de production n'a pas changé.

Enfin, la dernière raison au décalage entre la consommation et la prévision est une **nomenclature incorrecte**. Si la nomenclature du produit fini est incorrecte, les besoins qui en découlent le seront aussi, comme expliqué dans le chapitre II. Par conséquent, la consommation sera forcément différente par rapport à ce qui était prévu.

Lien entre la famille et la qualité des prévisions

Une autre observation faite en analysant les données du Tableau 17 est que les acides aminés ont de bons résultats. Cependant, pouvons-nous conclure que l'ensemble des acides aminés ont des prévisions de bonne qualité ? Non.

En choisissant un acide aminé (code 220201085) qui ne faisait pas partie de notre sélection, nous avons calculé la valeur de sa MAPE, celle-ci vaut 53 %. Par conséquent, nous ne pouvons pas dire que tout acide aminé a des prévisions de bonne qualité.

D'une manière générale, nous pouvons dire que la qualité des prévisions n'est pas liée à une famille de matières premières (ici, les acides aminés) mais plutôt à son type (par exemple, WIP). Nous avons vu que dans la plupart des cas, la qualité des prévisions était bonne pour les matières premières de type RM comparé à celle du type WIP.

3.2. Couverture optimale

Dans nos analyses, nous avons également revu le paramètre MRP relatif à la couverture. Pour cela, nous avons utilisé deux méthodes de calcul. Premièrement, nous avons utilisé une formule théorique et deuxièmement, nous avons fait l'usage d'un programme développé pour Baxter nommé le « stock optimizer ». Voyons maintenant globalement dans quels cas ces mesures tendent vers la même valeur ou divergent.

Le Tableau 18 indique pour chaque matière première :

- Ses références (*Code*)
- Sa description (*Description*)
- La couverture obtenue par application de la formule théorique (*Calcul théorique*)
- La couverture provenant du « stock optimizer » (*SO Optimal*)
- La valeur de la couverture qui a été validée par l'entreprise (*SO Validé*)
- La couverture actuelle (*Actuel*)
- La différence entre la couverture validée et actuelle (*Validé-Actuel*)
- La différence entre la couverture validée et le résultat par application de la formule théorique (*Validé-Théorique*)
- La mesure statistique déterminant la qualité des prévisions (*MAPE*)

Pour rappel, le « stock optimizer » est un outil d'aide à la décision quant à la couverture qui sera appliquée. Nous avons ainsi indiqué la valeur optimale proposée par l'outil et la valeur qui a été validée. Analysons dès à présent les résultats du tableau.

Code	Description	Calcul théorique	SO Optimal	SO Validé	Actuel	Validé- Actuel	Validé- Théorique	MAPE (%)
157500009	PHOSPHATIDES D'OEUF PURIF APYR	5,1	5	5	6	-1	-0,1	6,6
020103560	TPX 16-159 HENKEL MARQ4	36,7	16,8	6	8	-2	-30,7	46,43
020106546	CO-EXT SHTG PL2401/1(M561)413MM	5,5	8,2	8,2	8	0	2,7	53
020116095	HYTREL 5556105 NATURAL	3,1	4,5	4,5	4	1	1,4	15,3
020116156	POLYVINYLCHLORIDE SOLVIN 271GA	0,7	3,6	3,6	6	-2	2,9	13,4
020116215	ELTEX A1050P N1261	24,6	24,6	6	8	-2	-18,6	48
020116312	VIKOFLEX 4964	8,9	6,4	6,4	4	2	-2,5	28,8
020155563	LANKROFLEX ELO AKCROS	5,4	11,5	6	4	2	0,6	20,8
020204051	GLUCOSE MONOHYDRATE	2,3	4	4	3	1	1,7	15,6
032139168	SHTG 36-1/2 X .011T PL2410	11,5	12,4	6	8	-2	-5,5	67,7
040802022	PVC SHRINK BAND FOR INJ.SITE	5,1	4,5	4,5	16	-12	-0,6	9,1
103450009	GLYCOCHOLIC ACID	5,4	5,1	5,1	6	-1	-0,3	11,5
148400009	GLYCEROL APYROGENE VEGETAL	3,8	5,2	5,2	8	-3	1,4	12,1
152600009	HUILE DE SOJA	3,4	3,8	3,8	6	-2	0,4	8,3
152930009	HUILE D'OLIVE PURIFEE	5,2	5,9	5,9	4	2	0,7	4,6
186800009	SODIUM OLEATE	4,6	4,2	4,2	6	-2	-0,4	6,9
187000009	SODIUM GLYCEROPHOSPHATE 5H2O	5,2	5,2	5,2	12	-7	0,0	6,6
220101572	CO-EXT SHTG PL2401/1 M561 379MM	6,0	5,2	5,2	8	-3	-0,8	35,6
220101573	CO-EXT SHTG PL2401/1 M561 308MM	3,9	6,8	6,8	8	-1	2,9	44,2
220101590	CO-EX SHGT PL2401/1 M561 280MM	8,5	8,3	8,3	8	0	-0,2	59,8
220201071	SABIC M40053CO	3,5	4,9	4,9	3	2	1,4	3,7
220201091	ESMOLOL HYDROCHLORIDE	16,3	9,3	9,3	8	1	-7,0	41,6
220201092	AMINO ACID MIXTURE D35213	5,0	4,2	4,2	6	-2	-0,8	7
220201096	AMINO ACID MIXTURE FOR OLIMEL	7,9	5,6	5,6	6	-0	-2,3	10,1
220302005	SEPTUM Y8333-1 FORM.7026/30 SIL.A(.02MGR/CM2+-0.01)	5,7	3,3	3,3	5	-2	-2,4	3,9
220302024	SLEEVE LATEX FREE SYNTHETIC NE W DESIGN 1304	6,9	7,6	4	4	0	-2,9	16,6
220302030	FILM VAVANXET 50 FOR OVERPOUCH 145MMX750M	6,6	3,3	3,3	8	-5	-3,3	20,6
240501025	FILM VAVANXET 80 FOR OVERPUCH 260MM W X 750MM L	5,6	4,7	4,7	8	-3	-0,9	10
2100075A9	RLX VAVANXET 50 260MMX750M	4,3	3,3	3,3	6	-3	-1,0	10,4

Tableau 18: Résultats globaux des couvertures calculées à l'aide du « stock optimiser » et de la formule théorique

Différence entre SO optimal et SO validé

Après lecture des résultats, nous pouvons observer que dans 5 cas, le résultat donné par cet outil n'a pas été validé car celui-ci était excessif. En effet, pour ces 5 matières premières, la qualité des prévisions était médiocre ce qui a influencé la valeur de la couverture. Néanmoins, le calcul théorique révélait aussi une couverture importante. D'autres raisons expliquent alors ces valeurs élevées. La première raison pouvant être évoquée est la forte variation de la demande d'un mois à l'autre, c'est le cas pour les codes 020103560 et 032139168. De plus, ces matières premières nécessitent plus de 115 jours pour être disponibles. Etant donné que ce facteur entre également dans le calcul de la couverture, celle-ci est élevée.

Pour la matière première décrite comme étant de l'eltex (020116215), les deux méthodes de calcul ont fourni le même résultat, soit 24,6 semaines. Ce nombre peut s'expliquer par un délai de livraison très long (336 jours) ce qui impacte fortement la couverture. Néanmoins, l'entreprise dispose d'un stock élevé, environ 9 tonnes, datant de 2004, sans date de péremption. Cet inventaire permettra de couvrir les besoins des 8 années à venir si ceux-ci restent stables.

En ce qui concerne le code 220302024, des problèmes de qualité sont apparus au cours de l'année 2012. Cela explique ainsi la qualité des prévisions par rapport aux consommations. Outre ce facteur, les statistiques concernant le délai de libération de cette matière première ont révélé qu'il y avait une forte dispersion d'une libération à l'autre. Etant donné que cela entre dans le délai de livraison total, cela impacte aussi la valeur de la couverture.

Différence entre les résultats du calcul théorique et du stock optimizer

En comparant les valeurs résultant du calcul théorique et celle provenant du «stock optimizer », nous pouvons constater que des différences apparaissent. Comme expliqué lors des analyses précédentes, ces différences peuvent être expliquées par le fait que le « stock optimizer » intègre plus d'éléments dans les calculs. En effet, la qualité des prévisions est prise en compte. Au plus celle-ci est mauvaise, au plus il faudra disposer d'inventaire. En plus de cet élément, l'outil incorpore la fréquence d'achat qui est d'une fois par mois et qui vient augmenter le délai de livraison total.

3.3. Gain en immobilisation financière

Globalement, la couverture optimale devant être appliquée est inférieure à la valeur actuelle. Cette diminution va permettre à l'entreprise de diminuer les quantités qu'elle dispose en stock et par conséquent, l'immobilisation financière nécessaire.

Grâce à l'ensemble des simulations réalisées avant et après mise à jour de la couverture et de la quantité minimale à commander, nous avons pu déterminer l'évolution de l'inventaire et valoriser celui-ci.

Le tableau ci-après indique, par mois et pour chaque matière première, le gain en k\$ réalisé suite à la mise à jour d'une part de la quantité minimale à commander (colonne dénommée « Q »), d'autre part, de la couverture déterminée par le stock optimizer (colonne intitulée « C »).

En analysant les données du Tableau 19, nous pouvons remarquer que les quantités minimales à commander de 9 matières premières ont été mises à jour. Pour deux d'entre elles, le gain financier moyen est nul. En effet, ces matières premières sont en consignation. Pour rappel, les matières premières en consignation ne sont facturées à l'entreprise que lorsqu'elles sont consommées. Par conséquent, le gain suite aux mises à jour ne peut être qu'en espace.

Pour une de ces matières premières (220302030), le gain financier suite à la mise à jour de ce paramètre est négatif. La raison de ce résultat est que nous avons choisi de commander par palette entière, contenant 18 rouleaux, plutôt que par rouleau. Par conséquent, la quantité minimale à commander est plus élevée, soit 13.500 MT au lieu de 750 MT, ce qui augmente le niveau d'inventaire et donc l'immobilisation financière.

Nous avons tenu le même raisonnement pour les codes 240501025 et 2100075A9 mais le gain en immobilisation financière est positif car la quantité appliquée dans le passé était supérieure à 13.500 MT.

Suite aux analyses des matières premières, nous avons également remarqué que le code 220302005 existe toujours dans le système MRP alors qu'un autre code est censé le remplacer. Nous n'avons pas réalisé les simulations avec les quantités minimales à commander car le contrat n'est pas encore finalisé avec le nouveau fournisseur.

	Janv		Févr		Mars		Avr		Mai		Juin		Juil		Août		Sept		Oct		Nov		Déc		Gain moyen après MàJ Q	Gain moyen après MàJ C	
	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C			
020103560		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	-	0	
020106546		0		0		0		0		0		0		0		0		0		-21		0		-21	-	-4	
020116095		0		0		0		0		0		-104		0		0		0		0		0		0	-	-9	
020116156		0		356		305		356		279		229		305		381		356		279		330		330	-	292	
020116215		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	-	0	
020116312		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		-106		0	-	-9	
020155563		0		-65		-65		-65		-65		-65		-65		-65		-65		-65		-129		-65	-	-65	
020204051		0		-30		-30		-30		-30		-60		-30		-60		-30		-60		-30		-30	-	-35	
032139168		0		0		0		0		0		0		0		48		48		0		48		48	-	16	
040802022		0		0		0		0		0		0		26		52		52		52		26		0	-	17	
103450009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	55	0	55	0	55	0	55	0	55	27	55	2	27
148400009		0		0		0		0		4		4		7		6		4		4		7		6	-	3	
152600009		0		0		0		0		0		0		0		152		0		152		0		0	-	25	
152930009		0		0		-227		-227		0		-227		-227		-227		-227		-227		-227		-227	-	-170	
157500009	0	0	0	0	0	0	0	0	18	91	55	91	36	127	55	127	18	91	73	73	36	146	73	146	30	74	
186800009	0	0	0	0	0	0	8	5	4	7	3	6	1	8	13	7	12	7	14	5	13	9	3	0	6	4	
187000009		0		47		47		47		47		47		47		47		47		95		95		47	-	51	
220101572		0		0		91		91		91		46		69		91		69		69		91		91	-	67	
220101573		0		0		0		0		28		56		56		56		56		28		56		28	-	31	
220101590		0		0		-16		0		0		-16		-16		-16		0		0		0		0	-	-5	
220201071		0		-100		-100		-100		-100		-50		-100		-50		-100		-50		-50		-100	-	-75	
220201091		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	-	0	
220201092	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
220201096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
220302005		0		31		31		31		31		31		54		77		69		61		61		69	-	45	
220302024	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	
220302030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	26	-3	30	0	30	-3	18	-1	26	-2	30	-1	13	
240501025	0	0	30	0	1	73	31	99	24	106	24	106	32	166	4	139	32	133	6	93	18	186	18	172	18	106	
2100075A9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	81	10	93	6	81	31	64	39	81	17	93	11	41	

Tableau 19: Résultats financiers après mise à jour de la quantité et de la couverture

TOTAL : **67 k\$** **443 k\$**
95

Maintenant, si nous regardons le gain en immobilisation financière après mise à jour de la couverture, nous pouvons constater qu'il est nul dans six cas. Deux de ces six cas ont été expliqués auparavant. Pour trois autres cas (020103560, 020116215 et 220201091), l'inventaire en début d'année était élevé. Il n'est donc pas nécessaire que des commandes soient passées malgré la mise à jour de la couverture. Enfin, le dernier cas (220302024) a un gain moyen nul car la couverture optimale à appliquer est égale à celle utilisée actuellement.

Comme nous l'avons constaté dans le Tableau 18, la plupart des matières premières devront avoir une couverture plus faible. Ce résultat implique une diminution du niveau d'inventaire et par conséquent une diminution de l'immobilisation financière. Par contre, huit matières premières devront posséder une couverture plus élevée au vu de leur délai de livraison et de la qualité des prévisions. C'est pourquoi, dans certains cas, nous voyons un gain en immobilisation financière négatif.

Globalement, la mise à jour de la quantité minimale à commander va rapporter à l'entreprise 67 k\$ en moyenne par mois alors que la mise à jour de la couverture produira un gain en immobilisation financière d'en moyenne 443 k\$. La couverture a donc un impact considérable comparé à la quantité minimale à commander. Grâce à ces mises à jour, l'entreprise pourra diminuer ces inventaires de 510 k\$ par mois, soit environ 9 % (510 k\$/5.587 k\$).

4. Analyses complémentaires

Après avoir réalisé l'ensemble de ces analyses et suite à la participation à la réunion dénommée QIT (Quality Improvement Team) durant le stage en entreprise, il nous a semblé intéressant d'étudier les matières premières étant dans les statuts HL, HS et UN. Lors de ce type de réunion, le nombre de palettes dans ces statuts est suivi de mois en mois. Ces produits sont également valorisés. Un rappel de la signification de ces statuts et les résultats de notre étude sont donnés dans le point qui suit.

4.1. Analyse UN

Il nous a également semblé intéressant de nous pencher sur les matières premières ayant un statut UN (non libéré). Comme expliqué auparavant, un produit se voit d'office attribuer ce statut une fois qu'il entre sur le site de Lessines. Toutefois, une matière première ne doit pas garder ce statut éternellement, c'est pourquoi nous

avons effectué une analyse des matières premières qui sont en statut UN en fonction de l'année du lot de celles-ci.

L'année du lot peut être extraite en fonction des données que l'on dispose sur le numéro du lot. Prenons un exemple de numéro de lot : 08D09B060U.

Les deux premiers chiffres reprennent l'année du lot (08 pour 2008), ensuite, la lettre représente le mois (A pour janvier, B pour février jusqu'à L pour décembre). Les deux chiffres qui suivent représentent le jour et les caractères suivants reprennent les références du lot du fournisseur. Dans l'exemple cité, nous pouvons déduire que ce lot date du 9 avril 2008.

Suite à l'analyse de l'ensemble des matières premières sous le statut UN, le graphique ci-dessous a pu être réalisé.

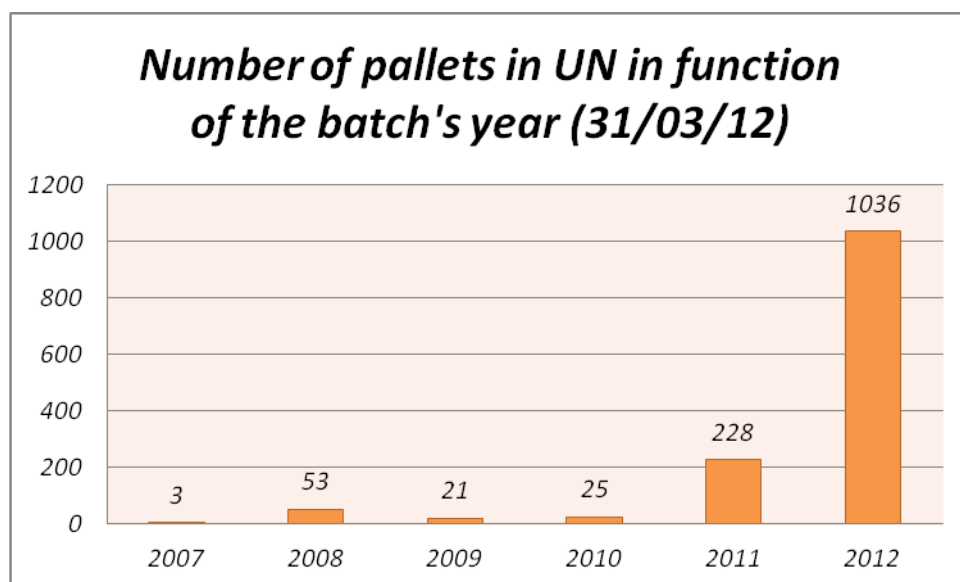


Figure 32: Nombre de palettes en statut UN en fonction de l'année du lot (données extraites à la date du 31/03/12)

Nous pouvons constater que des palettes de matières premières sont dans un statut UN depuis des années. Ainsi des palettes ont été réceptionnées par exemple en 2008 mais 53 d'entre elles ne sont toujours pas libérées en date du 31 mars 2012. Ces palettes ne seront plus jamais libérées. Nous pouvons également constater qu'en 2012, le nombre de palettes sous le statut UN est très important. Cela est tout à fait normal car les tests en laboratoire prennent un certain temps avant qu'un lot d'une matière première soit libéré.

Il est par conséquent conseillé d'effectuer un nettoyage de ces produits ayant une valorisation et occupant de l'espace dans l'entrepôt.

Cependant, nous ne pouvons pas décider de tout nettoyer. Il peut être normal que des produits datant de juillet 2011 ne soient pas encore libérés car certaines matières premières nécessitent de longs tests. En valorisant les matières premières datant de 2007 à juin 2011, cela représente 261 k\$, soit 139 emplacements pouvant être disponibles.

La même analyse a été effectuée pour les matières premières étant dans un statut HL et HS.

4.2. Analyse HL et HS

Pour rappel, une matière première se voit octroyer le statut HL lorsqu'un problème est constaté suite à la réalisation des tests en laboratoire. Quand au statut HS, il est appliqué à une matière première lorsque le problème est dû au fournisseur. Dans la majorité des cas, les matières premières en statut HS sont renvoyées au fournisseur.

L'analyse des matières dans ces statuts a permis de construire les graphiques ci-après.

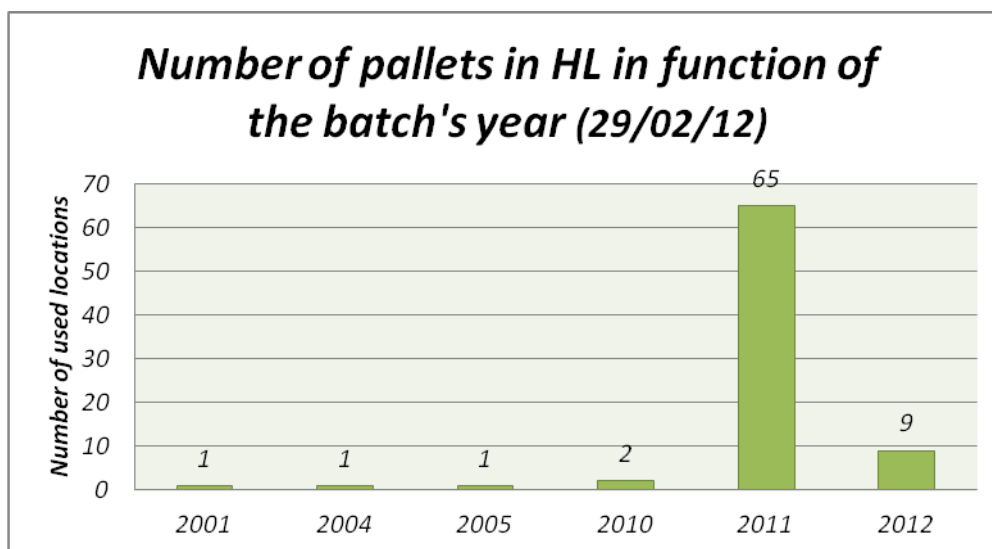


Figure 33: Nombre de palettes en statut HL en fonction de l'année du lot (données extraites à la date du 29/02/12)

Nous pouvons constater que la majorité des lots de matières premières en statut HL datent de 2011. Cela est normal car les tests en laboratoire prennent un certain temps et le laboratoire ne donne pas toujours la priorité à ces matières premières.

Néanmoins, quelques lots y sont depuis un certain temps. Au total, ces matières premières en statut HL représentent 169 k\$, soit 79 emplacements.

Maintenant si nous nous intéressons aux matières premières sous le statut HS, l'analyse a permis de réaliser la Figure 34.

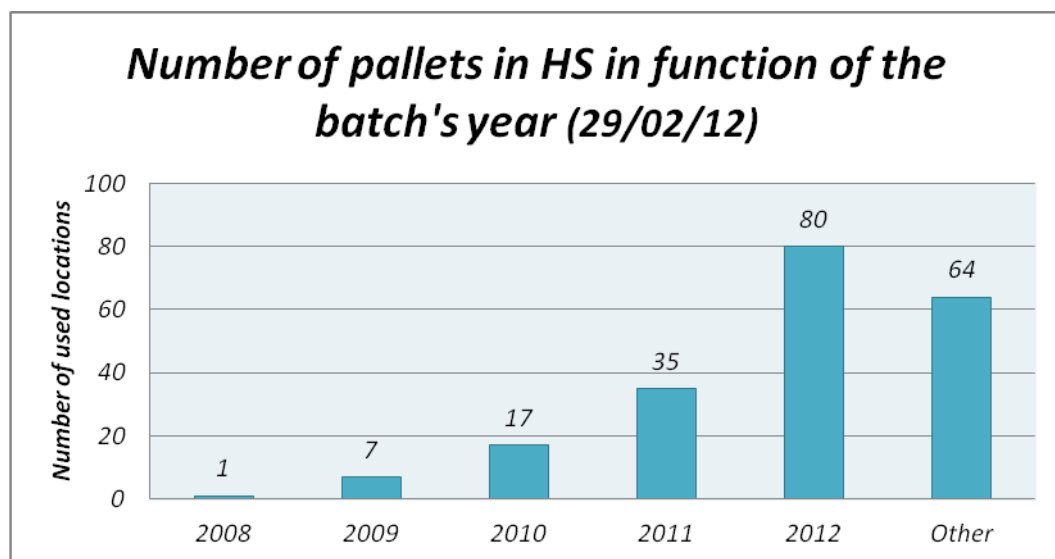


Figure 34: Nombre de palettes en statut HS en fonction de l'année du lot (données extraites à la date du 29/02/12).

En comptabilisant le nombre d'emplacements utilisés par les matières premières en HS, ce nombre s'élève à 204. Pour celles datant d'avant 2011, il est certain que ces palettes ne seront plus retournées aux fournisseurs. Une procédure doit par conséquent être lancée pour jeter ces produits. En valorisant l'ensemble des matières premières sous le statut HS, nous obtenons 576 k\$.

Tant que les matières premières restent sous les statuts HL et HS, elles ne peuvent pas entrer en production alors qu'elles représentent une immobilisation financière importante. De plus, nous devons garder en tête que ces matières premières occupent de l'espace dans l'entrepôt. Si des procédures sont lancées pour jeter les matières premières non utilisables, nous pourrions libérer : 139 (UN) + 79 (HL) + 204 (HS) = 422 emplacements, soit 7% de l'espace sur une capacité de 5.731 emplacements.

Ces analyses complémentaires ont permis de déceler un problème de suivi pour les matières premières sous les statuts UN, HL et HS. La conséquence de ce problème est une immobilisation financière considérable et qui, dans ce cas, est perdue. Il est donc conseillé de surveiller de plus près les matières premières n'ayant pas de changement de statut après 6 mois pour éviter d'avoir une perte importante.

5. Recommandations

A travers la réalisation des simulations, nous avons vu que l'impact des paramètres du système MRP (Management des Ressources de la Production) sur le niveau du stock était important.

La quantité minimale à commander permet de réduire les excédents de stock mais l'entreprise est parfois contrainte de commander par palette entière pour optimiser l'utilisation de l'espace en entrepôt, ou même de commander par camion complet pour réduire les frais de livraison.

Le niveau de l'inventaire est principalement déterminé par la couverture. L'entreprise a donc intérêt à optimiser ce paramètre. La définition de la couverture dépend de la qualité des prévisions, de la demande, du délai de livraison, du délai de libération et de leurs variations. Au vu de ces facteurs, l'entreprise sait intervenir principalement sur la variabilité et la durée nécessaire à la libération des matières premières. En effet, grâce aux données historiques, nous avons vu que certaines matières premières passent plus de 20 jours en laboratoire avec un écart-type de 10 jours avant d'être libérées. Intervenir sur ce paramètre pourrait réduire la couverture nécessaire. L'entreprise peut également essayer de négocier à la baisse le délai de livraison de ses commandes avec les différents fournisseurs.

En fonction des mesures qui seront prises pour réduire le délai de livraison total et sa variabilité et pour augmenter la qualité des prévisions, les couvertures devront être recalculées. Il est d'ailleurs conseillé de revoir les paramètres du système MRP tous les 6 mois. C'est aussi une façon pour l'entreprise de contrôler les processus liés à la gestion des stocks. Par exemple, en analysant régulièrement les délais de libération des matières premières, l'entreprise pourra suivre l'évolution et prendre des mesures.

Les analyses se sont essentiellement portées sur une trentaine de codes sélectionnés sur base de l'analyse Pareto. Une fois que les paramètres de ces matières premières seront mis à jour, leur gestion actuelle sera optimisée. Toutefois, il ne faut pas oublier que l'entreprise dispose de plus de 1.500 matières premières. Etendre la mise à jour des paramètres aux autres codes va nécessiter beaucoup de temps mais est très importante puisqu'ils déterminent les quantités disponibles en stock.

Il faut également veiller à éditer plus fréquemment le MRP. Ainsi, si le MRP est édité deux fois par mois au lieu d'une fois, cela permettrait de passer des commandes à deux moments

différents sur le mois et donc à des dates plus proches de celles proposées par le système. Cela permettrait aussi de répartir la charge de travail du service des achats.

Enfin, il est également conseillé de mettre en place une gestion active des produits dans des statuts bloquant leur disponibilité (HL et HS) afin d'éviter d'avoir des stocks dormants.

CONCLUSION

Ce mémoire a permis de mettre en évidence certains problèmes existants dans la gestion des stocks des matières premières à Baxter Medical Products. En effet, la méthode utilisée repose sur des paramètres mais ceux-ci ne sont pas revus régulièrement. Grâce à l'envoi de questionnaires aux fournisseurs, nous avons pu nous rendre compte du manque d'actualisation des paramètres (délai de livraison et quantité minimale à commander). La conséquence de ce constat est que des commandes sont passées, à des dates trop éloignées et avec des quantités n'étant pas toujours en phase avec les besoins, afin d'atteindre un certain niveau de stock. Ce niveau de stock a également été défini il y a quelques temps. Il a donc fallu déterminer le niveau de stock optimal, représenté par le paramètre MRP dit la couverture. Deux méthodes ont été utilisées pour déterminer la couverture. D'une part, nous avons fait intervenir une formule théorique, d'autre part, nous avons utilisé un logiciel utilisé par Baxter sous licence dénommé « Stock optimizer ». Pour déterminer la couverture à appliquer, le stock optimizer a fait intervenir la qualité des prévisions, la demande, les délais de livraison et de libération et leurs variabilités. Une diminution des niveaux de stock, tout en gardant un même niveau de service, peut être réalisée en améliorant la qualité des prévisions et en diminuant la variabilité des délais de livraison et de libération.

Les analyses menées au long de ce mémoire ont démontré l'importance des paramètres du système MRP. Il est d'ailleurs conseillé à l'entreprise de revoir régulièrement ces paramètres afin d'optimiser au mieux la gestion des stocks des matières premières.

L'étude a également permis d'évaluer les gains en immobilisation financière. Ceux-ci ont été calculés sur base d'une trentaine de matières premières et s'élèvent à 510 k\$ par mois, soit une diminution de 9 % des inventaires. La prochaine étape consiste donc à mettre à jour les paramètres MRP de l'ensemble des matières premières.

Enfin, nous avons pu pointer un autre problème dans la gestion des stocks des matières premières : l'existence de matières premières bloquées par un statut HS ou HL depuis des années. Il est par conséquent conseillé de développer une gestion des stocks plus active face à ce problème.

BIBLIOGRAPHIE

Livres

BONNEFOUS P., COURTOIS A., MARTIN C., PILLET M., « *Gestion de production* », 4^e édition, éditions d'organisation, Paris, 2003

BONNEFOUS P., COURTOIS A., MARTIN C., PILLET M., « *Gestion de production* », 5^e édition, éditions d'organisation, Paris, 2011

BREUZARD J.-P., FROMENTIN D., « *Gestion pratique de la chaîne logistique* », éditions Demos, Paris, 2004

CROTEAU C., RIOPEL D., « *Dictionnaire illustré des activités de l'entreprise* », Presses internationales Polytechnique, Canada, 2008, p.219

DEHUT P., « *Production 2* », UCL-Mons, Mons, 2009-2010

GHIANI G., LAPORTE G., MUSMANNO R., « *Introduction to Logistics Systems Planning and Control* », John Wiley & Sons Ltd, England, 2004, p. 144

GIARD V., « *Gestion de la production et des flux* », 3^e édition, Economica, Paris, 2003

JOMAUX F., « *Statistiques descriptives* », UCL-Mons, Mons, 2007-2008

MESKENS N., « *Production 1* », UCL-Mons, Mons, 2008-2009

SWAMIDASS P., « *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management* », Kluwer Academic Publishers, Boston, 2000, p. 462

TANCREZ J.-S., « *Logistique et Supply Chain Management* », UCL-Mons, Mons, 2011-2012

ZERMATI P., « *Pratique de la gestion des stocks* », 6^e édition, Dunod, Paris, 2001

Articles en ligne

A22, Expert en logistique, « *Cabinet de conseil spécialisé en Logistique* », (page consultée le 23 février 2012), [article en ligne], <http://www.cat-logistique.com/index.htm>,

BAXTER Entreprise, « *Baxter en Belgique* », (page consultée le 20 février 2012), [article en ligne],

http://www.baxter.be/fr/a_propos_de_baxter/presentation/Baxter_en_Belgique/siege.html

BAXTER Entreprise, « *Corporate overview* », (page consultée le 22 avril 2012), [article en ligne], http://www.baxter.com/about_baxter/company_profile/corporate_overview.html

BAXTER Entreprise, « *Distribution network* », (page consultée le 21 février 2012), [article en ligne] <http://europe.inbaxter.com>

BAXTER Entreprise, « *Global presence* », (page consultée le 18 avril 2012), [article en ligne],
http://www.baxter.com/about_baxter/company_profile/global_presence.html#global_facilities

BAXTER Entreprise, « *Intranet de Baxter Lessines* », (page consultée le 21 février 2012), [article en ligne], <http://europe.inbaxter.com>,

FREE-LOGISTICS, « *La préparation de commandes* », (page consultée le 18 avril 2012), [article en ligne], <http://www.free-logistics.com/index.php/fr/Fiches-Techniques/Entreposage/La-Preparation-de-Commandes-ou-Picking.html>

INFOGUIDE PUBLISHING, « *MRO (Maintenance, Repair and Overhaul)* », (page consultée le 23 février 2012), [article en ligne], http://www.guideinformatique.com/fiche-mro_gmao-397.htm

IPREDICT IT, « *Time-series Forecasting Error Statistics* », (page consultée le 16 avril 2012), [article en ligne], <http://www.ipredict.it/ErrorStatistics.aspx>

LYOSAN, « *Qu'est-ce que la lyophilisation* », (page consultée le 22 avril 2012), [article en ligne], <http://www.lyo-san.ca/lyophilisation.html>

SESSOLO D., « *Les marchés du travail inclusifs: de la théorie à la pratique...* », (page consultée le 22 avril 2012), [présentation en ligne], <http://www.nar-cnt.be/DOC-DIVERS/2010-10-22%20COLLOQUE/Pr%C3%A9sentation-Doris-Sessolo-Baxter.pdf>