



UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN - MONS

Louvain School of Management

**Vers une amélioration de la gestion des stocks
du Centre Hospitalier Régional
Clinique Saint-Joseph – Hôpital de Warquignies**

Promoteur :

Madame Nadine MESKENS

Co-Promoteur :

Monsieur Jean-Sébastien TANCREZ

Mémoire présenté par :

Vanessa ROLAND

en vue de l'obtention du diplôme

de Master 120 en Ingénieur de Gestion

Année académique 2012-2013

Résumé

Réalisé avec la collaboration des services du Centre Hospitalier Régional Clinique Saint-Joseph – Hôpital de Warquignies, ce travail traite de la gestion des stocks et, in fine, vise à proposer une politique de stockage et d’approvisionnement adaptée tenant compte des caractéristiques de l’établissement, tels que la structure de fonctionnement du service des achats, l’environnement informatique disponible ainsi que la capacité de stockage de l’entrepôt.

Il débute par la présentation d’une analyse détaillée du fonctionnement du service des achats qui révèle quelques dysfonctionnements comme l’exploitation insuffisante du logiciel de gestion d’entrepôt, la mauvaise définition des variables de décision de la politique de stockage et l’encodage réitéré de la même information. Ces dysfonctionnements sont la cause de performances inappropriées du service des achats concernant essentiellement sa gestion des stocks. Il se trouve en effet plus souvent que de raison, en situation d’incapacité d’effectuer la livraison interne des produits à temps.

L’attention identique accordée à chaque produit s’avérant irraisonnable, cet ouvrage les classifie selon deux méthodes : la méthode ABC classique et celle d’aide à la décision multicritère (Electre Tri). Le but consiste à réduire le champ des produits en déterminant ceux dont une amélioration de la gestion des stocks aurait un plus grand impact sur les coûts ou sur le niveau de service global. Suivant cet objectif, Electre Tri permet de désigner comme d’importance stratégique les produits à demande régulière, et/ou dont le prix est élevé et/ou dont le délai de livraison fournisseur est long et donc la disponibilité non optimale et/ou dont l’indice de criticité est plus élevé que la moyenne.

Enfin, ces produits déterminés, ce mémoire compare plusieurs politiques de stockage et d’approvisionnement permettant d’une part de constater que la variabilité des délais n’a pas d’impact significatif si la capacité de stockage est infinie et, d’autre part, que la capacité de stockage maximum de certains produits est trop restreinte pour satisfaire l’objectif de niveau de service étant donné leur consommation et délai de livraison / réapprovisionnement. Il établit et teste également deux modèles aléatoires :

- le modèle continu à point de commande et quantité économique (Q, R) où le niveau de stock est connu à tout moment et

- le modèle périodique à point de commande et stock maximum (s, S) où le niveau de stock est connu à intervalle régulier.

La comparaison suivant les deux indices de performance que sont les coûts et le niveau de service indique une nette préférence pour le second modèle. Il est donc recommandé au service des achats d'opter dorénavant pour cette politique de réapprovisionnement.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble des personnes rencontrées au sein du Centre Hospitalier Régional Clinique Saint-Joseph – Hôpital de Warquignies pour leur accueil, leurs idées et leur aide plus que précieuse.

Plus particulièrement, M. Philippe VAN WIJMEERSCH sans qui je n'aurais pu intégrer le service des achats, ma maître de stage, Mme Corinne CAPRON pour ses remarques constructives qui m'ont permis de ne pas m'éloigner des réalités de terrain ainsi que l'ensemble du service des achats : Mme Marina BOUVRY, Mme Marie-Françoise FIUTOWSKI, Mme Ingrid BAILLY, M. André FOURREZ, M. Joseph LAPAGLIA et M. Philippe DELHAYE.

Ensuite, je remercie également Mme Nadine MESKENS et M. Jean-Sébastien TANCRES tant pour leurs conseils et éventuelles pistes de réflexion que pour m'avoir redirigé à certains moments et accordé le temps nécessaire à l'élaboration de cette analyse.

Finalement, je remercie l'ensemble de mes proches, famille, amis pour leur soutien au quotidien et surtout M. Philippe HONOREZ pour la relecture attentive de ce travail.

Table des matières

Résumé.....	ii
Remerciements.....	iii
Table des matières.....	v
Liste des figures et illustrations.....	viii
Liste des tableaux.....	ix
Liste des annexes.....	x
Introduction Générale.....	1
Chapitre 1 : Un mémoire-projet au sein du service des achats du CHR Mons-Warquignies.....	2
Section 1 : Le contexte macro-économique de la santé en Belgique	2
1.1 Des dépenses en soins de santé croissantes dans un système basé sur la solidarité.....	2
1.2 Les réformes du système des soins de santé belge dans un cadre de contraction budgétaire	4
1.3 Le modèle de financement hospitalier belge	4
Section 2 : Le CHR Mons-Warquignies	5
2.1 Présentation de l'organisation	5
2.2 Stratégie et politique générale	6
Section 3 : Le service des achats.....	7
3.1 Le service des achats au sein de l'organisation d'accueil	7
3.2 Le processus « achats » et les acteurs du processus.....	9
3.3 Le mode de fonctionnement réel du service	9
3.4 L'analyse globale du fonctionnement du service	11
3.4.1 La phase d'achat	12
3.4.2 La phase d'approvisionnement.....	12
3.5 Le choix d'une problématique	15
Section 4 : Conclusion	16
Chapitre 2 : La détermination des produits à importance stratégique.....	17
Section 1 : Méthodologie.....	17

Section 2 : Revue de littérature.....	17
2.1 La classification ABC classique, monocritère.....	18
2.2 L'émergence de la classification multicritère	18
2.3 Les méthodes multicritères	19
Section 3 : L'analyse et les résultats	23
3.1 La détermination du champ de l'étude	23
3.2 La méthode ABC classique.....	24
3.2.1 Le choix du critère	24
3.2.2 Les différentes étapes de la méthode.....	24
3.2.3 Les résultats	25
3.2.4 Le recul critique.....	27
3.3 La méthode ELECTRE TRI	27
3.3.1 Le choix des critères	28
3.3.2 Les différentes étapes de la méthode.....	30
3.3.3 Les résultats.....	36
3.3.4 Le recul critique	39
3.4 La comparaison des méthodes	39
Section 4 : Conclusion	43
Chapitre 3 : De la construction d'un modèle d'analyse à la simulation.....	45
Section 1 : Méthodologie.....	45
Section 2 : Revue de littérature.....	46
2.1 La classification suivant le degré d'incertitude.....	47
2.1.1 Les modèles déterministes.....	47
2.1.2 Les modèles stochastiques	48
2.2 La classification suivant la connaissance du stock	49
Section 3 : L'analyse et les résultats	50
3.1 La détermination du premier modèle d'analyse : le modèle (Q, R).....	50
3.1.1 Les différentes étapes du modèle.....	50
3.1.2 Les données et paramètres.....	55
3.1.3 Les résultats.....	59

3.1.4 Le recul critique.....	71
3.2 La détermination du deuxième modèle d'analyse : le modèle périodique (S, s)	72
3.2.1 Le procédé et les variables de décision du modèle.....	72
3.2.2 Les résultats.....	74
3.2.3 Le recul critique.....	75
3.3 La comparaison des deux modèles et des valeurs actuellement en vigueur.....	76
Section 4 : Conclusion	81
Conclusion Générale.....	82
Bibliographie.....	85
Annexes.....	90

Liste des figures et illustrations

Figure 1 Evolution des dépenses en soins de santé en Belgique (en % du PIB) de 1970 à 2010.....	3
Figure 2 Répartition des dépenses en soins de santé.....	3
Figure 3 Modèle de financement hospitalier : le cas de la Belgique.....	5
Figure 4 La fonction "achats" au cœur de l'entreprise.....	8
Figure 5 Modèle de processus achat et approvisionnement.....	9
Figure 6 Liens entre les différents pôles du service des achats.....	10
Figure 7 Liens du service des achats avec les fournisseurs.....	11
Figure 8 Matrice à double entrée.....	19
Figure 9 Diagramme de Pareto.....	26
Figure 10 Comparaison d'une action par rapport aux profils de référence, critère par critère, selon la méthode Electre Tri.....	31
Figure 11 Comparaison a1 à a2 sur critère j (concordance et discordance).....	34
Figure 12 Règles sous-jacentes à l'établissement des relations de surclassement.....	35
Figure 13 Courbe des coûts et détermination de la quantité économique de commande.	47
Figure 14 Schéma et guide des questions principales lors de la construction d'un modèle.....	51
Figure 15 Evolution du stock suivant la politique (Q, R).....	53
Figure 16 Graphique en radar représentant la faible différence de coût lorsque la variabilité du délai de réapprovisionnement est intégrée au modèle de départ.....	61
Figure 17 Densité de probabilité de la loi normale.....	65
Figure 18 Politique de stockage via point de commande et stock maximum (s, S).....	73
Figure 19 Indice de performance n°1 : le taux de service.....	77
Figure 20 Indice de performance n°2 : le coût total attendu.....	78
Figure 21 Agrandissement de la figure 20.....	78
Figure 22 Nombre de commandes par produit pour les trois politiques de stockage et d'approvisionnement différentes.....	79
Figure 23 Agrandissement de la figure 22.....	79
Figure 24 Stock moyen par produit pour les trois politiques de stockage et d'approvisionnement différentes.....	79
Figure 25 Risque de sur-stockage par produit pour les trois politiques de stockage et d'approvisionnement différentes.....	80

Liste des tableaux

Tableau 1 Répartition de la consommation annuelle en valeur (en%) par rapport au % de référence.....	26
Tableau 2 Problématiques de référence.....	27
Tableau 3 Profil des deux actions de référence.....	32
Tableau 4 Coefficients de pondération.....	32
Tableau 5 Seuils d'indifférence (q) et de préférence (p).....	33
Tableau 6 Seuils de veto.....	33
Tableau 7 Nombre de produits affectés par catégorie suivant les deux procédures d'affectation.....	36
Tableau 8 Produits classés A à l'issue de l'analyse de sensibilité, dont le degré d'appartenance à la catégorie A est supérieur aux degrés d'appartenance aux autres catégories.	39
Tableau 9 Nombre de produits affectés par catégorie suivant les deux méthodes : ABC classique et Electre Tri.	40
Tableau 10 Produits classés A suivant la méthode ABC classique mais classés B ou C suivant la méthode Electre Tri.	41
Tableau 11 Produits classés A suivant la méthode Electre Tri mais classés B ou C suivant la méthode ABC classique.	43
Tableau 12 Classification des différents systèmes de gestion des stocks.....	49
Tableau 13 Tâches associées au processus d'achat et temps nécessaire au lancement, suivi et réception d'une commande.....	58
Tableau 14 Comparaison des trois scénarii en fonction du nombre total de commandes, du stock moyen total ainsi que du coût global attendu.	59
Tableau 15 Comparaison du modèle de base avec celui intégrant la variabilité du délai de réapprovisionnement.	63
Tableau 16 Comparaison des solutions du modèle intégrant la variabilité des délais de réapprovisionnement avec les différentes contraintes de stockage (capacité réelle, capacité réelle + X, capacité réelle + Y).....	67
Tableau 17 Détermination des valeurs des variables de décision Q et R lorsque l'espace disponible est limité et indicateurs de performance associés obtenus au moyen du modèle mathématique réalisé avec MS Excel.	70
Tableau 18 Valeurs de Q et R attribuées par le service des achats donnant un meilleur taux de service parce que ne respectant pas la contrainte de capacité mais donnant lieu régulièrement à un stockage « périlleux ».....	70

Liste des annexes

Annexe 1 : Analyse ABC.....	90
Annexe 2 : Classe d'appartenance de chaque produit suivant les différentes méthodes et/ou procédures.	100
Annexe 3 : 100 scenarii utilisés pour l'analyse de sensibilité.	108
Annexe 4 : Pourcentage d'appartenance aux différentes classes suite à l'analyse de sensibilité	111
Annexe 5 : Valeurs des variables de décision Q et R (avec délai constants et sans contrainte de capacité) suivant les trois scénarii	112
Annexe 6 : Simulation du modèle périodique à point de commande et stock maximum (s, S) réalisée à l'aide du tableur MS Excel (exemple des essuie-mains).	121
Annexe 7 : Résultats détaillés de la simulation du modèle (s, S).	122
Annexe 8 : Simulation du modèle continu à point de commande et quantité économique réalisée à l'aide du tableur MS Excel (exemple des essuie-mains).....	127
Annexe 9 : Valeurs moyennes du niveau de service, du coût attendu, du nombre de commandes, du stock moyen et du risque de surstockage pour chaque produit et chaque politique.....	128

Introduction Générale

Depuis les années cinquante, l'intérêt pour la gestion des stocks n'a cessé de croître. D'abord plus marqué dans le domaine industriel toutes les organisations désormais, qu'elles soient à but lucratif ou non, admettent les gains potentiels d'une bonne gestion.

Néanmoins la barrière entre la théorie, la multitude de modèles et recherches existantes et le terrain avec ses spécificités semble encore difficile à franchir au point que certaines institutions, comme le CHR Mons-Warquignies, fonctionnent toujours selon la méthode essais-erreurs. L'objectif de ce mémoire est donc de proposer à l'organisation d'accueil une méthode plus scientifique adaptée à son environnement et aux contraintes auxquelles elle fait face.

Le premier chapitre présentera tout d'abord le contexte macro-économique de la santé, l'organisation, comment cette dernière s'adapte à l'environnement dynamique dans lequel elle se trouve ainsi que la stratégie globale suivie par l'établissement.

Suivront ensuite une étude du fonctionnement du service des achats et la présentation des pistes d'analyses identifiées. Finalement, sera explicité le choix de la problématique de la gestion des stocks, en lien avec la stratégie globale, car ayant un impact sur de nombreuses fonctions au sein de l'organisation.

Dans le deuxième chapitre, le matériel de soins fourni par le service des achats sera segmenté en différentes classes d'importance. Vu l'impossibilité d'accorder la même attention à un ensemble conséquent de produits, il a semblé utile de réaliser cette tâche au préalable et d'objectiver un maximum le choix des produits sur lesquels l'analyse sera effectuée. Le but de la classification sera donc d'identifier les produits dont une amélioration de la gestion des stocks a un impact significatif. A cet effet, deux méthodes seront utilisées : la méthode ABC classique et la méthode Electre Tri. Seuls les résultats les plus pertinents au regard des objectifs de l'organisation seront conservés.

Enfin, dans le troisième et dernier chapitre, deux modèles aléatoires seront testés et simulés : un modèle où le niveau de stock est connu continuellement (Q, R), un autre où il est connu à intervalle déterminé (s, S). Le choix définitif s'arrêtera sur celui qui répond de la manière la plus efficiente, c'est-à-dire au moindre coût et compte tenu d'un objectif sur le niveau de service, aux questions de la date et de la quantité de chaque réapprovisionnement.

Chapitre 1 : Un mémoire-projet au sein du service des achats du CHR Mons-Warquignies

Ce chapitre permet de définir la problématique de l'étude et de la situer dans un contexte plus global. A cet effet il traite, dans un premier temps, du contexte macro-économique de la santé en Belgique, à savoir les dépenses publiques sollicitées par les soins de santé et la dernière grande réforme¹ concernant le financement des hôpitaux. Dans un second temps, il présente brièvement le Centre Hospitalier Régional Clinique Saint-Joseph – Hôpital de Warquignies pour s'attarder, ensuite, plus en détail, sur un des services clés des organisations : le service des achats. Au vu des dysfonctionnements notables du service, plusieurs problématiques sont identifiées mais une seule est retenue : la problématique de la gestion des stocks.

Section 1 : Le contexte macro-économique de la santé en Belgique

1.1 Des dépenses en soins de santé croissantes dans un système basé sur la solidarité

Selon une étude menée en 2012 par l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE), les dépenses en soins de santé en Belgique, constituées de moitié par les dépenses hospitalières (DURANT, 2011) et déterminées en pourcentage du Produit Intérieur Brut (PIB), n'ont cessé d'augmenter² depuis 1970. Le graphique de cette évolution présenté à la page suivante indique qu'en 2010, elles atteignaient 10,5%, soit un point de pourcentage de plus que la moyenne des pays de l'OCDE. Signifiant que les dépenses en soins de santé augmentent plus vite que la croissance économique (le PIB), cette tendance haussière est un phénomène que les responsables politiques devront continuer à prendre en compte dans les années à venir. En effet, certains facteurs tels que le vieillissement démographique, les attentes grandissantes de la population ainsi que l'innovation technologique soutiennent l'augmentation des dépenses (OCDE, 2010).

¹ Réforme concrétisée par la loi du 14/01/2002 et par l'arrêté royal du 25/04/2002.

² A l'exception d'en 2006.

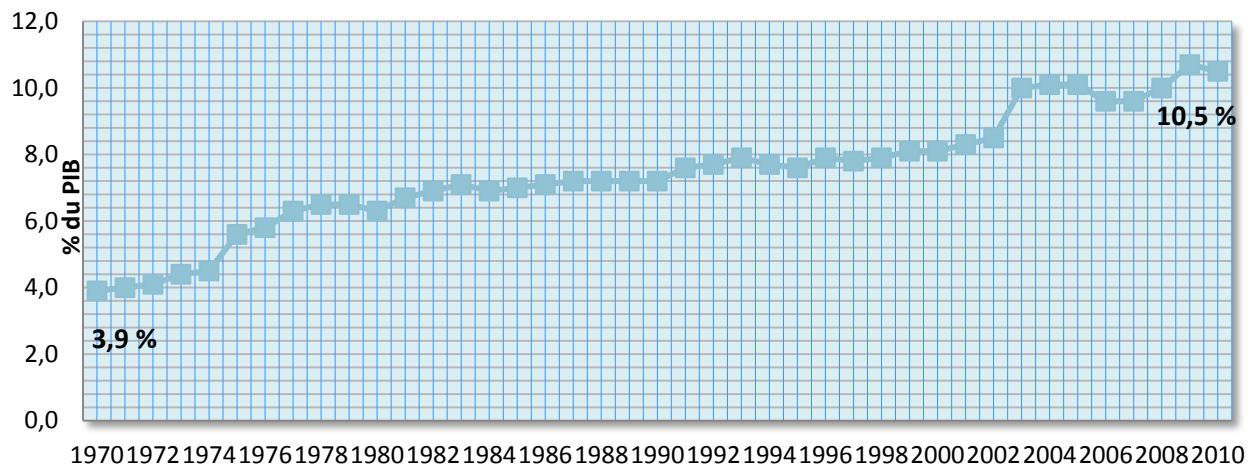


Figure 1 Evolution des dépenses en soins de santé en Belgique (en % du PIB) de 1970 à 2010 (OCDE).

Aujourd'hui et depuis plusieurs années déjà, les dirigeants s'intéressent particulièrement à la croissance inéluctable de ces coûts parce que les finances publiques sont très sollicitées par ce poste de dépenses et représentent même la source principale du financement des soins de santé. En Belgique, par exemple, en 2010, 75,6 % des dépenses³ en soins de santé provenait du secteur public, le quart restant provenant des versements directs des ménages et d'assurances privées. Par comparaison, en moyenne, pour la même année, le secteur public des pays de l'OCDE intervenait pour 72.2 % des dépenses (OCDE, 2012).

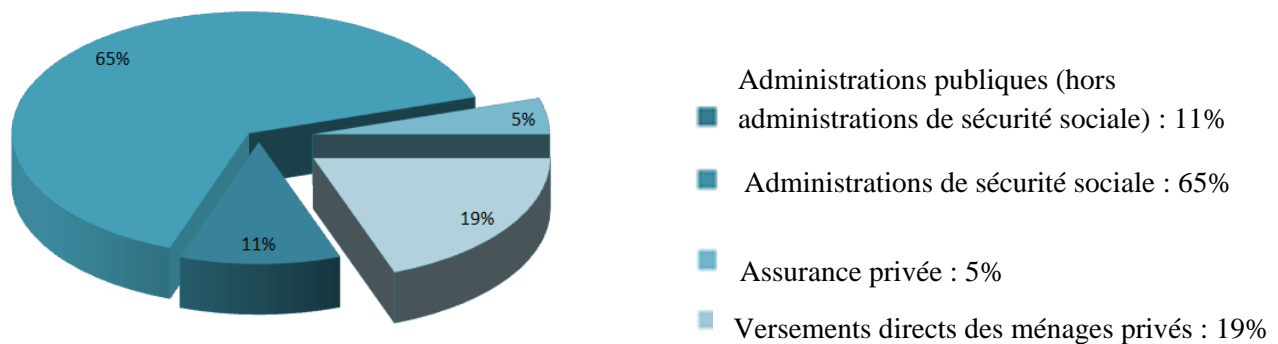


Figure 2 Répartition des dépenses en soins de santé (OCDE).

³ Courantes (investissements exclus).

1.2 Les réformes du système des soins de santé belge dans un cadre de contraction budgétaire

En Belgique comme dans la plupart des pays de l'OCDE, la volonté de freiner l'augmentation des dépenses en soins de santé est bien présente ces dernières années. Les recettes⁴ étant de plus en plus difficiles à récolter au vu de la conjoncture économique, ce sont les dépenses qui font l'objet d'une attention particulière. Les grandes mesures ont d'abord visé le système hospitalier, responsable de près de la moitié des dépenses mais s'adressent aujourd'hui aussi aux soins ambulatoires et produits pharmaceutiques. Celles qui semblent les plus encourageantes et tendent à se généraliser favorisent l'efficacité des prestataires de soins (OCDE, 2010).

La dernière grande réforme du système hospitalier, tendant à favoriser cette efficacité en réduisant toute forme de gaspillage et mauvaise utilisation des ressources, a été, en 2002, la modification du mode de fixation et de liquidation du budget des moyens financiers (BMF) (Cours des comptes, 2006). Cette partie du financement des hôpitaux, sous forme de forfait, représente approximativement 45%⁵ de leur financement (DURANT, 2006). Il s'agit d'un mode de financement prospectif, basé sur l'activité justifiée et non plus sur la structure même de l'hôpital, c'est-à-dire le nombre de lits agréés, et le nombre réel de journées d'hospitalisation. Les hôpitaux ne sont désormais plus remboursés simplement de leurs dépenses, maîtrisées partiellement grâce à l'instauration d'une enveloppe budgétaire fermée. La notion d'activité justifiée oblige les hôpitaux à être performants, les frais dépassant les standards déterminés n'étant plus remboursés automatiquement.

1.3 Le modèle de financement hospitalier belge

Le modèle de financement hospitalier belge est résumé au moyen de la figure ci-après suivant différents critères. Concernant l'unité de financement et l'horizon temporel, nous constatons que la Belgique possède un système mixte depuis 2002, alliant mode de financement prospectif (budget global : BMF) et rétrospectif (remboursement des médicaments consommés et financement à l'acte pour les prestations médicales). Ce modèle de financement hospitalier est relativement complexe mais tend bel et bien à inciter à la performance et à la responsabilisation des acteurs du système.

⁴ Provenant des cotisations sociales et de l'impôt.

⁵ Il ne couvre ni les honoraires de médecins, ni les prestations techniques (+/- 40%), ni les médicaments (+/- 15%).

Le CHR Mons-Warquignies fournit près de 70 services de soins spécialisés aux patients. L'offre des services de base tels que la gériatrie, la maternité, la pneumologie, l'orthopédie, les soins palliatifs va de pair avec celle de services plus atypiques comme le centre de revalidation du patient obèse, la clinique du sein, l'étude du sommeil, le centre d'aide aux fumeurs, etc. Si les premiers sont présents et continuent de se développer sur les deux sites, ils se différencient tout de même par leur spécialisation. Par exemple, le site de Warquignies développera spécifiquement le pôle neurosciences (neurochirurgie, neurologie, réadaptation, troubles cognitifs et instrumentaux etc.) dans les années à venir.

Compte tenu de l'environnement économique et sociopolitique préexplicité, le CHR Mons-Warquignies, soucieux de continuer à prodiguer des soins de qualité à l'égard des patients ne cesse d'étendre son champ de partenaires.

Collaborant déjà avec le Centre Hospitalier Jolimont-Lobbes⁹, le Centre Hospitalier Avesnois de Maubeuge¹⁰ ainsi que l'Institut Catholique de Lille¹¹ depuis plusieurs années, le CHR a scellé un nouveau projet d'association hospitalière récemment avec les Cliniques Universitaires Saint-Luc et l'UCL. Ce dernier partenaire (CUSL/UCL), en plus de son soutien au niveau financier, apportera à terme une réelle plus-value dans de nouveaux projets médicaux¹² (Procès-verbal du 27/02/2013 du CHR Mons-Warquignies).

2.2 Stratégie et politique générale

Dans ce contexte, le CHR Mons-Warquignies suit une stratégie globale s'articulant principalement autour de deux axes :

1. L'« assainissement » de la trésorerie et le retour à l'équilibre financier.

Chacun des procès-verbaux des conseils d'entreprise de l'année 2012 marque l'importance que revêtent ces deux préoccupations. Primo, les éléments affectant le besoin en fonds de roulement tels que, par exemple, l'encours des organismes assureurs ainsi que celui des patients, sont suivis de près. Quant au paiement des équipements médicaux et fournitures diverses, des négociations de plans d'apurement

⁹ Pour la cardiologie, l'hémodialyse et la neurochirurgie.

¹⁰ Pour la réanimation, la cancérologie et l'urologie.

¹¹ Pour le développement du projet transfrontalier.

¹² Ce n'est pas moins de 25 projets de collaboration bilatérale de services qui ont été réalisés et seront mis en œuvre prochainement.

avec les fournisseurs ont été mises en place. Secundo, la recherche de moyens financiers est plus qu'active. En effet l'apport financier des différents partenaires redonne du souffle au CHR Mons-Warquignies qui peut à nouveau obtenir des crédits auprès des banques. Enfin, en 2012, un léger bénéfice a été dégagé et affecté aux fonds propres, ceci attestant d'une crédibilité financière retrouvée.

2. La recherche d'expertise, tant au niveau médical (core business) qu'au niveau des services « périphériques ».

La volonté nouvelle de recherche permanente de performance met fin à l'« amateurisme » en place dans plusieurs services et accueille à bras ouverts la gestion et ses pratiques plus scientifiques dans tous les pans de l'organisation. Ainsi pouvons-nous citer la mise en place d'une cellule info-gestion et la professionnalisation du service des achats.

Cette stratégie globale devrait permettre au CHR Mons-Warquignies de s'adapter au mieux à son environnement en perpétuel changement et de pallier aux difficultés émanant du contexte macro-économique défavorable.

Section 3 : Le service des achats

Le service des achats constitue un des services clés de l'organisation. D'une part, il est le fournisseur d'une grande partie des ressources nécessaires au bon fonctionnement de l'ensemble des services internes. D'autre part, la fonction « achat » possède la faculté d'agir réellement sur les dépenses de l'établissement ainsi que sur la qualité des soins prodigués. Que ce soit en négociant avec les fournisseurs pour obtenir les meilleures conditions en termes de prix et/ou de délai, en collaborant et en communiquant avec les utilisateurs et/ou prescripteurs, en assurant le réapprovisionnement des différents services, en s'assurant de la qualité des produits achetés, le service des achats fait valoir de plus en plus son statut de service incontournable. Il a la possibilité de jouer un réel rôle stratégique.

3.1 Le service des achats au sein de l'organisation d'accueil

Le service des achats du CHR Mons-Warquignies est intégré auprès du département des services généraux au même titre que le service technique ou le service hôtelier. C'est un service support qui a une fonction transversale au sein de l'organisation.

Les liens qu'il entretient avec les différentes fonctions et services de l'organisation sont illustrés au moyen de la figure suivante. Brièvement, le service des achats communique régulièrement avec tous les services utilisateurs des produits, du matériel qu'il achète, que ce soit des services médicaux ou des services périphériques comme le service technique, le service entretien / nettoyage, le service informatique ou la cuisine. Il détermine les besoins en concertation avec les parties et agrège au maximum les demandes pouvant être regroupées. Il assure l'approvisionnement de ses clients internes, suit les commandes en cours et gère les stocks pour être capable de fournir le matériel demandé.

Le service des achats entretient également des contacts avec le service comptabilité lorsqu'il détermine les conditions de paiement avec les fournisseurs et contrôle les factures. Enfin, depuis récemment, la fonction achat suit une politique directement en lien avec la politique générale de l'organisation. Le service a donc des relations particulières avec l'équipe de gestion.

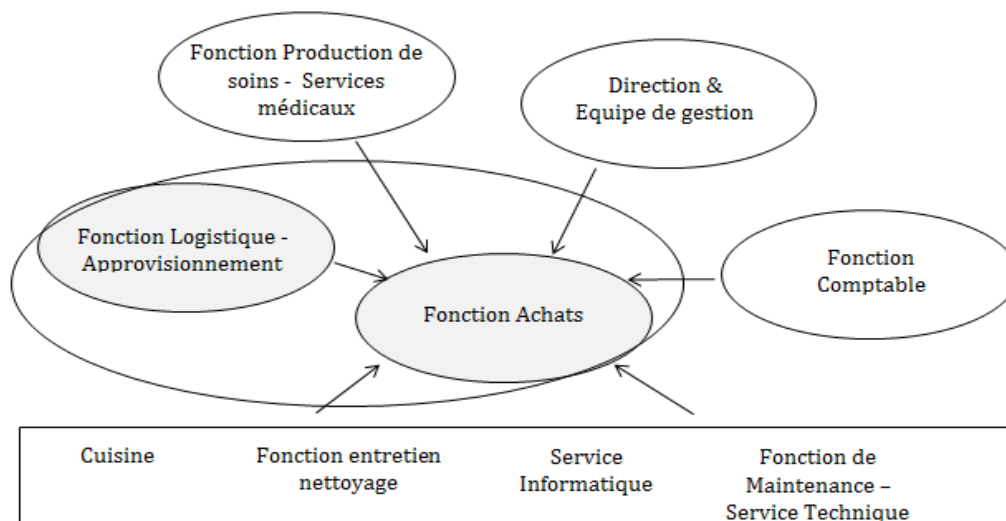


Figure 4 La fonction "achats" au cœur de l'entreprise (inspiré de http://www.numilog.com/package/extraits_pdf/e270840.pdf).

À propos du champ d'intervention du service, celui-ci est en charge du processus « achat » de tout type d'équipement et consommable, à l'exclusion des médicaments et des dispositifs médicaux stériles, achetés par la pharmacie. Ces derniers nécessitent impérativement la présence d'un pharmacien d'où la séparation entre le service des achats et la pharmacie. Par équipement et consommable de tout type, nous entendons tant le matériel de soins dit « non stérile » tels des compresses, des langes, des masques à oxygène, des électrodes, des gants, ... que le matériel hôtelier, le matériel de bureau, les produits et matériels d'entretien. Nous entendons également tout type d'investissement, qu'ils soient destinés à la production de soins ou non comme les travaux d'aménagement de nouveaux services.

3.2 Le processus « achats » et les acteurs du processus

Le processus « achats » peut être divisé en deux phases. Il comprend non seulement les achats à proprement parler mais aussi l'approvisionnement des services internes. En effet, une des particularités du secteur hospitalier consiste en l'existence de deux chaînes d'approvisionnement : une externe et une interne. Une fois le matériel livré au sein de l'établissement, celui-ci ne constitue pas l'ultime point de consommation, il doit encore être stocké et/ou distribué¹³ au service demandeur.

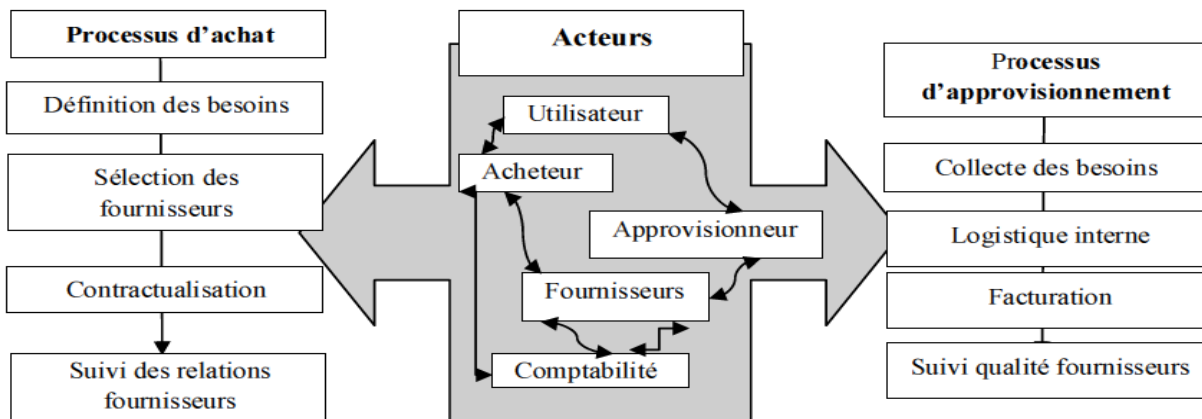


Figure 5 Modèle de processus achat et approvisionnement (MONTALAN & VINCENT, 2011).

Le processus « achat » fait donc intervenir 5 types d'acteurs : les acheteurs (1) et approvisionneurs (2) constituant plus globalement le service « achats » ; les utilisateurs (3), en l'occurrence, l'ensemble des services internes du CHR Mons-Warquignies ; le personnel œuvrant au sein du service comptabilité (4) et les fournisseurs (5).

3.3 Le mode de fonctionnement réel du service

Dans le but d'analyser le fonctionnement du service des achats, nous avons décidé de nous intéresser aux tâches et procédés des trois pôles suivant :

- Le pôle « clients / utilisateurs » constitué de l'ensemble des services internes qui consomment les produits à charge du service des achats ;

¹³ Etant donné l'espace restreint de l'unique entrepôt du CHR Mons-Warquignies (= le magasin central situé sur le site de Warquignies), seul le matériel à consommation importante et régulière est stocké.

- Le pôle « stockage et distribution » composé du magasin central et des magasiniers ;
- le pôle « administratif » interface entre les différents services utilisateurs et le magasin central, composé d'une nouvelle responsable et d'une équipe administrative support.

Les liens entre ces trois pôles sont illustrés et expliqués brièvement ci-dessous :

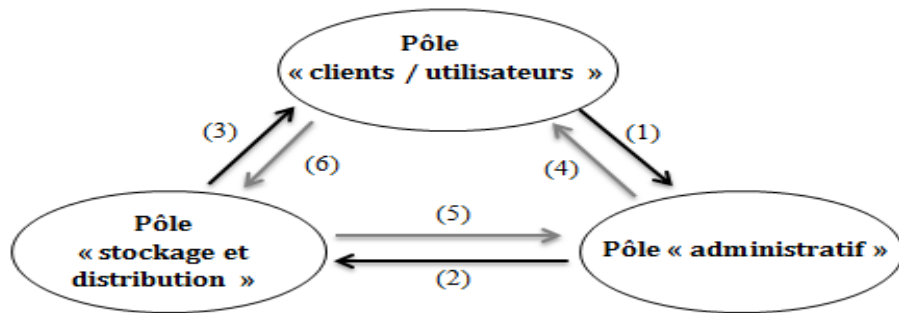


Figure 6 Liens entre les différents pôles du service des achats.

- (1) Chaque service remplit à la main sa feuille de demande de matériel et la dépose dans le bac à courrier du service des achats.
- (2) Le service des achats encode dans un logiciel de gestion d'entrepôt nommé Rimses la demande de matériel du service. Selon le jour de livraison du service, un bon de sortie est imprimé au magasin central.
- (3) Les magasiniers préparent et livrent la demande de matériel.
- (4) En cas de commande spéciale : détermination du besoin avec le service concerné.
- (5) Echange d'information grâce au logiciel. Possibilité de connaître le niveau de stock d'un produit à tout moment. Possibilité également de suivre une demande de matériel, d'en connaître l'état et le solde produit à livrer.
- (6) Retour produit(s) en cas d'erreur.

Outre ces activités réalisées en interne, le pôle « administratif » ainsi que le pôle « stockage et distribution » sont en lien direct avec les fournisseurs. Ces liens sont toutefois limités, le service des achats détenant, tout au long du processus de commande, un rôle passif (en tout cas pour les achats récurrents et les achats à faible importance stratégique).

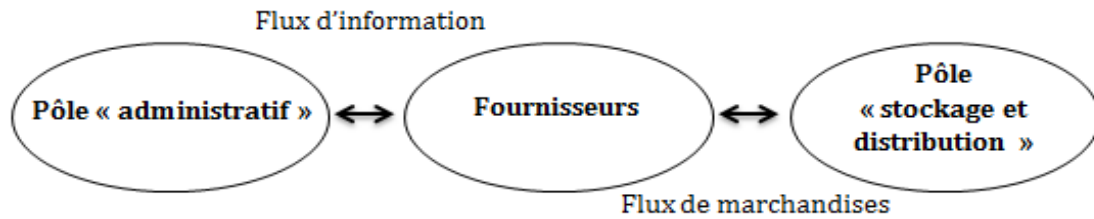


Figure 7 Liens du service des achats avec les fournisseurs.

Le pôle administratif s'occupe de tout ce qui a trait à l'établissement et l'envoi des commandes. Préalablement, des demandes de prix sont réalisées. De son côté, le pôle « stockage et distribution » reçoit et contrôle la marchandise.

Notons cependant que depuis peu, une nouvelle responsable supervise les actions des pôles « stockage et distribution » et « administratif » formant le service des achats. Chargée de la coordination de l'ensemble des achats, elle est l'unique acheteuse à proprement parler qui lance les appels d'offre, rencontre les fournisseurs, négocie et gère les contrats de maintenance.

3.4 L'analyse globale du fonctionnement du service

Jusqu'à son arrivée, le service des achats du CHR Mons-Warquignies remplissait tout juste son rôle de base, c'est-à-dire fournir le matériel demandé par les services, aux services, sans tenir compte de son potentiel stratégique. Les achats à plus haute importance et les investissements étaient réalisés par le directeur des services généraux alors que le service des achats s'occupait principalement du matériel du catalogue. La tâche principale du service étant de reconstituer le stock qui permet de fournir les services en matériel courant, chaque semaine, suivant leur rythme de consommation.

Ses membres étaient à la complète disposition des services internes utilisateurs que ce soit pour tenter de répondre au mieux à leurs besoins (en cas de demande spéciale), pour satisfaire les demandes urgentes de matériel (livraison dans la journée) ou pour « réparer » les erreurs qu'elles soient dues aux services utilisateurs, au pôle « stockage et distribution » ou au « pôle administratif ». Aucune des tâches concernant tant la phase d'achat que la phase d'approvisionnement, à potentiel plus élevé en termes de plus-value, n'était cependant réalisée. Des constatations plus détaillées sont présentées dans les paragraphes suivants. Celles-ci constituent la base du choix de la problématique et des recommandations qui suivront.

3.4.1 La phase d'achat

Les augmentations de prix annuelles étaient acceptées sans discussions ni négociations avec les fournisseurs, le suivi des commandes était inexistant, aucune information sur le respect par les fournisseurs des conditions fixées au départ n'était directement disponible, tout comme l'information quant au délai, à la qualité des produits livrés, aux évolutions de prix.

Ceci s'explique principalement par la non utilisation optimale du service des achats de Rimses, le logiciel de gestion d'entrepôt utilisé au quotidien. Rimses pourrait en effet être très utile pour fournir des informations sur les politiques achat et de gestion des stocks menées par le service (statistiques sur la consommation des différents services, sur le délai moyen des fournisseurs, sur le niveau moyen de stock des différents articles, le nombre de commandes, etc.). Cependant, ce côté « outil d'analyse » du logiciel n'est pas du tout exploité. Les principales raisons sont sans aucun doute le manque de temps du personnel ainsi que le nombre de manœuvres nécessaires pour extraire les données. À ceci peut s'ajouter également le côté non traitable des données extraites.

Rimses, quoi qu'à haut potentiel compte tenu du nombre de données qui y sont enregistrées, n'est pas « questionné » correctement et ne fournit pas la plus-value espérée. Le service des achats utilise très mal les ressources dont il est doté.

3.4.2 La phase d'approvisionnement

Avant l'arrivée de la nouvelle responsable, le magasin central se trouvait régulièrement dans l'incapacité de fournir à temps le matériel demandé, l'encodage des demandes de matériel par le service des achats était sujet à beaucoup d'erreurs et à une perte de temps conséquente. Pour ce qui a trait au niveau de stock, de nombreux écarts étaient constatés entre le niveau de stock réel et le niveau de stock indiqué par Rimses, menant à des corrections de stock fréquentes.

Quelques façons de procéder dans le service peuvent expliquer ces dysfonctionnements. Premièrement, une politique d'approvisionnement et de stockage est définie mais basée sur des paramètres établis suivant l'expérience de l'équipe support administrative, sans réelle méthode ni ajustements réguliers. Plus concrètement, Rimses propose de commander les produits pour lesquels le stock a atteint le point de commande et propose de les commander en quantité fixe déterminée au départ par le gestionnaire.

C'est une méthode de gestion des stocks par point de commande et quantité économique qui, étant donné la possibilité offerte par le logiciel de connaître à tout moment le niveau de stock de n'importe quel produit stocké dans l'entrepôt, peut être mise en œuvre. Cependant, le contrôle des propositions de commande est assez laborieux.

Les paramètres (point de commande et quantité économique de commande) ne font pas l'objet d'une gestion dynamique des stocks et sont pour la plupart mal définis. Une majorité des propositions de commande concernent des articles déjà en rupture de stock.

Deuxièmement, le procédé de transmission des demandes de matériel des services au magasin central est dépassé. Comme dit précédemment, les services internes utilisateurs remplissent manuellement une fiche de demande de matériel qui est ensuite encodée par le service des achats lui-même.

La saisie à deux reprises de la même information est source d'erreur et de perte de temps. La responsabilisation des services internes utilisateurs n'est pas complète.

Troisièmement, bien que les procédures d'entrées en stock (lors de la réception de la marchandise) et de sorties de stock (suivant la préparation des demandes de matériel) soient bien respectées, des corrections de stock sont plus qu'occasionnellement réalisées. Ceci est peut-être dû au fait que ce n'est pas le magasinier qui réalise le picking qui encode les sorties effectives des produits du stock : les sorties de stocks ne se faisant en fait qu'en fin de journée par l'employée affectée au magasin central, lors de l'encodage des bons de sortie dans Rimses. De plus, les différents conditionnements des produits complexifient la tâche des magasiniers et sèment le doute quant aux différentes unités de stockage. Enfin, les écarts peuvent aussi être dus aux retours et demandes urgentes fréquents entraînant des oublis d'encodage.

Les procédures d'encodage des entrées et sorties de stocks sont sujettes à des erreurs régulières, qu'elles soient dues aux différents conditionnements ou au procédé lui-même.

Finalement, même s'il ne s'agit pas du service des achats au sens strict, la procédure d'établissement des demandes de matériel par les services utilisateurs a un impact sur le service des achats. En effet, une bonne gestion de stock se base également sur une bonne évaluation des besoins. Prévoir les besoins des unités de soins est a priori une tâche difficile, puisque dépendant de l'activité des services, imprévisible. Cependant, la procédure, complètement dépendante de la personne présente, de son

expérience, du service rend encore plus complexe la tâche du service des achats. La façon de procéder varie énormément : si certains sont rigoureux et fonctionnent sur base de seuils et procèdent au comptage des produits avant de passer une commande, d'autres le font de façon approximative et aléatoire. Ceci mène parfois à des demandes aberrantes sans raison, complètement imprévisibles par le service des achats.

Une procédure unique et partagée par l'ensemble des services n'est pas mise en place, chacun fait comme bon lui semble. La tâche du service des achats s'en trouve plus compliquée car il ne sait pas prévoir, même approximativement, la demande de produits par les services.

En résumé, après avoir détaillé l'ensemble des dysfonctionnements associés aux procédés en vigueur jusqu'à présent, ceci ajouté à une communication déficiente du service des achats envers les différents services (surtout en cas de rupture de stock), nous pouvons conclure que des gaspillages pourraient être réduits. Par gaspillage nous entendons : la constitution de stocks inutiles, la saisie de la même information à plusieurs reprises, des mouvements inutiles de matériel entre les différentes parties prenantes du processus d'approvisionnement, le temps d'attente en cas d'indisponibilité du matériel, l'engagement moindre du personnel ne disposant pas du matériel requis au bon fonctionnement de son activité, etc.

Afin de pallier jour après jour aux divers dysfonctionnements et ainsi réduire les principaux gaspillages, des actions correctrices concrètes ont déjà été mises en œuvre par la nouvelle responsable. Celles-ci sont par exemple le lancement des procédures de rappel améliorant le suivi des commandes, la mise en place d'inventaires tournants réduisant les corrections de stock, l'encodage par les magasiniers eux-mêmes des sorties de stock, la création de fichiers fournisseurs complets, la mise à jour des données nécessaires à la production d'informations de qualité. De même la nouvelle responsable a décidé d'améliorer la communication avec les services internes ainsi que la communication au sein même du service entre le magasin central et la cellule plus administrative. Concernant le processus de transmission des commandes, un nouveau projet a été initié, l'utilisation de licences E-Rimses permettant aux services utilisateurs d'encoder eux-mêmes leurs demandes de matériel. Ce projet est actuellement en test au sein du CHR Mons Warquignies et pourrait réellement augmenter la satisfaction des clients internes du service des achats et améliorer la communication. De mon côté, j'ai identifié trois problématiques pouvant faire l'objet d'une analyse plus importante.

3.5 Le choix d'une problématique

Suite à la mise en lumière des différents dysfonctionnements du service des achats, trois projets pourraient faire l'objet d'une analyse détaillée et réellement permettre de professionnaliser le service.

1. L'évaluation des performances des fournisseurs et la création d'un panel fournisseur « optimal » : le service des achats est en relation avec un grand nombre de fournisseurs qui sont peu évalués et sur lesquels le service détient peu d'informations. Il pourrait cependant être utile de connaître les performances de chacun, leurs gammes de produits, des informations sur les livraisons, etc. Ces informations pourraient à terme aider à la prise de décision et être un appui de plus pour les négociations.
2. La mise en place d'une vraie politique d'approvisionnement et de stockage : le service des achats détient les outils qui pourraient lui permettre de gérer ses stocks de manière efficiente. L'objet serait de recalculer les paramètres de gestion de stock à l'aide de modèles scientifiques et de réaliser des recommandations quant aux contraintes (notamment la capacité de stockage) qui pèsent sur l'organisation du service.
3. La détermination d'une méthode unique et non aléatoire d'établissement de commande au sein des services internes (système Kanban) : le service des achats a beaucoup de difficultés pour prévoir la demande des services. Réglementer la distribution permettrait de diminuer les stocks « décentralisés » ainsi que réduire la variabilité des demandes. Cela permettrait également d'augmenter la visibilité des produits à travers les différents lieux de stockage et d'améliorer le contrôle des consommations.

Au cours de cette étude, j'ai décidé de traiter en détail de la problématique de gestion des stocks. Les raisons sont multiples. Premièrement, la performance du service des achats, dont une des facettes est le niveau de service, est assez mauvaise, menant les services internes à sur-stocker. Il semble donc essentiel de rétablir en tout premier lieu la confiance des services utilisateurs. En effet, ce n'est qu'à cette condition que les services accepteront de respecter la procédure unique visant à diminuer les stocks « décentralisés » et d'abandonner leur tendance au sur-stockage. Deuxièmement, le service des achats dispose des ressources pour améliorer sa gestion des stocks. Il utilise au quotidien un logiciel de

gestion d'entrepôt qui offre la possibilité de mettre en œuvre deux politiques de gestion des stocks populaires. Les résultats de l'étude pourraient dès lors être utilisés immédiatement. Troisièmement et finalement, les stocks sont une variable à part entière du besoin en fonds de roulement qui, lorsqu'il augmente, impacte négativement la trésorerie. Garder un œil attentif sur cette variable semble donc stratégique.

Section 4 : Conclusion

Au sein de ce chapitre, nous avons mis en évidence la nécessité pour n'importe quel établissement de soins aujourd'hui d'améliorer sa performance. Cette amélioration doit être réalisée au sein de l'ensemble des services, y compris des services supports qui ne participent pas directement à la production de soins mais jouent pourtant un rôle stratégique au sein de l'organisation.

La mise en place d'une réelle politique d'approvisionnement et de stockage est, selon nous, la première étape d'un long parcours vers une meilleure performance du service des achats et plus globalement de la fonction logistique au sein de l'établissement. En effet, avant de tenter de réduire les stocks « décentralisés » au sein des services internes utilisateurs, il est indispensable de rétablir leur confiance dans le magasin central, souvent incapable de satisfaire les demandes de matériel pour cause de ruptures de stock.

De plus, mieux gérer les stocks permet de satisfaire deux objectifs de première importance :

1. D'assurer, avec un taux de pourcentage plus élevé qu'actuellement, la disponibilité des produits et ainsi permettre d'améliorer la qualité des services et de réduire le temps perdu par le personnel à résoudre les soucis liés à l'approvisionnement des produits et du matériel demandé.
2. D'impacter positivement la trésorerie.

Ces deux préoccupations s'intègrent parfaitement dans la stratégie de l'établissement visant à résister aux pressions induites par l'environnement économique, social et politique actuel défavorable.

Chapitre 2 : La détermination des produits à importance stratégique

Le but de ce chapitre est de déterminer les produits les plus susceptibles d'améliorer la performance globale de la gestion des stocks dont est chargé le service des achats, à la condition qu'une attention particulière leur soit portée. Cette identification est cruciale étant donné l'impossibilité d'accorder la même attention à l'ensemble des produits. Elle constitue donc la première étape de l'étude, son résultat représentant les produits pour lesquels un nouveau calcul des paramètres de gestion des stocks sera effectué. Ces produits nécessitent une attention spécifique compte tenu de leurs caractéristiques sur certains critères, des critères établis en fonction des objectifs du service des achats du CHR Mons-Warquignies.

Section 1 : Méthodologie

Afin de segmenter les différents produits en plusieurs groupes d'importance variable, une recherche a été préalablement effectuée pour identifier les méthodes diverses utilisées ces dernières années. Deux méthodes ont ensuite été choisies et appliquées au cas du service des achats du CHR Mons-Warquignies. Finalement, une comparaison des deux méthodes a été réalisée, aboutissant à la détermination des produits à importance stratégique.

Section 2 : Revue de littérature

Le problème de la classification des produits auquel nous sommes confrontés est courant dans le domaine de la logistique et surtout dans celui de la gestion des stocks. D'ailleurs, beaucoup d'articles scientifiques ont déjà traité de cette problématique. Cette section a dès lors pour but premier de recenser l'ensemble des méthodes de classification et d'en présenter les principaux avantages et inconvénients.

2.1 La classification ABC classique, monocritère

Depuis l'émergence des premières réflexions sur la gestion des stocks la méthode ABC classique est la plus populaire et la plus utilisée. Son principal atout réside dans sa facilité de mise en œuvre puisqu'elle ne nécessite pas d'analyses approfondies préalables. Elle se base en fait sur le principe de Wilfredo PARETO, économiste italien qui a constaté que 20% de la population détenait 80% des richesses (NAHMIAS, 2010). Cette constatation, connue aujourd'hui comme le principe de PARETO ou la loi des 80-20, a été traduite, en 1941, par Joseph JURAN :

« Dans tout groupe de choses contribuant à un effet commun, la majeure partie de l'effet est attribuable à un nombre relativement faible de ces choses. »¹⁴.

Contrôler approximativement 20% des produits en stock pourrait donc améliorer la gestion des stocks de façon significative. L'identification de ces produits est tout l'enjeu de la méthode ABC qui, en représentant graphiquement les produits selon leur importance relative, permet de les classer en trois catégories : A (les produits jugés importants et nécessitant une attention particulière), B (les produits d'importance moyenne), C (les produits non importants). L'ultime objectif de la méthode est de définir des politiques d'approvisionnement et de stockage différentes, en fonction de la catégorie. D'une façon générale, les produits de la catégorie A feront l'objet d'un contrôle plus rigoureux et seront la cible d'inventaires plus fréquents que ceux de la catégorie C.

La prise en compte d'un critère unique de la méthode en limite cependant les applications. La méthode n'étant vraiment adaptée que lorsque l'ensemble des produits sont homogènes et ne diffèrent que par le prix ou la quantité consommée (CELEBI & Al, 2008 ; RAMANATHAN, 2006).

2.2 L'émergence de la classification multicritère

Dès les années quatre-vingt, beaucoup de chercheurs tels que FLORES & WHYBARK (1986 & 1987), COHEN & ERNST (1988), FLORES & Al. (1992), PARTOVI & ANANDARAJAN (2002), RAMANATHAN (2006), CHEN & Al. (2008) ont mis en évidence le risque que représentait la méthode ABC classique dans la gestion quotidienne des entreprises. En effet, en tenant compte d'un critère unique, d'un seul aspect du problème, la méthode ABC classique ne permet pas d'avoir une vue

¹⁴ Association de Médecine Physique et de Réadaptation d'Ile-de-France, « Quelques lois du management qui peuvent s'appliquer à l'hôpital... », (page consultée le 15 juin 2013)
<http://ampr-idf.pagesperso-orange.fr/hummanagement.htm>

globale de celui-ci. Ses résultats peuvent donc être non pertinents en raison des réels objectifs de l'organisation. Prenons l'exemple d'un produit hautement critique pouvant mettre en jeu la vie d'un patient s'il n'est pas disponible à temps mais cependant utilisé peu souvent : la méthode ABC basée sur un seul critère, la consommation en valeur, critère le plus souvent utilisé, ne permettra pas d'identifier ce produit comme d'importance cruciale. L'organisation s'expose donc au risque de ne pas être en mesure de fournir le produit.

Au sein des chercheurs, l'unanimité s'est dégagée quant à la nécessité de considérer d'autres critères, permettant de représenter les objectifs divergents auxquels doivent satisfaire les organisations et qui doivent entrer en compte dans les prises de décision. Les critères proposés par FLORES & WHYBARK (1986) sont le délai de réapprovisionnement, la criticité, l'obsolescence, la substituabilité, les possibilités de réparation et la fréquence de consommation.

2.3 Les méthodes multicritères

Cependant, si unanimité il y a concernant les effets bénéfiques pour une organisation de considérer davantage de critères, il n'en est pas de même à propos des méthodes à utiliser pour agréger l'ensemble de ces critères. Depuis une trentaine d'années, plusieurs techniques et outils d'aide à la décision multicritère ont été présentés, chacun possédant ses avantages et inconvénients. Une brève présentation de ceux-ci est réalisée dans les paragraphes suivants.

Les premiers à avoir proposé une solution aux limitations de la méthode ABC classique ont été FLORES & WHYBARK (1986 & 1987) qui recommandaient alors l'utilisation d'une matrice à double entrée, permettant de considérer deux critères. Les produits classés A, B ou C suivant chacun des critères au moyen de la classification ABC classique étaient ensuite répartis dans les neuf cases de la matrice illustrée ci-dessous.

		Second Critical Criterion		
		A	B	C
Dollar Usage	A	AA	AB	AC
	B	BA	BB	BC
	C	CA	CB	CC

Figure 8 Matrice à double entrée (CHEN & Al., 2008).

Si cette méthode reste simple quand deux critères sont définis, elle peut très vite devenir complexe au fur et à mesure de l'augmentation du nombre de critères. De plus, le regroupement des produits

semblables au sein des neufs cases signifie qu'idéalement neuf politiques différentes d'approvisionnement et de stockage devraient être établies. Bien que ce soit possible, ceci rend les tâches d'implémentation et de contrôle plus difficiles (FLORES & Al., 1992). Une façon de procéder consiste alors en regroupement des classes AB et BB avec la classe AA, AC et CA avec la classe BB et BC et CB avec la classe CC (CHEN & Al., 2008). Des questions se posent néanmoins quant à la pertinence de cette reclassification (FLORES & Al., 1992).

COHEN & ERNST (1988)¹⁵ ont ensuite proposé le recours au clustering pour répartir les produits en différents groupes (clusters). L'objectif est de créer plusieurs groupes homogènes, c'est-à-dire, composés de produits ayant des caractéristiques proches. La notion qui sous-tend l'affectation d'un produit à un groupe est la distance, mesure de similitude entre deux produits. Celle la plus souvent utilisée est la distance euclidienne calculée comme suit : $d(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$. Elle dépend du nombre de critères (n) ainsi que des coordonnées des produits ou des centroïdes, points centraux des clusters définitifs ou non, déjà formés. L'objectif est de regrouper les produits de sorte que la distance entre chaque produit d'un même cluster soit minimisée alors que celle régissant entre les centroïdes des différents clusters soit maximisée. Le résultat est le classement des produits en groupes homogènes, groupes qui se différencient un maximum entre eux (distance entre centroïdes élevée)¹⁶.

Avantage majeur de la méthode : il n'y a pas de limite quant au nombre de critères potentiels à considérer. Cependant, l'ajout de critères ou de produits devient susceptible de modifier fortement la classification des produits. Toute modification du portefeuille produit obligeant un nouveau calcul des clusters reste un inconvénient conséquent étant donné le caractère dynamique du portefeuille produit du service des achats. En effet, régulièrement, des produits sont délaissés au profit de nouveaux, aux caractéristiques différentes. De plus, cette méthode, relativement sophistiquée n'est pas applicable au sein de n'importe quel environnement (PARTOVI & ANANDARAJAN, 2002). Bien que réalisable à la main, la méthode, pour un portefeuille produit constitué de plus de deux cents références requiert un logiciel tel que SAS, Tanagra, etc. Ce type de logiciel n'est pas disponible au sein de l'organisation d'accueil. Notons également que le nombre de clusters est une variable importante à déterminer. En effet, plus leur nombre sera élevé, jusqu'à une certaine limite, plus les produits d'un même groupe

¹⁵ Cité dans REZAEI J., DOWLATSHAHI S. (2010), « A rule-based multi-criteria approach to inventory classification », *International Journal of Production Research*, 1, pp. 1-27.

¹⁶ Cours de Data Mining, UCL-MONS, Année Académique 2011-2012.

seront semblables et plus les différentes politiques seront adaptées aux différents produits. Cependant, le nombre de groupes, indiquant le nombre de politiques différentes de stockage et d'approvisionnement à mener, est limité. Il y a donc un compromis à réaliser entre le nombre de groupes et la « *perte d'identité individuelle* » grandissante au fur et à mesure que les produits sont dans des clusters moins homogènes (ROSSETTI & ACHLERKAR, 2009).

D'autres chercheurs tels que KESKIN & OZKAN (2012) ont également proposé, plus récemment, la méthode du clustering pour répondre à cet objectif de classification des produits. Cependant, la solution qu'ils prônent n'est plus tant d'attribuer chaque produit à un groupe unique mais de connaître le degré d'appartenance de chaque objet, ici produit, à chaque cluster. La procédure utilisée s'intitule « Fuzzy C-Means Clustering ».

Dans le domaine de l'intelligence artificielle, PARTOVI & ANANDARAJAN (2002) ont eux, utilisé les réseaux de neurones pour classer les différents produits. Brièvement, la méthode consiste à entraîner le réseau en le nourrissant de manière répétitive par les exemples de la base d'apprentissage. Les outputs prédits et réels font ensuite l'objet d'une comparaison et l'ajustement des poids, associés à chaque liaison entre neurones, est effectué afin de minimiser l'erreur. C'est la technique de la « *backpropagation* »¹⁷. Si cette technique a été jusque maintenant beaucoup plus utilisée dans le domaine de la finance, PARTOVI & ANANDARAJAN (2002) affirment qu'elle peut améliorer significativement les résultats obtenus pour la classification des produits.

Ces dernières années d'autres méthodes, plus simples à utiliser et nécessitant moins de moyens techniques, ont aussi été développées. Beaucoup d'entre elles sont basées sur la méthode de pondération des critères de SAATY (1980), connue sous le nom d'« *Analytic Hierarchy Process (AHP)* » (FLORES & Al., 1992).

Concrètement, cette dernière décompose de façon hiérarchique les problèmes de décision avant de comparer paire par paire les critères représentant les différents points de vue à considérer. La comparaison se fait grâce à l'échelle sémantique développée par SAATY qui permet de déterminer aisément les degrés d'importance, d'un critère par rapport à un autre¹⁸. FLORES & Al. (1992) l'ont utilisé pour déterminer le poids des différents critères utilisés dans leur analyse. Ils ont agrégé ensuite l'ensemble des évaluations des produits pour chacun des critères au moyen d'une somme pondérée,

¹⁷ Cours de Data Mining, UCL-MONS, Année Académique 2011-2012

¹⁸ Cours de Recherche Opérationnelle, UCL-MONS, Année Académique 2010-2011.

après normalisation de l'ensemble des évaluations. La normalisation est une étape nécessaire pour affranchir les données des différentes unités de mesure. L'avantage certain de la méthode est la possibilité de considérer des critères qualitatifs au même titre que les critères quantitatifs.

Cependant, ses résultats sont fortement dépendants du nombre de critères, un nombre trop élevé affectant négativement l'indice de cohérence. Une analyse préalable est aussi recommandée pour obtenir des résultats corrects et moins soumis à la subjectivité d'un décideur unique. De plus, la procédure de normalisation choisie est susceptible d'influencer les résultats lorsque ceux-ci sont agrégés en une valeur unique via la technique de la somme pondérée¹⁹.

Dans le même ordre d'idées concernant l'agrégation des évaluations de chaque produit suivant les différents critères en un score unique, RAMANATHAN (2006) a défini un modèle d'optimisation linéaire pondéré dont le but est de maximiser le score de chaque produit sous contrainte que celui-ci est inférieur ou égal à un. Les produits sont ensuite classés en fonction de ce score final.

Cette façon d'agréger les critères entraîne une compensation entre critères qui peut ne pas être souhaitable. En effet, selon Lucien Yves MAYSTRE & Al. (1993) : « *si les critères considérés sont de caractère très général et censés représenter l'univers mental des acteurs, la compensation conduit à une trahison des points de vue* ». Ainsi un produit ayant une valeur élevée sur un critère est fortement susceptible d'être classé A, peut-être à tort si cette valeur permet de compenser les faibles valeurs des autres critères. Un seul point de vue est alors pris en compte, ce qui peut devenir fâcheux dans certaines situations. La méthode de la somme pondérée est également sensible au choix d'échelle pour l'évaluation de critères qualitatifs. Certains aspects de la gestion des stocks comme la criticité n'étant pas toujours observables et mesurables, la méthode de la somme pondérée ne semble donc pas adéquate ou en tout cas fournit des résultats qui doivent être étudiés avec précaution.

Plusieurs travaux ont découlé du modèle de RAMANATHAN (2006). Des chercheurs tels que ZHOU & FAN (2007) ont tenté de l'améliorer en testant deux scénarii, deux jeux de poids, l'un favorable et l'autre défavorable. NG (2007) qui a proposé un modèle plus simple à résoudre et ne nécessitant pas de programme complexe, et ensuite HADI-VENCHEH (2010) se sont également inspirés du premier modèle. Cependant, les transformations de simplification de modèle mènent à des scores finaux indépendants des différents coefficients de pondération, réintégrés dans le calcul du score définitif par Hadi-VENCHEH en 2010.

¹⁹ Cours de Recherche Opérationnelle, UCL-MONS, Année Académique 2010-2011.

A côté des méthodes d'agrégation complète (moyenne pondérée, AHP, UTA, etc.), existent d'autres méthodes dites d'agrégation partielle. Parmi celles-ci, citons les suivantes : Electre, Promethee, Macbeth, etc.

Ces méthodes, basées sur la relation de surclassement, acceptent la notion d'incomparabilité²⁰ et ces dernières années, ont fait moins l'objet d'application dans la gestion des stocks. Pourtant, elles disposent de plusieurs avantages. Elles ne nécessitent pas d'étape de normalisation préalable, les produits étant comparés deux par deux suivant chaque critère pris séparément. Ceci implique également qu'aucune compensation entre critères n'est possible et que le respect de chaque point de vue, de chaque objectif demeure intact. Ajoutons-y leur simplicité d'utilisation ainsi que la possibilité d'exécution à l'aide d'un tableur. Finalement, l'ajout ou le retrait d'un produit n'influence pas forcément le classement ou le tri des autres produits (FONTANA & CAVALCANTE, 2011).

Section 3 : L'analyse et les résultats

3.1 La détermination du champ de l'étude

Le service des achats se charge de l'ensemble du matériel utilisé au sein de l'établissement (hormis les médicaments et les dispositifs médicaux stériles). Ceci représente près de mille références à gérer quotidiennement. Ce nombre étant beaucoup trop important, nous avons décidé, avant toute analyse, de restreindre le champ de l'étude à un type unique de matériel : le matériel de soin. Le choix s'est porté sur ce matériel en raison de son impact plus important, sur la qualité des soins et l'activité du personnel soignant en cas de rupture de stock. Les autres types de matériel tels que le matériel bureautique, hôtelier et celui d'entretien ont donc été écartés.

Cette restriction faite, ce type de matériel représente encore 244 références. Le service des achats n'étant pas en mesure ni de contrôler au cas par cas 244 produits différents, ni d'en déterminer leur importance relative, établir un ordre de priorité semble adéquat. C'est l'objet de l'analyse ci-dessous.

²⁰ Cours de Recherche Opérationnelle, UCL-MONS, Année Académique 2010-2011.

3.2 La méthode ABC classique

Afin d'apprécier la valeur ajoutée de l'utilisation d'une méthode multicritère pour résoudre le problème qui nous occupe dans cette section, nous allons présenter brièvement les différentes étapes et les résultats obtenus au moyen de la méthode ABC de base.

3.2.1 Le choix du critère

Comme déjà mentionné précédemment, la méthode ABC classique se base sur un critère unique, le plus souvent, la consommation annuelle en valeur calculée comme le produit du prix par la quantité consommée sur une année. Les produits mis en lumière par la méthode et auxquels il faudrait s'intéresser avec une plus grande attention sont donc des produits :

1. Dont la consommation en quantité est importante, qui « tournent » le plus et sont certainement utilisés dans un grand nombre de services. Des produits qui risquent le plus de perturber l'activité des services utilisateurs et dont la probabilité de constater une multitude de stocks « décentralisés » inutiles et coûteux est élevée.
2. Dont le prix est onéreux. Ce qui importe également dans la gestion des stocks c'est le capital immobilisé qu'ils impliquent, l'impact sur le besoin en fonds de roulement et le coût d'opportunité du capital qui pourrait être investi dans un projet à rendement plus ou moins élevé.

Il semble intéressant d'utiliser ce critère compte tenu des préoccupations des organisations. En effet, prodiguer des services de qualité ainsi que maintenir une trésorerie en bonne santé sont deux éléments majeurs qui permettent à une organisation de survivre. Bien que nous aurions pu utiliser la valeur en stock, la fréquence des commandes, etc., l'analyse a donc été réalisée avec ce critère.

3.2.2 Les différentes étapes de la méthode

Afin d'obtenir les résultats de la classification ABC classique, il est courant de procéder de la façon explicitée dans les lignes qui suivent.

Etape n°1 : La récolte de données

Tout d'abord, il s'agit de récolter les données nécessaires à la classification (ici, la consommation annuelle en valeur de chaque produit en stock).

➔ La consommation annuelle en valeur par produit est une donnée qu'il est possible d'extraire directement au moyen du logiciel de gestion d'entrepôt Rimses. Elle est calculée comme le produit du prix d'achat moyen par la consommation annuelle en quantité, aucun calcul supplémentaire n'étant à effectuer. Cependant, l'étape doit se réaliser autant de fois que le nombre de produits faisant partie de l'analyse, soit 244 fois. Aucun fichier ne regroupe ces statistiques. L'extraction est donc coûteuse en temps.

Etape n°2 : Le traitement des données

Ensuite, un classement des produits par ordre décroissant de la consommation annuelle en valeur est effectué et la distribution cumulée est déduite en additionnant la consommation annuelle en valeur de chaque produit avec celle des produits qui le précèdent. Cette distribution cumulée est enfin convertie en pourcentage. Une représentation graphique, nommée « Diagramme de PARETO » avec le pourcentage cumulé des articles en stock en abscisse et le pourcentage cumulé de la consommation annuelle en valeur en ordonnée est finalement réalisée.

➔ Le tableau reprenant l'ensemble des données traitées, classées et les résultats c'est-à-dire les données nécessaires à la construction du diagramme de PARETO ainsi que la classe affectée à chaque produit est repris en Annexe n°1.

3.2.3 Les résultats

Afin de tester la pertinence du critère retenu, nous calculons l'indice de GINI²¹ fréquemment utilisé en économie pour mesurer essentiellement les inégalités au sein de la population. Compris entre zéro et un, il représente l'aire délimitée entre la courbe et la partie supérieure de la diagonale. Dans le cas précis qui nous occupe, plus sa valeur est proche de un, plus l'aire est grande et plus le critère est utile et donnera de bons résultats pour classer les produits. Le coefficient de GINI se calcule comme suit :

²¹ Baudot J-Y., « *La concentration : l'indice de Gini et la courbe de Lorenz.* », (page consultée le 21 juin 2013)
<http://www.jybaudot.fr/Stats/indicegini.html>

Σ Distribution cumulée de la consommation (en %)* % d'un produit – 5000
5000

Dans notre analyse, il vaut 0,6897. Si nous nous basons sur un seuil de 0,60²², cette valeur de l'indice est suffisamment élevée pour considérer le critère comme pertinent.

La consommation annuelle en valeur permet de séparer l'ensemble des produits comme souhaité. En théorie, il était attendu que 20%, 30% et 50% des produits représentent respectivement 80%, 15% et 5% de la consommation annuelle totale en valeur. Ceci correspond approximativement aux résultats obtenus présentés dans le tableau ci-dessous.

Classe	% références	% théorique consommation annuelle en valeur	% constaté consommation annuelle en valeur
A	20%	80%	70,765%
B	30%	15%	22,678%
C	50%	5%	6,557%

Tableau 1 Répartition de la consommation annuelle en valeur (en%) par rapport au % de référence.

Peu de produits, 20%, représentent donc la grande majorité de la consommation annuelle en valeur, 70,765%. A l'inverse, nous remarquons également que 50% des produits étudiés en représentent 6,557 % tel que le diagramme de PARETO le présente ci-dessous.

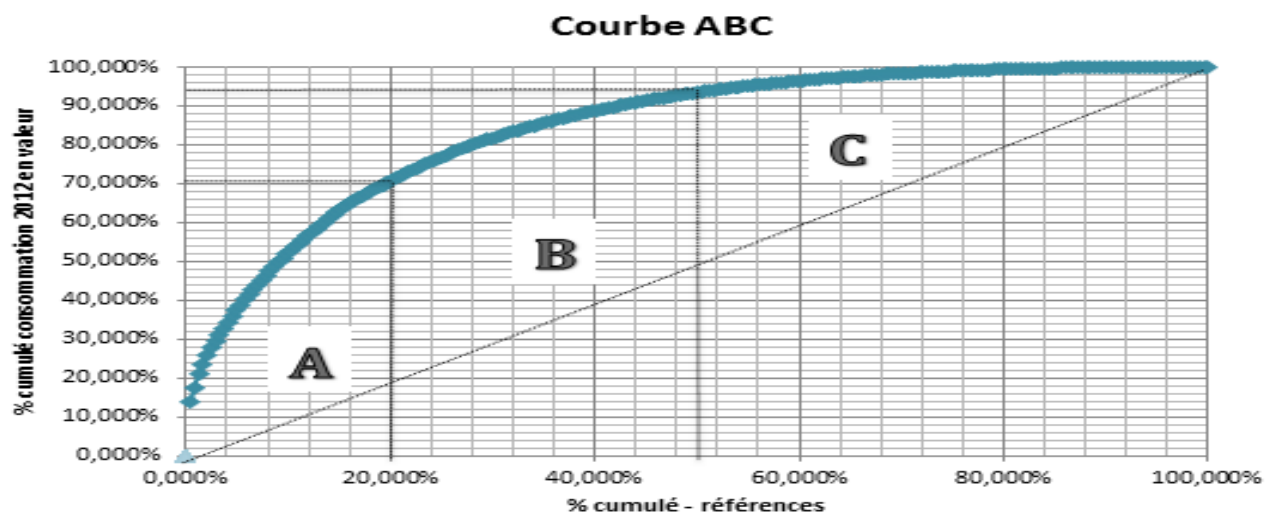


Figure 9 Diagramme de Pareto.

²² Baudot J-Y., « La répartition des articles stockés », (page consultée le 21 juin 2013)
<http://www.jybaudot.fr/Gestion/abc.html>

3.2.4 Le recul critique

Comme dit précédemment, cette méthode appliquée telle quelle ne permet de considérer qu'un point de vue unique. Les produits mis en évidence et nécessitant un contrôle plus rigoureux sont donc ceux qui sont régulièrement utilisés et/ou dont le prix est élevé. Cependant, les produits indispensables, critiques ou dont le délai de réapprovisionnement est long ne font pas l'objet d'un contrôle spécifique. Ceci peut être risqué si un produit crucial n'est pas disponible en temps et en heure. S'en tenir à un seul critère, dans un contexte et environnement aussi particuliers que ceux dans lesquels se trouvent les établissements de soins n'est pas une bonne idée. La détermination des produits « importants » gérés par le service des « achats » nécessite d'utiliser une méthode multicritère.

3.3 La méthode ELECTRE TRI

Parce que permettant de considérer plusieurs points de vue, la méthode d'aide à la décision que nous avons choisie dans le but de classer plus correctement les produits est Electre²³ Tri qui fait partie des méthodes de surclassement élaborées par Bernard ROY de 1968 à 1991 (MAYSTRE & Al., 1994). Le choix d'Electre Tri fait référence aux diverses problématiques mises en évidence dans le livre « Méthodologie multicritère d'aide à la décision » de Bernard ROY édité en 1985. Un tableau ci-dessous présente les différentes problématiques qu'on peut classer en trois catégories suivant leur but final différent : le choix, le rangement, le tri.

Problématique	Objectif	Résultat	Méthode(s)
α	Choix d'un sous-ensemble contenant les actions « les meilleures » ou, à défaut, « satisfaisantes ».	Choix	ELECTRE I/IS
β	Tri par affectation des actions à des catégories prédéfinies.	Tri	ELECTRE TRI
γ	Rangement de classes d'équivalence, composées d'actions, ces classes étant ordonnées de façon complète ou partielle.	Rangement	ELECTRE II/III/IV

Tableau 2 Problématiques de référence (ROY, 1985, p.74).

²³ Elimination et Choix Traduisant la REalité.

L'objectif de cette analyse étant de former différents groupes de produits semblables qui, en raison de certaines de leurs caractéristiques, nécessitent ou pas une attention particulière et doivent ou pas faire l'objet d'une gestion des stocks plus rigoureuse (identique pour l'ensemble des produits d'un même groupe), il ne semblait pas nécessaire d'en établir un classement complet. Par contre, la méthode Electre Tri, dont le résultat est l'affectation des produits à une catégorie prédéfinie, s'adapte aux objectifs de l'analyse. Ayant décidé de garder l'idée de base de la classification ABC, le but est alors d'affecter chaque produit à une des trois catégories prédéfinies et ordonnées (C1 = C, C2 = B et C3 = A). Les produits de la classe A (=C3) feront l'objet d'une politique de gestion des stocks suivie.

3.3.1 Le choix des critères

Quatre points de vue ont été retenus pour réaliser la classification des produits : la consommation annuelle en valeur (critère n°1), le prix (critère n°2), le délai de livraison moyen (critère n°3) et la criticité (critère n°4). Ces quatre critères ont été utilisés dans un grand nombre d'articles scientifiques (FLORES & Al, 1992; RAMANATHAN, 2006 ; NG, 2007 ; ZHOU & Al, 2007 ; CHEN & Al, 2008 ; REZAEI & Al, 2009 ; etc.), les chercheurs mentionnés voulant confronter les résultats de leur méthode en utilisant un exemple concret commun. L'exemple provient de l'article de REID (1987) : « The ABC method in hospital inventory management : a practical approach ». Cet article traitant de la gestion des stocks en milieu hospitalier, nous avons décidé de considérer les mêmes critères pour notre analyse. Les raisons pour lesquelles il semble pertinent d'utiliser ces quatre critères dans le cas concret qui nous intéresse sont expliquées dans les lignes qui suivent.

3.3.1.1 *La consommation annuelle en valeur et le prix*

Tout d'abord, comme déjà expliqué auparavant, considérer la consommation annuelle en valeur est utile pour mettre en évidence les produits utilisés fréquemment et/ou dont la valeur est élevée comparativement aux autres produits. De plus, détenir en supplément des informations quant au prix permet de pouvoir distinguer l'impact du prix ainsi que la quantité consommée dans le critère précédent et de pousser vers la catégorie supérieure (C3 = A) les produits les plus chers.

Dans le cadre d'une bonne gestion des stocks, ces deux aspects sont importants compte tenu du capital immobilisé engendré par les stocks ainsi que de l'impératif de qualité et de la volonté dans ce cas précis

de restaurer la confiance des utilisateurs internes (l'amélioration de la disponibilité des produits utilisés fréquemment étant plus visible).

En ce qui concerne la récolte des informations, les évaluations des différents produits sur ces deux premiers critères ont été obtenues directement au moyen du logiciel Rimses utilisé au sein du service des achats.

3.3.1.2 Le délai de livraison moyen

Ensuite, la disponibilité des produits dépendant des fournisseurs, considérer des critères propres à ceux-ci et à leur performance semble également pertinent. Parmi ceux-ci, le délai de livraison est un critère sur lequel nous avons décidé de nous attarder. En effet, mieux vaut gérer correctement le stock de produits dont le délai fournisseur est long.

Les données n'étant pas directement disponibles, elles ont été obtenues en comparant les dates d'envoi des bons de commande (dans Rimses, cela correspond à la date où le bon a été imprimé pour être faxé) et les dates de réception (dans Rimses, cela correspond à la date d'entrée en stock des produits de la commande). Etant donné le délai de traitement interne très court entre l'impression et le fax et entre la réception effective et l'encodage de l'entrée en stock des produits, ces deux données permettent d'estimer efficacement le délai de livraison des fournisseurs. Les divers calculs effectués, nous n'avons pas obtenu une valeur unique par fournisseur mais une distribution de probabilité de ces délais, ceci menant au constat que les fournisseurs ne livrent pas à délai fixe. La valeur utilisée pour résumer chacune de ces distributions est la moyenne des délais observés. Cette valeur a été retenue malgré l'influence des valeurs exceptionnelles sur cet indicateur de tendance centrale. Pour certains fournisseurs le délai peut donc être quelque peu surestimé. Néanmoins, l'objectif de ce critère étant de pousser vers la meilleure catégorie (A = C3) les produits dont la disponibilité n'est pas optimale, cette surestimation n'a pas d'impact important et est plutôt révélatrice de sens. Mieux vaut prendre ses précautions concernant les produits délivrés par des fournisseurs inconstants et dont la variabilité du délai est importante.

3.3.1.3 La criticité

Enfin, pour rendre compte de l'impact d'une rupture de stock sur l'activité des services utilisateurs, un

indice de criticité, déterminé comme pouvant varier sur une échelle de 1 à 4 a été ajouté à l'analyse. Une valeur de 1 correspondant à un impact nul sur l'activité, 4 à une activité fortement perturbée en cas de rupture. Cet indice a été octroyé par la responsable du département infirmier, celle-ci ayant une vue globale et une connaissance accrue du portefeuille produits. Les résultats sont donc fortement dépendants de la subjectivité de ce décideur unique.

Cependant, compte tenu des caractéristiques de la méthode Electre utilisée, l'impact sur le tri de la subjectivité liée à l'évaluation de l'indice de criticité sera atténué. En effet, la méthode Electre Tri introduit la notion de flou et permet une réponse plus nuancée quant au surclassement d'une action sur une autre. Avec l'introduction des seuils d'indifférence et de préférence, une différence de valeur ne sera pas toujours prise en compte, menant parfois à une relation d'indifférence ou de préférence faible.

En résumé, parce que des valeurs élevées des différents produits pour chacun de ces quatre critères signifient qu'ils sont importants et qu'il vaut mieux les gérer avec attention, c'est la meilleure catégorie nommée C3 ou A qui fera l'objet d'une gestion des stocks rigoureuse. Le profil des produits de cette catégorie est le suivant : ils auront un impact plus important en cas de sur-stockage (prix important) et/ou de rupture de stock (indice de criticité élevé). Ces produits sont régulièrement utilisés mais leur disponibilité n'est guère optimale en raison d'un délai de livraison relativement long (ou fortement variable).

3.3.2 Les différentes étapes de la méthode (MAYSTRE & AL., 1994)

Après avoir déterminé l'objectif de l'analyse ainsi que les points de vue et évaluations de chaque produit conformément à chacun de ces critères, détaillons en quoi consiste la méthode Electre Tri et sur quoi elle se base. Le procédé, décomposé en plusieurs étapes, est présenté dans les paragraphes suivants.

Etape n°1 : La détermination des paramètres et l'établissement du modèle de préférence

La méthode Electre Tri permet d'affecter chaque action (produit) à une des catégories prédéfinies, chacune étant bornée par deux actions de référence qui constituent les limites inférieure et supérieure de ces catégories. La comparaison de chaque action avec celles-ci offre la possibilité d'établir des relations de surclassement qui servent alors de base aux deux procédures d'affectation distinctes :

l'optimiste et la pessimiste. Le schéma suivant représente les différentes catégories ainsi que les profils des actions de référence. Leur nombre est laissé à l'appréciation du décideur.

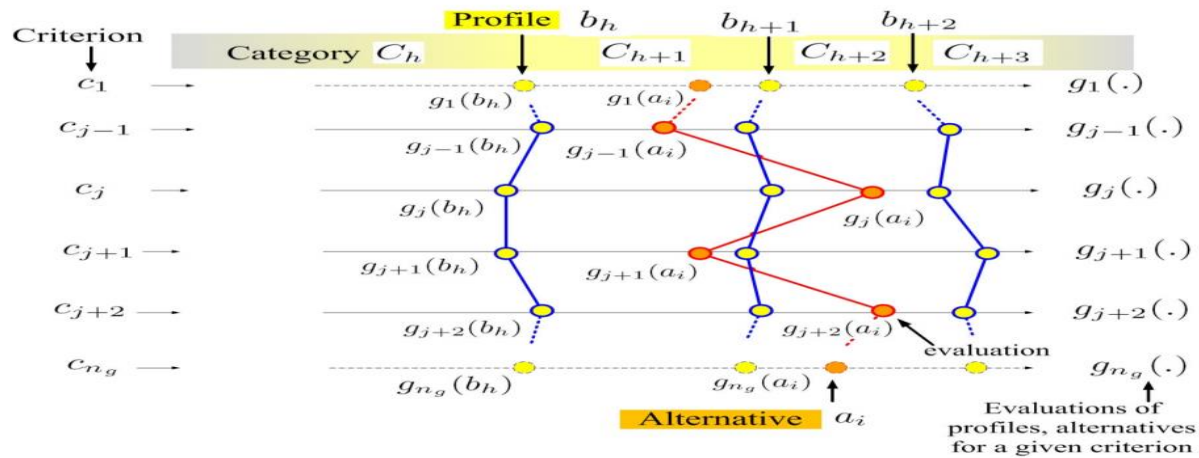


Figure 10 Comparaison d'une action par rapport aux profils de référence, critère par critère, selon la méthode Electre Tri (DEZERT & TACNET, 2012).

Une des spécificités de la méthode Electre Tri introduit la notion de flou, déjà présente dans Electre III et permet de nuancer les relations de préférence et d'indifférence entre une action et une action de référence. Si dans les autres méthodes élaborées précédemment, comme Electre I et II, nous passons de façon abrupte d'une situation d'indifférence à une situation de préférence forte, ce n'est pas le cas avec Electre Tri. La comparaison entre chaque paire produit / action de référence s'opère critère par critère, chacun étant en fait un « pseudo-critère ». La comparaison de deux évaluations d'un même critère aboutit à un continuum de préférence, passant de l'indifférence à la préférence faible et enfin à la préférence forte. De cette façon, une différence minimale non porteuse de sens entre deux évaluations peut être prise en compte. Ceci est possible grâce à l'introduction de différents seuils : des seuils de préférence qui délimitent à partir de quelle différence entre deux évaluations il faut considérer qu'une action est fortement préférée à une autre et des seuils d'indifférence qui eux délimitent la différence maximale ne contredisant pas l'hypothèse d'indifférence.

Afin d'établir si un produit fait partie de l'une ou l'autre des catégories, un grand nombre de paramètres doivent donc être déterminés au préalable. Il faut tout d'abord déterminer les profils des actions de référence auxquels sera comparé l'ensemble des produits. Viennent ensuite, l'importance relative des critères, les seuils d'indifférence, de préférence et de veto. L'ensemble de ces paramètres forment le modèle de préférence et sont pour la plupart définis « arbitrairement ». Finalement, un paramètre, le

seuil de coupe, auquel est comparé l'indice de crédibilité qui atteste comme son nom l'indique de la crédibilité accordée à l'hypothèse de surclassement (a S b), est fixé.

Les actions de référence :

Lorsqu'on utilise la méthode Electre Tri pour classer les différents produits dans les catégories prédéfinies, les bornes qui délimitent chacune d'entre elles jouent un rôle essentiel. Suivant l'exigence définie, le niveau requis par critère étant égal à la valeur des bornes, plus ou moins de produits surclasseront les différentes bornes et seront rangés dans la catégorie supérieure ou inférieure.

Dès lors, les actions de références, auxquelles sera comparé chaque produit, ont été déterminées en fonction du pourcentage de produits souhaité dans chacune des catégories. Voulant "respecter" les principes de la méthode ABC, le pourcentage souhaité de produits de la catégorie C3 (=A) est approximativement de 20%. Les valeurs de la borne n°2 ont donc été fixées comme étant égales au huitième décile de la distribution de chaque critère. De la même façon, suivant les résultats confirmés des analyses ABC présents dans la littérature, il est souvent démontré que plus de la moitié des produits a une importance relative faible. Les valeurs de la borne n°1 ont été fixées comme étant égales à la médiane de la distribution de chaque critère. Ceci étant, le pourcentage de produits classés dans la catégorie C1 (=C) sera approximativement de 50%.

	C1	C2	C3	C4
B2	2977	15,86	7,25	3
B1	829	4,65	5,82	2

Tableau 3 Profil des deux actions de référence.

Les coefficients de pondération :

La mission d'un gestionnaire de stock consiste à assurer un taux de service déterminé, au meilleur coût, à savoir le plus faible. Assurer tant la disponibilité des produits critiques que veiller à ne pas accumuler un stock trop important et coûteux fait partie de leurs objectifs principaux. Privilégier un critère plutôt qu'un autre n'a pas de sens a priori et nous considérons donc chacun d'eux comme d'importance égale.

	C1	C2	C3	C4
Poids	0,25	0,25	0,25	0,25

Tableau 4 Coefficients de pondération.

Les seuils d'indifférence et de préférence :

Il est évident qu'une différence minime sur la consommation en valeur, le prix ou le délai n'est pas porteuse de sens. Il est également évident que les évaluations de chaque produit sur chaque critère sont sujettes à des imprécisions et incertitudes. Dès lors, la définition de seuils d'indifférence et de préférence non nuls devient une étape obligatoire. Pour cette étape, nous avons fixé arbitrairement les seuils d'indifférence (q) et de préférence (p) comme étant égaux respectivement à 1% et 5% de l'étendue des évaluations pour chaque critère (excepté le critère n°4 caractérisant la criticité). Pour ce dernier, nous avons décidé qu'une différence de 1 ne devait ni résulter d'une préférence stricte d'un produit sur l'autre, ni de l'indifférence. Pour ceci, nous avons défini $q = 0,5$ et $p = 1,5$.

	C1	C2	C3	C4
Q	762	3	0,29	0,5
P	3811	17	1,45	1,5

Tableau 5 Seuils d'indifférence (q) et de préférence (p).

Les seuils de veto :

Compte tenu de l'importance attribuée à chaque critère, dans ce cas ils sont d'importance égale, il n'est pas pertinent d'attribuer à un critère le *"pouvoir de s'opposer à un surclassement unanime de la part des autres critères"* (ROY & BOUYSSOU, 1993). Nous avons donc décidé d'attribuer une valeur suffisamment élevée, la performance maximale par critère, aux différents seuils. De cette manière, aucun critère n'a de pouvoir de veto. Un exemple peut expliquer notre décision : quelque soit son prix, son délai et son utilisation, si un produit est jugé critique, c'est-à-dire qu'une rupture du produit perturbe fortement l'activité d'un service, le stock de celui-ci doit être surveillé avec attention.

	C1	C2	C3	C4
V	76221	334	31	4

Tableau 6 Seuils de veto.

Le seuil de coupe :

Il s'agit de « la valeur minimale du degré de crédibilité qui est compatible avec l'hypothèse de surclassement ($a \succ b$) » (ROY & BOUYSSOU, 1993). Sa valeur est définie entre zéro et un mais cela

n'a pas de sens qu'il soit inférieur à 0,5. Lorsque la valeur du seuil de coupe diminue, la majorité requise de critères qui atteignent la performance fixée par le profil de référence (vecteur de performance de l'action de référence) diminue, de sorte que l'action sera plus facilement affectée dans les catégories supérieures lors de la procédure d'affectation pessimiste. Au contraire, une diminution de seuil de coupe lors de la procédure d'affectation optimiste, affectera plus probablement l'action dans une catégorie inférieure (ROY & BOUYSSOU, 1993). Dans le cadre de cette analyse, nous avons choisi de fixer dans un premier temps la valeur du seuil de coupe à 0,76, valeur suggérée par le créateur de la méthode.

Etape n°2 : Le calcul des indices de concordance et de discordance pour chaque paire d'actions et chaque critère - Le calcul de l'indice de concordance global.

La comparaison par critère j entre chaque paire produit/action de référence est réalisée en calculant la différence entre les deux évaluations. A propos des indices de concordance et selon que la différence est supérieure à $-Q$, entre $-P$ et $-Q$ ou inférieure à $-P$, nous serons dans une situation d'indifférence, de préférence faible ou de préférence forte. Concernant les indices de discordance par contre, une différence négative, dont la valeur absolue est supérieure à V , indiquera une discordance complète menant à un indice égal à un. Si celle-ci est par contre supérieure à $-P$, l'indice sera égal à zéro. Les valeurs tant des indices de concordance lorsque la différence se situe dans l'intervalle $[-P, -Q]$ et des indices de discordance lorsque la différence se situe entre $-V$ et $-P$, s'obtiennent par interpolation linéaire.

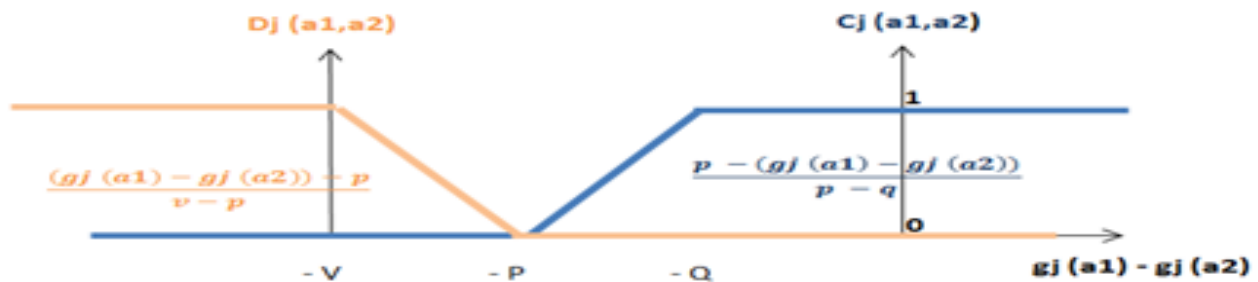


Figure 11 Comparaison a_1 à a_2 sur critère j (concordance et discordance).

Sur base des indices de concordance par critère, on obtient des indices de concordance globaux par paire produit / action de référence au moyen de la somme pondérée suivante :

$$C(a_h, b_h) = \frac{\sum_{j \in F} k_j c_j(a, b_h)}{\sum_{j \in F} k_j}$$

Etape n°3 : Le calcul des degrés de crédibilité.

Celui-ci est égal à la valeur de l'indice de concordance global diminué, si l'indice de discordance sur un ou plusieurs critère(s) est supérieur à l'indice de concordance global, selon le rapport entouré dans la formule suivante.

$$\sigma(a, b_h) = C(a, b_h) \prod_{j \in \bar{F}} \left(\frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - C(a, b_h)} \right)$$

$$\text{Avec } \bar{F} = \{j \in F : d_j(a, b_h) > C(a, b_h)\}$$

Etape n°4 : L'établissement des relations de surclassement.

Elles sont déterminées en comparant les degrés de crédibilité et le seuil de coupe suivant le schéma suivant.

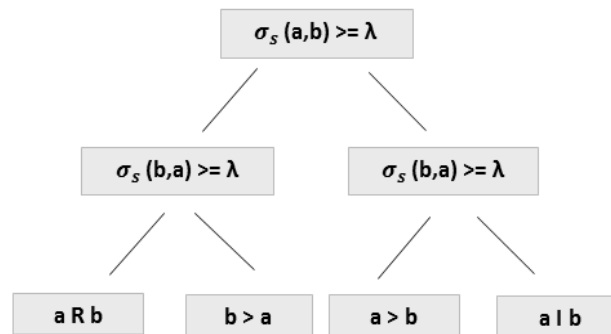


Figure 12 Règles sous-jacentes à l'établissement des relations de surclassement.

Etape n°5 : Procédures d'affectation optimiste et pessimiste.

Une fois les relations de surclassement connues, il est possible de procéder à l'affectation des produits suivant l'une ou l'autre procédure.

Avec la procédure pessimiste, nous testons l'hypothèse $a \leq b$ en commençant par les dernières bornes (successivement b_3, b_2, b_1, b_0). Nous affectons ensuite le produit à la catégorie qui a pour borne inférieure celle qui vérifie l'hypothèse en premier lieu.

Avec la procédure optimiste par contre, nous vérifions successivement si $b \leq a$ en commençant par les bornes des catégories inférieures (b_0, b_1, b_2, b_3). Nous affectons finalement le produit à la catégorie qui a pour borne supérieure celle qui vérifie l'hypothèse en premier.

3.3.3 Les résultats

Les résultats de la méthode Electre Tri obtenus avec les paramètres déterminés dans les parties précédentes se trouvent en annexe n°2. Les résultats des deux procédures d'affectation y sont présentés. Selon que l'on opte pour la procédure d'affectation optimiste ou pessimiste, un même produit peut faire l'objet d'un tri différent. Ceci s'explique par l'hypothèse de départ des méthodes de surclassement. Celles-ci, contrairement aux méthodes d'agrégation en un critère unique de synthèse, acceptent la notion d'incomparabilité (MAYSTRE, 1994) qui entraîne des différences, les produits concernés étant alors classés respectivement dans les catégories supérieures ou inférieures dans le cas de procédure optimiste ou pessimiste.

Dans notre analyse, 201 produits ont été affectés à la même catégorie quelle que soit la procédure ce qui représente 82,4%.

Si nous choisissons la procédure pessimiste, nous remarquons qu'environ 40% des produits ont été classés dans la catégorie C (=C1), 41% dans la catégorie intermédiaire B (=C2) et 19% dans la catégorie A (=C3).

Au contraire, si ce sont les résultats de la procédure d'affectation optimiste qui retiennent notre attention, nous remarquons qu'environ 31% des produits ont été affectés à la première catégorie C, 38% à la deuxième catégorie B et 31% à la troisième et dernière catégorie A.

↓ Pessimiste / Optimiste →	C1	C2	C3	Total
C1	75	13	10	98
C2	0	80	20	100
C3	0	0	46	46
Total	75	93	76	244

Tableau 7 Nombre de produits affectés par catégorie suivant les deux procédures d'affectation.

Bien que la littérature (notamment FONTANA & CAVALCANTE (2011)) semble plus encline à considérer les résultats de la procédure pessimiste pour la raison qu'un contrôle élargi à des produits, qui ne devraient pas en bénéficier, est coûteux, nous pourrions également plaider en faveur de la procédure optimiste en soutenant qu'il vaut mieux gérer avec attention des produits qui nécessitent une

attention moyenne que l'inverse, c'est-à-dire gérer avec une attention moyenne des produits d'importance haute. Les deux arguments étant valables, il est difficile de privilégier une procédure plutôt qu'une autre.

De plus, les résultats obtenus ci-dessus sont affectés par quelques décisions arbitraires comme par exemple le choix de la pondération des critères, le seuil de coupe, les profils des actions de référence, les seuils de préférence, d'indifférence et de veto. Ils sont donc à utiliser avec précaution. En effet, rien n'atteste jusqu'à présent, de leur robustesse. Pour pallier à cela et attester ainsi de la stabilité de la solution dans un intervalle déterminé, nous avons réalisé une analyse de sensibilité.

Le procédé suivi a été fortement inspiré par l'approche adoptée par l'algorithme SMAA²⁴-TRI (TERVONEN & AL., 2005). Certains paramètres, comme les profils des actions de références et les différents seuils, ont été fixés. Pour d'autres, par contre, telle l'importance relative des critères ainsi que le seuil de coupe, nous avons fait l'hypothèse qu'ils suivaient une distribution de probabilité connue. Nous avons fait varier uniformément d'une part chacun des poids entre 0,10 et 0,4 en s'assurant que la somme de ceux-ci égale un et, d'autre part le niveau de coupe entre 0,7 et 0,8. Cent scénarii, disponibles en annexe n°3, ont été créés et les résultats de chacun, c'est-à-dire les catégories affectées par les deux procédures, ont ensuite été traités de sorte à obtenir le degré d'appartenance en pourcentage pour chaque paire produit/catégorie.

Cette information supplémentaire permet de baser le choix des produits sur une règle un peu plus formelle : le pourcentage d'appartenance. Les produits qui feront donc l'objet de l'analyse suivante sont ceux dont le pourcentage d'appartenance à la catégorie C3 (=A) est supérieur à ceux des deux autres catégories. 57 produits, soit 23,36% et présentés dans le tableau ci-dessous. Les résultats (pourcentage d'appartenance pour chaque paire produit/catégorie) pour l'ensemble des produits sont disponibles quant à eux en Annexe n°4. A l'issue de cette analyse de sensibilité, sur un total de 244 produits, 23,36% sont classés dans la catégorie A, 44,26% dans la catégorie B et 32,38% dans la catégorie C.

Id_Obj	Nom Produit	A = C3	B = C2	C = C1
12420	Essuie-Mains Cell Tork 6Plis 1600p	100,00%	0,00%	0,00%
12446	Champ De Table 78X210Cm 100p	100,00%	0,00%	0,00%
12305	Attache Poignets /Chevilles	100,00%	0,00%	0,00%
12451	Gant Strechvinyl Medium 100p	82,00%	18,00%	0,00%

²⁴ Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis

33117	Papier Table Ex .Plastifié 50Cmx68M 12 Rouleaux	100,00%	0,00%	0,00%
12421	Papier Table Ex.55Cmx53M 1Pli 8 Rouleaux	100,00%	0,00%	0,00%
12487	Gant Nitratex Lg M Ss Poudre Medium 100p	100,00%	0,00%	0,00%
12362	Tube Silicone 5X8Mm 25M	100,00%	0,00%	0,00%
12419	Lame Rasoir-Surg.9660Clip 50p	74,00%	26,00%	0,00%
12425	Blouse Visiteur - Bleu 10p	93,00%	7,00%	0,00%
12452	Gant Strechvinyl Large 100p	82,00%	18,00%	0,00%
12243	Electrode Neonat Softrace 2321 300p	89,00%	11,00%	0,00%
12513	Gant Nitratex Lg M Ss Poudre Large 100p	100,00%	0,00%	0,00%
12450	Gant Strechvinyl Small 100p	79,00%	21,00%	0,00%
12435	Masque Jaune/Soins T47117 50P	68,00%	32,00%	0,00%
12364	Attele Perf. Enfant 651	100,00%	0,00%	0,00%
12527	Poche Télémétrie/Pouches 50p	55,50%	44,50%	0,00%
13001	Duo Clip Velcro Pr Trache 60p	100,00%	0,00%	0,00%
12368	Masque Respi.Jaune Flp2 50p	100,00%	0,00%	0,00%
12282	Bassin Reniforme P.E. Re 120p	80,00%	20,00%	0,00%
16079	Bande Gyneco. Non Ster. 18X10P	49,00%	25,50%	25,50%
12381	Protection Latex Pr S.Ech 10X100P	60,50%	14,00%	25,50%
12422	Mouchoir Neutre 2P21X22Cm	77,00%	23,00%	0,00%
12433	Masque Chir./Peau Sensible 50P	100,00%	0,00%	0,00%
25578	Attache Velcro pour Sonde Foley 10p	100,00%	0,00%	0,00%
12306	Electrode Adulte N4500 2x30p	100,00%	0,00%	0,00%
12526	Gant Nitratex Lg M Ss Poudre Small 100P	100,00%	0,00%	0,00%
12390	Tensiomètre Welch Allyn Durashock Manuel	100,00%	0,00%	0,00%
12393	Oreiller Stan Matel	100,00%	0,00%	0,00%
12327	Tubulure Universelle Renfl. Diam 6mm 50mm	100,00%	0,00%	0,00%
24879	Veste De Bloc A Pressions Med/Large 10 p	100,00%	0,00%	0,00%
12447	Masque Respi. Blanc Ffp3 20P	100,00%	0,00%	0,00%
12369	Attele Perf Neonat 652	100,00%	0,00%	0,00%
12309	Garrot Prameta Vert	100,00%	0,00%	0,00%
12294	Skin Traction Kit Adulte Adhésif 1p	49,00%	23,50%	27,50%
12339	Cold/Hot Pack 30X38 3Part 1P	100,00%	0,00%	0,00%
12434	Masque Anti Buee Orange 50P	100,00%	0,00%	0,00%
12394	Matelas Confort Hr43/55 195/85/14cm 1p	100,00%	0,00%	0,00%
24010	Blouse De Protection Jaune En NT Imperméable *10p	68,00%	32,00%	0,00%
12363	Attele Perf. Adult 650	100,00%	0,00%	0,00%
12449	Serviette-Bonline-34X38Cm 100p	52,00%	48,00%	0,00%
12341	Rasoir Universel 1Lame 100P	95,00%	5,00%	0,00%
12404	Bonnet Flory Vert Femme 100p	69,00%	31,00%	0,00%
12329	Tubulure Argyle N 7 30.5M	54,00%	46,00%	0,00%
30494	Veste de bloc à pressions Large *10 p	82,00%	18,00%	0,00%
12293	Lunette Protection Prema 1Dz	39,00%	34,00%	27,00%
13003	Tubo Clip Normal Endotrach 100P	100,00%	0,00%	0,00%
12275	Gel Aquasonic 100 5Lit	100,00%	0,00%	0,00%
12758	Urinal Homme Disposable	97,50%	2,50%	0,00%
12804	Embout/Thermoscan 800p	81,00%	19,00%	0,00%

12424	Papier Table Ex.40Cmx50M 1Pli 8 Rouleaux	86,00%	14,00%	0,00%
12382	Chaux Sodée / Medisorb Soda 2x2,5kg	51,50%	23,00%	25,50%
24528	Silkospray	81,50%	18,50%	0,00%
12994	Papier Table Ex.50Cmx50M1PI I 12Rouleaux	72,00%	28,00%	0,00%
12444	Tablier Plast.L107Cm 25My 100P	83,00%	17,00%	0,00%
12448	Masque Visière Technol 25P	76,00%	24,00%	0,00%
12287	Tube Latex 6X9Mm 15M	45,50%	29,00%	25,50%

Tableau 8 Produits classés A à l'issue de l'analyse de sensibilité, dont le degré d'appartenance à la catégorie A est supérieur aux degrés d'appartenance aux autres catégories.

3.3.4 Le recul critique

Bien que cette méthode soit adaptée à l'environnement dynamique et aux évolutions constantes du portefeuille produits du service des achats, chaque produit étant en effet comparé aux différentes actions de référence et non entre eux, un ajout ou un retrait d'un produit n'a pas d'impact sur le tri des autres, un grand nombre de paramètres définis arbitrairement influence les résultats. Ces derniers sont donc à considérer avec précaution et différents scénarii doivent être réalisés pour attester de la stabilité de la solution. Dans ce travail, une seule analyse de sensibilité a été réalisée faisant varier simultanément les poids et le seuil de coupe suivant des distributions de probabilité définies et seuls cent scénarii ont été simulés. D'autres analyses auraient pu être réalisées, changeant les seuils d'indifférence, de préférence ou de veto ou les profils des actions de référence.

Les données, évaluations de chaque produit par rapport aux quatre critères sont soumises à l'imprécision, surtout en ce qui concerne le délai de livraison, résumé par une valeur moyenne et l'indice de criticité, dépendant totalement de la subjectivité d'une seule personne. Ces évaluations ont été considérées comme fixes mais auraient également pu faire l'objet de variations.

3.4 La comparaison des méthodes

A l'issue de l'analyse de sensibilité et au vu de l'annexe n°4, il semble que globalement, les résultats des deux études sont concordants. Ceci est visible rapidement en raison du classement des produits du tableau par ordre décroissant de la consommation annuelle en valeur et de la plus forte concentration de cases vertes (produits classés A) dans le triangle supérieur gauche et de cases rouges (produits classés C) dans le triangle inférieur droit. Toutefois en regardant plus attentivement, nous remarquons que seuls 110 produits sur 244 sont classés de façon identique.

ABC classique – Electre Tri (100 scénarii)	A	B	C	Total
A	23	22	4	49
B	27	29	17	73
C	7	57	58	122
Total	57	108	79	244

Tableau 9 Nombre de produits affectés par catégorie suivant les deux méthodes : ABC classique et Electre Tri.

Utiliser les résultats de la méthode Electre Tri, plutôt que la méthode ABC classique, implique de quasiment ignorer 26 produits mis en évidence par la seconde mais de s'attarder par contre sur 34 autres, en plus des 23 produits identifiés par les deux méthodes. Plus en détail, les produits qui ne méritent plus selon la méthode multicritère une attention importante sont énoncés ci-dessous.

Id_Produit	Nom	Electre Tri (100 scénarii)	Consommation annuelle (C1)	Prix (C2)	Délai Fournisseur (C3)	Criticité (C4)
12248	Lange Enf. 02-5Kg Mini 2x56p	C	€ 3.198,56	€ 8,37	4,33	2
12315	Savon /Pain /Brique Ladon 100gr 1p	B	€ 3.532,21	€ 1,34	6,55	3
12340	Electrode Medicotest Vloo 25p	B	€ 6.681,62	€ 6,66	6,12	3
12357	Eau Purifiée (Distillée) 10Lit	B	€ 4.794,07	€ 13,23	5,2	2
12399	Sac Receptal Blanc 2000Ml ref 620631	B	€ 9.148,28	€ 1,95	5,63	4
12402	Sac Receptal Bleu 2000Ml ref 620619	B	€ 6.107,29	€ 1,95	5,63	4
12409	Charlotte Annie Blanche 150p	B	€ 3.050,68	€ 17,04	6,19	1
12454	Lunette A Oxygene Dr Ad	B	€ 5.956,05	€ 0,60	3,76	3
12464	Bande Crepe 10Cm x 4M Velpeau	C	€ 3.380,91	€ 0,42	3,13	1
12484	Sparadrap/Transpore 2.5cm x 9.1m	B	€ 8.242,36	€ 1,08	5,82	2
12488	Fixomull Strech 10 cm x 10M	B	€ 3.990,03	€ 3,54	4,38	2
12499	Compresses 10X10cm 4 plis Medicom 100p	B	€ 5.083,48	€ 1,31	4,33	2
12559	Eau/Tourie 18.9Lit	B	€	€	6,06	2

			6.148,55	7,07		
12633	Biogrip 60 Lit / Bidon Déchets Liquides	C	€ 6.846,00	€ 5,99	4,36	2
15830	Masque Oxygene Ad.+Tuyau.	B	€ 3.125,70	€ 0,93	3,69	3
18718	Masque Aérosol / Nébulisateur Complet Adulte	B	€ 4.869,86	€ 1,00	3,69	3
19168	Slip Mobile Medium 14Pces	B	€ 4.863,94	€ 5,52	5	2
19169	Slip Mobile Large 14Pces 2503	B	€ 7.392,77	€ 6,49	5	2
23270	Housse D Ensevelis / Linceul 1P	B	€ 3.207,38	€ 7,34	7,25	1
26223	Compresses 12 plis 7.5 x 7.5cm 100P	C	€ 3.107,58	€ 2,66	3,13	2
26395	Gant De Toilette Molletone 15x22cm 50P	B	€ 7.787,44	€ 2,38	6,55	2
34385	Lange Complet Extra Large 20p 1313	B	€ 5.182,38	€ 7,02	5	3
34389	Lange Complet Super Plus Medium 20p 1912	B	€ 4.854,05	€ 7,84	5	3
34391	Lange Complet Super Plus Large 20p	B	€ 9.991,10	€ 8,78	5	3
34393	Lange Complet Super Plus XL 20p	B	€ 4.468,14	€ 9,99	5	3
34394	Alèse à UU Extra 4x30p	B	€ 13.373,61	€ 14,81	5	2

Tableau 10 Produits classés A suivant la méthode ABC classique mais classés B ou C suivant la méthode Electre Tri.

Malgré leur consommation annuelle assez élevée, ces produits ont un prix unitaire relativement faible et sont pour la plupart livrés en moins d'une semaine. De plus, hormis les sacs receptal blanc et bleu qui ont un indice de criticité maximum, 15 produits sur les 26 possèdent un indice de criticité de 1 ou 2.

Au regard de cette analyse, il semble qu'il faille tout de même avoir un œil sur les sacs receptal blanc et bleu. En effet, une grande indécision réside dans leur classification car ils appartiennent tous deux à la classe B, à concurrence de 51,5% et 57%, et à la classe A, à concurrence de 48,5% et 43%. Cette hésitation est due non seulement au prix peu important de ces produits et à leur faible délai de livraison comparativement aux autres mais aussi à un indice critique élevé et une consommation annuelle importante.

Par contre, d'autres produits, listés dans le tableau ci-après, n'ont pas été mis en lumière par la méthode ABC classique mais sont classés parmi les produits les plus importants avec la méthode multicritère choisie.

Id_Produit	Nom	ABC Classique	Consommation annuelle (C1)	Prix (C2)	Délai Fournisseur (C3)	Criticité (C4)
12275	Gel Aquasonic 100 5Lit	B	€ 1.155,60	€ 10,80	7,76	3
12287	Tube Latex 6X9Mm 15M	C	€ 30,44	€ 30,44	3,76	4
12293	Lunette Protection Prema 1Dz	B	€ 1.251,84	€ 59,73	3,76	3
12294	Skin Traction Kit Adulte Adhésif 1p	B	€ 2.243,66	€ 16,50	4,38	3
12306	Electrode Adulte N4500 2x30p	B	€ 2.923,02	€ 10,79	6,64	3
12309	Garrot Prameta Vert	B	€ 2.299,00	€ 30,25	7,25	2
12327	Tubulure Universelle Renfl. Diam 6mm 50mm	B	€ 2.708,59	€ 23,52	8,92	4
12329	Tubulure Argyle N 7 30.5M	B	€ 1.552,13	€ 11,85	6,12	4
12339	Cold/Hot Pack 30X38 3Part 1P	B	€ 2.216,82	€ 27,23	12,92	3
12341	Rasoir Universel 1Lame 100P	B	€ 1.595,24	€ 12,37	7,25	2
12363	Attele Perf. Adult 650	B	€ 1.828,82	€ 12,88	6,64	3
12369	Attele Perf Neonat 652	B	€ 2.341,12	€ 8,67	6,64	3
12382	Chaux Sodée / Medisorb Soda 2x2,5kg	C	€ 554,58	€ 61,94	3,69	4
12390	Tensiomètre Welch Allyn Durashock Manuel	B	€ 2.843,60	€ 58,03	30,75	3
12393	Oreiller Stan Matel	B	€ 2.752,99	€ 15,29	9,78	3
12394	Matelas Confort Hr43/55 195/85/14cm 1p	B	€ 1.905,75	€ 127,05	9,78	3
12404	Bonnet Flory Vert Femme 100p	B	€ 1.565,44	€ 13,61	6,19	3
12424	Papier Table Ex.40Cmx50M 1Pli 8 Rouleaux	C	€ 818,15	€ 30,27	6,55	3
12433	Masque Chir./Peau Sensible 50P	B	€ 2.977,19	€ 14,98	6,64	3

12434	Masque Anti Buee Orange 50P	B	€ 1.912,59	€ 15,69	6,64	3
12444	Tablier Plast.L107Cm 25My 100P	C	€ 232,32	€ 9,85	7,83	3
12447	Masque Respi. Blanc Ffp3 20P	B	€ 2.396,66	€ 67,08	6,64	3
12448	Masque Visiere Technol 25P	C	€ 161,59	€ 53,86	6,64	3
12449	Serviette-Bonline- 34X38Cm 100p	B	€ 1.770,39	€ 11,65	6,64	2
12526	Gant Nitratex Lg M Ss Poudre Small 100P	B	€ 2.869,15	€ 5,52	7,25	3
12758	Urinal Homme Disponible	B	€ 987,87	€ 46,68	6,64	3
12804	Embout/Thermoscan 800p	B	€ 933,44	€ 48,40	6,43	3
12994	Papier Table Ex.50Cmx50M1PI I 12Rouleaux	C	€ 308,87	€ 45,73	6,55	3
13003	Tubo Clip Normal Endotrach 100P	B	€ 1.195,68	€ 175,69	10,78	4
24010	Blouse De Protection Jaune En NT Imperméable *10p	B	€ 1.843,28	€ 3,12	7,25	3
24528	Silkospray	C	€ 470,93	€ 8,41	30,75	3
24879	Veste De Bloc A Pressions Med/Large 10 p	B	€ 2.485,87	€ 11,86	7,25	2
25578	Attache Velcro pour Sonde Foley 10p	B	€ 2.937,90	€ 56,50	6,64	3
30494	Veste de bloc à pressions Large *10 p	B	€ 1.292,52	€ 11,86	7,25	2

Tableau 11 Produits classés A suivant la méthode Electre Tri mais classés B ou C suivant la méthode ABC classique.

Ces produits, bien qu'ils soient moyennement souvent utilisés ont pour la plupart un prix unitaire élevé et sont livrés en plus d'une semaine. Leur indice de criticité se situe le plus souvent entre 3 et 4.

Section 4 : Conclusion

En conclusion, afin de déterminer les produits sur lesquels le CHR Mons-Warquignies devrait porter son attention dans un premier temps, nous avons mis en œuvre deux méthodes, la méthode classique,

simple et une méthode multicritère, Electre Tri. Les résultats obtenus avec la seconde méthode paraissent plus pertinents compte tenu de l'organisation et de ses objectifs en termes de disponibilité des produits et de leur impact sur la trésorerie. Cependant, deux produits font au terme de l'analyse multicritère l'objet d'une grande indécision entre les catégories A et B. Dans le doute, l'analyse suivante intégrera ces produits également en plus de ceux du tableau 8.

Chapitre 3 : De la construction d'un modèle d'analyse à la simulation

En corollaire de l'identification des produits à importance stratégique, ce chapitre propose une solution visant à améliorer la gestion des stocks actuelle du CHR Mons-Warquignies. L'objectif préconise tant la réduction du coût global attendu associé au processus d'approvisionnement et de stockage, charge du service des achats, que l'augmentation du niveau de service.

Dans un premier temps poursuivant ce double objectif, ce chapitre s'articule par la description de la méthodologie utilisée, à savoir le passage de modèles simples aux multiples hypothèses à la réalité et ses spécificités propres.

Dans un second temps, par la réalisation d'une brève revue de littérature où les modèles les plus populaires sont énoncés et classés suivant deux critères : l'incertitude liée au système et le degré de connaissance du niveau de stock.

Enfin la dernière section présente l'analyse en tant que telle et ses résultats. Une comparaison des différents modèles proposés sur base d'indicateurs, tels que le coût global du système ainsi que le nombre de produits non livrés à temps pour cause de rupture, est effectuée. La déduction de recommandations profitables au service des achats conclut l'étude.

Section 1 : Méthodologie

L'approche peut être qualifiée d'« hypothético-déductive » dans le sens où elle va « *du général au particulier* » (AMBOISE & AUDET, 1996), de la construction du modèle d'analyse avec ses hypothèses et simplifications, au cas réel empreint de ses propres caractéristiques.

Cette démarche est rendue possible par l'existence d'une multitude de modèles. En effet, vu l'importance des coûts associés au stockage et à l'approvisionnement des produits qui permettent à une organisation de fonctionner, de nombreuses recherches pour améliorer la gestion des stocks ont vu le jour et aujourd'hui, moult modèles mathématiques généraux, qui permettent aux décideurs de résoudre leurs problèmes de stockage, traduisent une réelle méthode scientifique.

Bien que chacun des modèles, constituant un cadre d'analyse plus ou moins adapté à la situation réelle, soit souvent très simplifié, ces derniers fournissent un aperçu complet de la problématique et constituent de véritables outils pour améliorer la politique de gestion des stocks d'une quelconque organisation.

Toutefois, parce que dotés d'un grand nombre d'hypothèses restrictives, ces modèles sont souvent, a posteriori, transformés (relâchement des dites hypothèses) afin qu'ils correspondent au mieux à la réalité et puissent être réellement mis en œuvre. Conjointement, pour pallier aux approximations liées à la détermination des paramètres, une analyse de sensibilité du résultat aux variations de ceux-ci est effectuée. Elle permet en effet de rendre compte des variables à forte influence et sur lesquelles il faut jouer.

In fine, les résultats obtenus sont testés dans les conditions réelles de fonctionnement du système. La simulation permet d'une part de rendre compte de leurs performances sous des conditions qui dépassent les hypothèses de départ des modèles précédemment étudiés et d'autre part, précède l'expérimentation sur le terrain.

Section 2 : Revue de littérature

Comme déjà signalé, de nombreux modèles existent et varient suivant différents critères. Après lecture des ouvrages de HADLEY & WHITIN (1966), ALCOUFFE (1987), GHIANI & Al. (2004) et NAHMIAS (2009), citons quelques éléments permettant de les différencier :

- la nature des articles (prix, poids, volume, caractère périssable ou non),
- la connaissance du processus auquel obéissent la demande, les prix ou le délai de livraison et donc le degré d'incertitude lié au modèle,
- la façon dont est appréhendée la demande excédentaire (perdue ou différée),
- les informations possédées par le décideur sur le niveau de stock,
- le nombre de points de stockage et de sources de réapprovisionnement.

Ces variations créent des modèles aux caractéristiques peu semblables et influent, en conséquence, sur la politique de gestion des stocks à mener.

Au sein de cette section, nous avons décidé de recenser certaines politiques de gestion des stocks de base et de les classer selon deux critères : le degré d'incertitude lié au modèle et la connaissance du niveau de stock. L'objectif est ensuite d'identifier le modèle le mieux approprié aux caractéristiques du système de gestion actuellement en place au sein du CHR Mons-Warquignies.

2.1 La classification suivant le degré d'incertitude

Suivant ce critère, distinguons des modèles déterministes –c'est-à-dire à avenir certain-, des modèles stochastiques -ou à avenir aléatoire- et des modèles à avenir incertain (ALCOUFFE, 1987). Plus la connaissance des processus auxquels obéissent la demande, le délai de livraison et les prix est bonne, plus le coût global associé au stockage sera faible, toute chose étant égale par ailleurs. En effet, il devient alors plus facile pour le gestionnaire de maintenir le niveau de stock à son niveau adéquat. Le stock tampon, coûteux lorsqu'il est trop important et inutile, censé combler les différentes sources d'incertitude, est réduit.

2.1.1 Les modèles déterministes

Ce sont ceux où demande, délai de réapprovisionnement et prix sont déjà connus. Il n'y a donc aucune incertitude quant à l'état futur du système. Au sein de ces modèles, aucune rupture de stock n'est alors permise et l'enjeu principal de la gestion des stocks est d'équilibrer le coût de passation de commande et celui de détention du stock de sorte à minimiser le montant total d'approvisionnement et de stockage. La démarche est illustrée ci-dessous.

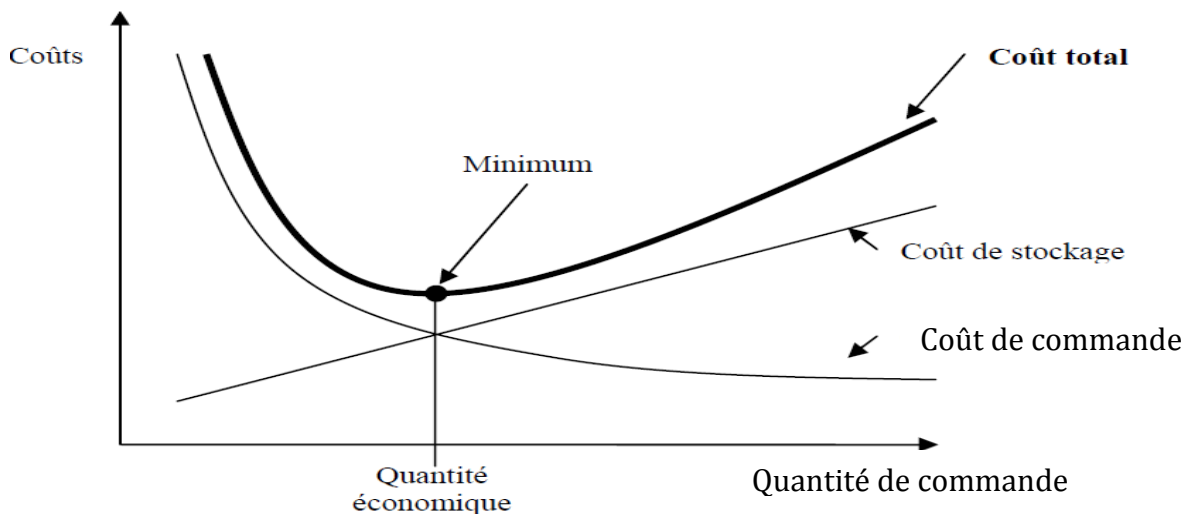


Figure 13 Courbe des coûts et détermination de la quantité économique de commande.

Le modèle de la quantité économique de commande (QEC), initié par HARRIS en 1915 (NAHMIAS, 2009), fait partie de cette catégorie et, grâce à sa simplicité et à la robustesse de sa solution ($QEC = \sqrt{\frac{2K\lambda}{h}}$), fait office de référence pour l'ensemble des modèles développés par la suite. Une variation des coûts (K, h) ou de la demande (λ) faisant à peine varier la quantité économique, les résultats obtenus au moyen de ce modèle constituent souvent une bonne approximation.

Tributaire d'un trop grand nombre d'hypothèses –citons par exemple la connaissance parfaite de la demande, l'absence de délai de livraison (ou la production instantanée) et la constance des différents coûts (ceux d'achat et de passation de commande)- ce modèle demeure cependant trop simple pour représenter efficacement les systèmes de gestion des stocks réels.

Afin de combler ces lacunes, d'autres chercheurs ont intégré des extensions à ce modèle et l'ont ainsi amélioré et rendu plus utile aux applications réelles.

Ainsi, CHURCHMAN & AL. (1957)²⁵ ont-ils développé un modèle prenant en compte les réductions de prix en fonction de la quantité achetée, ces rabais pouvant prendre deux formes, un « *rabais uniforme s'appliquant à chacune des quantités achetées* » ou « *un rabais consenti graduellement* » (HADLEY & WITHIN, 1966). Ils ont également imaginé un modèle au sein duquel les ruptures de stocks sont admises et où, dès lors, une partie de la demande peut être différée ou même perdue.

CHURCHMAN & AL. (1957)²⁶, SASIENI & AL. (1959)²⁷ et FETTER & DALLECK (1961)²⁸ ont considéré ensuite un délai de livraison fixe positif obligeant à commander quand le niveau de stock est supérieur à zéro et introduisant une nouvelle notion : le point de commande.

2.1.2 Les modèles stochastiques

Lorsque qu'il est impossible de déterminer avec certitude la demande, les prix ou le délai de livraison, nous nous trouvons en avenir incertain ou aléatoire.

En avenir aléatoire s'il est tout de même possible de décrire ces paramètres d'une manière probabiliste, en avenir incertain si nous sommes en situation d'ignorance complète, nous ignorons tout des probabilités des différents niveaux de la demande, du délai et/ou des prix (STARR & MILLER, 1966).

²⁵ Cité dans HADLEY G., WHITIN T.M, « Etude et pratique des modèles de stocks », Paris, Dunod, 1966.

²⁶ Ibid.

²⁷ Ibid.

²⁸ Ibid.

Au sein de ces modèles, nous ne sommes pas toujours capables de répondre positivement à la demande et nous introduisons le plus souvent un objectif de satisfaction client à travers une contrainte sur le niveau de service (ALCOUFFE, 1987). L'introduction d'un stock de sécurité permet de tenir compte des aléas de la demande et/ou du délai de livraison. Cette mesure accroît le coût global, le stock de sécurité étant la partie du stock « inactive », constamment détenue (COSTE & DOLIGEZ, 1987).

Dans la littérature un plus grand nombre de modèles sont de ce type. Ceux-ci correspondent plus à la réalité mais sont aussi plus complexes. Deux exemples font partie de cette catégorie : le modèle du marchand de journaux (Newsboy) et ceux à point de commande ((Q, R), (s, S)). Pour le premier, l'objectif est de déterminer le stock quotidien de journaux de sorte à minimiser la somme du coût de pénurie, représentant une perte de clientèle potentielle, et du coût de sur-stockage, chaque journal du jour invendu étant « obsolète » et perdant une grande partie de sa valeur (NAHMIAS, 2009). Concernant les modèles à point de commande, ils seront explicités plus en détail par la suite.

2.2 La classification suivant la connaissance du stock

Ce deuxième critère permet de distinguer plus précisément les différents modèles. Suivant que le niveau de stock est connu à certains moments uniquement ou continuellement (l'ensemble des mouvements d'entrée et de sortie sont répertoriés), la « *décision de réapprovisionnement sera prise en fonction du niveau de stock ou en fonction d'un certain calendrier* » (ALCOUFFE, 1987). La décision de disposer d'un système à information parfaite ou non dépend de l'importance des produits détenus en stock, ce système étant souvent plus coûteux.

Pour résumer, le tableau récapitulatif ci-dessous permet de mieux visualiser les catégories auxquelles appartiennent les modèles cités précédemment.

	Niveau de stock connu périodiquement	Niveau de stock connu continuellement
Avenir certain	QEC	QEC
Avenir aléatoire/incertain	Newsboy, (s, S)	(Q, R)

Tableau 12 Classification des différents systèmes de gestion des stocks.

Section 3 : L'analyse et les résultats

3.1 La détermination du premier modèle d'analyse : le modèle (Q, R)

Afin de représenter de manière simplifiée le système de gestion des stocks du service des achats du CHR Mons-Warquignies, le choix s'est tout d'abord porté sur le modèle dynamique à point de commande et quantité économique en avenir aléatoire (Q, R). Celui-ci semble être le modèle adéquat étant donné les caractéristiques suivantes du système :

1. Une demande aléatoire, incertaine : les différents « clients » du service des achats (services médico-techniques, unités de soins) commandent du matériel à un rythme imprévisible car dépendant de l'activité du service (du nombre de patients, etc.).
2. Un système à information parfaite : le service des achats dispose d'un système d'information qui permet de connaître à tout moment le niveau de stock.

Au sein du modèle nous considérerons que la demande excédentaire, c'est-à-dire la demande qui survient lorsque le stock est insuffisant pour la satisfaire, est différée (les services internes ne peuvent se passer du matériel ou changer de fournisseur ; ils sont obligés de s'approvisionner auprès du magasin central). Il faut également noter que ce modèle est qualifié de dynamique en opposition aux modèles statiques car il est possible de se réapprovisionner plusieurs fois au cours de la période de référence.

3.1.1 Les différentes étapes du modèle à point de commande à demande aléatoire (Q, R)

Afin de développer au mieux le modèle choisi, nous avons décidé de procéder étape par étape, celles-ci étant explicitées par Clive L. DYM dans son ouvrage « Principles of Mathematical Modeling ».

Tout d'abord, nous aborderons donc la base du modèle, sa raison d'être, en répondant à la question :

« Quelle est la problématique, l'objectif du modèle ? ».

Nous continuerons ensuite en énonçant les hypothèses sous-jacentes et en explicitant l'ensemble des données recueillies.

Nous détaillerons par la suite sa formulation qui permettra de « transformer » les inputs en outputs, c'est-à-dire, les coûts et informations concernant la demande et le délai de réapprovisionnement en variables de décision, Q et R correspondant à l'objectif fixé au départ.

Finalement pour qu'il se rapproche au maximum de la réalité observée, des améliorations seront discutées. Le CHR Mons-Warquignies pourra alors utiliser le modèle final non seulement pour gérer au mieux ses stocks mais aussi pour examiner l'impact d'une décision, d'un changement de paramètre sur le coût global attendu.

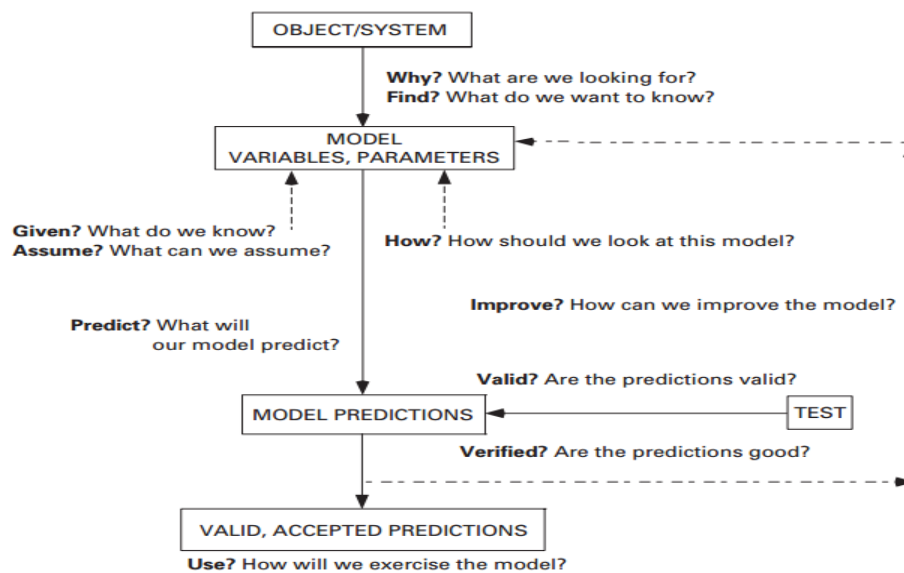


Figure 14 Schéma et guide des questions principales lors de la construction d'un modèle (inspiré de CARSON & COBELLI, 2001) (DYM, 2004).

Étape n°1 : La détermination de l'objectif

La minimisation du coût global associé au stockage et à l'approvisionnement des produits est bien évidemment le critère qui permettra de déterminer la politique optimale de gestion des stocks à mener. Cependant, lorsqu'on ne dispose pas d'information quant au coût subi lorsqu'une demande de produit n'est pas satisfaite à temps, il est courant de déterminer un niveau de service requis. L'objectif complet du modèle est donc de minimiser le coût global associé à un niveau de service donné.

Remarquons toutefois que la détermination du niveau de service, implicitement, détermine le coût de rupture (NAHMIAS, 2009). Si le coût de rupture est faible, le taux de service objectif sera faible également, une rupture de stock ayant peu d'impact sur le coût global. Au contraire, si celui-ci est élevé, l'importance de satisfaire l'ensemble des demandes sera grande et par conséquent, le taux de service requis aussi.

Étape n°2 : Les hypothèses

Préalablement à la présentation du modèle en tant que tel, il est important de préciser quel est le champ de validité de celui-ci et ainsi identifier clairement les limites des résultats qui seront présentés. Ce champ est restreint par toute une série d'hypothèses à propos de la demande, des commandes, du délai de livraison et des différents coûts. Concernant le nombre de produits, de points de stockage et de réapprovisionnement, notons que nous considérons le cas d'un seul produit : il n'y a donc aucune interaction avec les autres, on ne tient pas compte d'éventuelles complémentarités ou substituabilités, on ne considère pas la possibilité de commandes groupées en cas de fournisseur identique. Notons également que seul le cas d'une source (fournisseur) et d'un point de stockage (magasin central du CHR) uniques est présenté.

➤ La demande

- Il est impossible de prévoir avec certitude la demande ; elle est décrite en termes probabilistes²⁹.
- Le processus générateur des demandes n'est pas modifié au cours du temps ; le taux moyen de la demande (=pente) demeure constant.
- La demande est continue au cours du temps.
- Dans le modèle (Q, R) de base, le nombre d'unités demandées à chaque demande ne peut être une variable aléatoire pour éviter un dépassement du point de commande (R). Ici, on suppose simplement que la probabilité d'un large dépassement du point de commande est très faible.
- La demande pendant le délai de livraison est incertaine, c'est le nœud du problème.
- La demande excédentaire n'est pas perdue, elle est simplement différée. Elle est satisfaite dès l'arrivée de la commande suivante.

➤ Les commandes

- Il n'y a jamais plus d'une commande en attente.
- Les quantités commandées sont constantes à chaque période (Q).
- La durée de chaque cycle de réapprovisionnement est variable \Leftrightarrow le temps entre deux réapprovisionnements est variable.
- La décision de passer une commande se base sur le stock théorique disponible (stock « en main » + commande en attente – unités demandées). Celui-ci varie entre R^{30} et $R+Q$.

²⁹ On considère qu'elle suit une distribution normale (μ , σ)

➤ Les coûts

- Le coût de commande est fixe (K).
- Le coût unitaire du bien est une constante indépendante de Q (c).
- Le coût de détention (h) s'obtient en multipliant le taux de détention (en %) par le prix unitaire du produit. Plus globalement, le coût de stockage est proportionnel au niveau moyen de stock.
- Pas de coût défini explicitement en cas de demande différée, c'est le taux de service qui le détermine implicitement.

➤ Le délai de livraison

- Le délai de livraison est non nul. Il peut être considéré comme constant ou variable. Dans un premier temps nous le supposons constant.

➤ La connaissance du niveau de stock

- Le niveau de stock (théoriquement disponible) est connu continuellement.

Étape n°3 : La formulation du modèle

Une politique de gestion des stocks est « l'ensemble des règles qui permettent de savoir quand et combien nous devons commander » (ALCOUFFE, 1987). La formulation du problème doit donc permettre de répondre à ces deux questions fondamentales : quand doit-on se réapprovisionner et en quelle quantité?

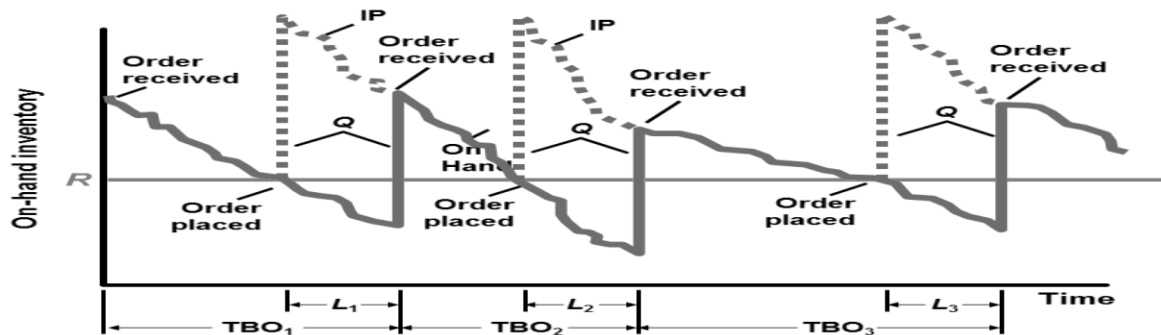


Figure 15 Evolution du stock suivant la politique (Q, R)³¹ (homes.ieu.edu.tr/~agokce/Courses/Chapter05.ppt).

Les modèles à point de commande y répondent ainsi : dès que le niveau de stock théoriquement disponible atteint le point de commande R, nous plaçons une commande de quantité Q. Q et R sont

³⁰ Ou sensiblement inférieur à R car la quantité demandée par les services est une variable aléatoire.

³¹ IP = Inventory Position, Q = Quantity (EOQ), L = Lead Time, TBO = Time Between Order

donc les deux variables de décision : seule la détermination de celles-ci définit la politique de gestion des stocks à mener. L'objectif est donc de déterminer les valeurs de Q et de R telle que la fonction de coût attendu suivante soit minimisée (NAHMIAS, 2009).

$$G(Q, R) = h \left(\frac{Q}{2} + R - \lambda t \right) + \frac{K\lambda}{Q} + p \frac{\lambda n(R)}{Q}$$

Avec :

h = le coût de détention d'un produit (par unité, par an).

λ = la demande annuelle moyenne.

K = le coût unitaire de passation de commande (par commande).

p = le coût de pénurie (par unité).

n(R) = le nombre attendu de produits non livrés à temps par cycle.

Cependant, comme dit précédemment, il est souvent très difficile d'évaluer le coût de pénurie. Le procédé suivi et présenté dans l'ouvrage de NAHMIAS (2009) : « Production & Operations Analysis » est dès lors le suivant :

1. Nous calculons la Quantité Economique de Commande :

$$QEC = \sqrt{\frac{2K\lambda}{h}}$$

2. Nous déterminons R qui satisfait l'équation :

$$n(R) = (1 - \beta) * Q \text{ avec } Q = QEC$$

β = le niveau de service de type 2 requis, c'est la proportion de demandes qui est satisfaite par le stock.

3. Nous remplaçons R par sa valeur trouvée lors de l'étape précédente dans l'équation :

$$Q = \frac{n(R)}{1 - F(R)} + \sqrt{\frac{2K\lambda}{h} + \left(\frac{n(R)}{1 - F(R)} \right)^2}$$

4. Nous recommençons les étapes 2 et 3 jusqu'à ce que deux valeurs successives de R et Q soient suffisamment proches.

L'ensemble des résultats concernant la méthode (Q, R) ont été obtenus à l'aide du tableur MS Excel et des formules présentées ci-avant. Préalablement à la présentation des résultats, voyons cependant les données qu'il nous a été nécessaire de récolter.

3.1.2 Les données et paramètres

La demande :

Les données dont nous disposons sont les mouvements d'entrée et de sortie du stock du magasin central de chaque produit depuis 2006, année d'implémentation du logiciel de gestion d'entrepôt pour les produits utilisés depuis lors et depuis leur entrée en stock pour la première fois pour les plus nouveaux. L'analyse ne porte cependant que sur les mouvements de l'année 2012. Nous avons en effet jugé inutile de considérer la demande depuis 2006, année trop éloignée selon nous : les habitudes de consommation depuis cette période étant susceptibles d'avoir évolué.

Il est donc possible de déduire une approximation de la demande quotidienne. Cependant, jugeant la volatilité de la demande quotidienne surestimée, nous avons travaillé sur la demande hebdomadaire en regroupant les demandes quotidiennes par semaine de 7 jours calendrier. En effet, en raison de l'amalgame entre sortie de stock et demande en période de rupture de stock, nous avons remarqué qu'il se pouvait que les sorties pendant plusieurs jours soient, a fortiori, égales à zéro alors que la demande ne l'était pas. Celle-ci est dès lors sous-estimée. Au contraire, au moment de l'arrivée en stock des produits, après une période de rupture de stock, un nombre important de sorties est enregistré, ne représentant pas correctement la demande de ce jour, celle-ci étant alors surestimée. Ces sous et surestimations, provenant de l'approximation de la demande par les sorties de stock, engendrent une volatilité autour de la moyenne plus importante que de raison. Ces déviations injustifiées sont atténuées en considérant la demande hebdomadaire.

Afin de pouvoir aisément tirer des conclusions, nous avons finalement décidé d'approximer l'ensemble des distributions de demande annuelle des produits par la loi normale. En effet, il est plus simple de travailler avec des variables continues dont la distribution de probabilité est connue qu'avec des variables discrètes dont la distribution de probabilité est inconnue. Le choix de la loi normale semble être adéquat étant donné certaines de ces propriétés. La plus importante est celle du théorème central limite qui atteste que la somme de n variables aléatoires tend à suivre une loi normale de moyenne et

d'écart-type connus lorsque n est suffisamment grand ($n > 30$). Finalement, nous obtenons, pour chaque produit d'importance stratégique, la distribution de sa demande annuelle, caractérisée comme suit : $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ où $\mu_D = \lambda =$ la demande hebdomadaire moyenne fois le nombre de semaines dans une année (52) et $\sigma_D^2 =$ la variance de la demande hebdomadaire fois 52. Cette approximation simplifie grandement les calculs mais est cependant à considérer avec attention. Par exemple le domaine de la loi normale varie entre $-\infty$ et $+\infty$, ce qui n'est pas le cas de la demande, toujours supérieure ou égale à zéro.

Le délai de réapprovisionnement :

Il est égal au délai de livraison du fournisseur additionné du délai de traitement interne et du délai d'approbation des commandes par la direction.

➤ Le délai de livraison :

Afin par la suite d'établir et de mettre en évidence l'impact de délais de livraison des fournisseurs non constants, nous avons tout d'abord émis l'hypothèse que chacun des délais était fixe et égal à la moyenne des observations. Cette mesure de tendance centrale est cependant fortement sensible aux valeurs extrêmes, et dans certains cas, les délais ont été, à tort, surestimés. Dans notre cas précis par exemple, certains fournisseurs bloquent la livraison en cas de retard de paiement de l'organisation d'accueil. Un délai élevé ne signifie donc pas forcément une mauvaise performance du fournisseur. Néanmoins, sa réaction de bloquer la livraison justifie que nous accordions une attention plus importante aux produits qu'il livre et que nous les commandions plus tôt.

➤ Le délai de traitement interne :

Dans la situation actuelle, le service des achats du CHR Mons-Warquignies accepte les propositions de commande émises par Rimses une fois par semaine. Pour rendre compte au maximum de cette réalité, un délai de traitement interne a été ajouté. Dans un premier temps il a été fixé à trois jours.

➤ Le délai d'approbation des commandes par la direction :

Après examen, nous avons décidé de fixer ce dernier à un jour. En effet, les demandes de réapprovisionnement des produits analysés dans cette étude sont acceptées très vite et ne font l'objet ni d'un contrôle minutieux, ni d'une étude préalable, comme cela pourrait être le cas pour une demande d'investissement ou de matériel plus important en termes de prix.

La demande pendant le délai de réapprovisionnement :

Elle est caractérisée par une loi normale de moyenne égale à $\lambda * \text{délai de réapprovisionnement moyen en année}$ ($= \mu_D * \mu_L$) et d'écart-type égal à la racine du produit du délai de réapprovisionnement par la variance de la demande annuelle ($\sqrt{\mu_L * \sigma_D^2 + (\sigma_L^2) * \mu_D^2}$), le terme entouré étant égal à zéro en raison de l'hypothèse de délai constant (WHITIN & HADLEY, 1966 ; NAHMIAS, 2009).

Le coût de passation de commande :

Le CHR Mons-Warquignies ne procédant pas à des analyses courantes en comptabilité analytique, c'est au sein des Cliniques Universitaires Saint-Luc que nous avons récolté une estimation du coût de passation de commande. Cette estimation est égale à 30 euros. Cependant, peu d'informations sont toutefois disponibles. En effet, nous ne savons pas avec précision ce qui intervient dans le calcul et si une différenciation est réalisée entre les commandes de réapprovisionnement et celles plus exceptionnelles qui nécessitent des études préalables (caractéristiques des produits, marché des fournisseurs, etc.) et coûtent plus cher. La décision a donc été prise de ne pas utiliser cette estimation et d'estimer nous-même deux bornes en s'appuyant sur le coût salarial horaire moyen estimé pour fin 2012 par l'Institut pour un Développement Durable (IDD). Celui-ci est estimé à 32 euros. Nous nous sommes également basé sur le temps requis aux différentes tâches associées au lancement, au suivi et à la réception d'une commande ainsi qu'au règlement des factures. Ce dernier est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tâche	Temps Minimum	Coût Minimum	Temps Maximum	Coût Maximum
Vérification et acceptation des propositions de commandes émises par Rimses.	2 min	1,07 €	10 min	5,33 €
Acceptation direction.	2 min	1,07 €	5 min	2,67 €
Impression, fax et accusé de réception du bon de commande.	2 min	1,07 €	5 min	2,67 €
Suivi de la commande.	1 min	0,53 €	3 min	1.6 €
Réception de la commande et	2 min	1,07 €	5 min	2,67 €

encodage des entrées.				
Réconciliation de la facture.	2 min	1,07 €	5 min	2,67 €
Paiement de la facture.	1 min	0,53 €	3 min	1.6 €
Total	12 min	6,4 €	36 min	19,2 €

Tableau 13 Tâches associées au processus d'achat et temps nécessaire au lancement, suivi et réception d'une commande.

Les frais de personnel associés à la passation d'une commande ainsi qu'aux activités annexes se situent donc entre 6,4 euros et 19,2 euros. Sachant qu'à ce coût, il faut ajouter celui de la papeterie ainsi que celui de la télécommunication, nous avons arrondi la borne inférieure à 7 euros et la borne supérieure à 20 euros. La première analyse sera réalisée suivant trois scénarii. Le premier avec $K = 7$ euros, le deuxième avec $K = 13,5$ euros et le dernier avec $K = 20$ euros. Nous pourrions ainsi apprécier l'impact d'un changement de coût de passation de commande sur les variables de décision Q et R . Pour la suite des analyses par contre, la valeur du K intermédiaire sera utilisée.

Le taux de détention du stock :

En théorie, il regroupe le coût d'opportunité du capital immobilisé en produits, les pertes dues à l'obsolescence ou toute autre dégradation ainsi que les charges d'entretien des stocks et de l'entrepôt (NAHMIAS, 2009). Pour cette analyse, nous l'avons fixé arbitrairement à 20%, cependant, tout comme le coût de passation de commande, il fera l'objet de variations pour évaluer l'ampleur de l'impact d'une diminution ou d'une augmentation de ce coût. Trois scénarii seront réalisés respectivement avec un taux de détention égal à 10%, 20% et 30%.

Le conditionnement :

Nous avons tenu compte des conditionnements (multiples) ou des quantités minimales d'achat. En effet, si certains produits se distribuent à l'unité ou à la boîte, ils s'achètent le plus souvent à la boîte ou à la caisse.

Le niveau de service :

Etant donné l'objectif avoué dès le début de rétablir la confiance des services utilisateurs internes, le niveau de service objectif a été fixé à 99 %.

3.1.3 Les résultats

3.1.3.1 *Le modèle de départ.*

Intuitivement, si nous observons les données, nous remarquons que le coût de passation de commande de la majorité des produits est bien plus important que celui de détention d'environ 20% de la valeur d'une unité en stock.

En effet, si le premier varie, selon nos estimations, entre 7 et 20 euros, le second varie entre 0,39 euros (= 20% du produit le moins cher) et 66,79 euros (= 20% du produit le plus cher) et est inférieur à 9,62 euros pour 75% des produits.

Nous en déduisons donc facilement que les solutions optimales proposées par le modèle seront, pour une grande partie des produits, de commander en grande quantité et moins souvent. Les résultats détaillés par produit et selon trois scénarii sont présentés en annexe n°5. Ils confirment notre intuition initiale : pour la majorité des produits, peu de commandes sont effectuées, qu'ils soient utilisés très fréquemment ou moins souvent.

Les trois scénarii ont été réalisés avec un coût de passation de commande respectivement égal à 7, 13,5 et 20 euros et un taux de détention en stock respectivement égal à 30%, 20% et 10%. Le premier ainsi que le troisième scénarii représentent les deux cas extrêmes, leurs résultats indiquent essentiellement les bornes entre lesquelles devraient varier le nombre de commandes et le stock moyen adéquat. Le deuxième quant à lui constituera la base pour la suite de l'analyse et c'est avec les valeurs du coût de passation de commande $K=13,5$ euros et du taux de détention équivalent à 20% que nous comparerons les modèles suivants. Le résumé global des trois scénarii est présenté ci-dessous.

	Scénario n°1	Scénario n°2	Scénario n°3
Nombre total de commandes.	290	469	181
Somme des stocks moyens (en unité).	3003	2158	4512
Coût Total	11153.50 €	12004.6 €	8509.95 €

Tableau 14 Comparaison des trois scénarii en fonction du nombre total de commandes, du stock moyen total ainsi que du coût global attendu.

Si les résultats du deuxième scénario encouragent le CHR Mons-Warquignies à commander plus régulièrement (469 commandes au total si aucune commande groupée n'est réalisée par rapport à 290 pour le premier scénario et 181 pour le dernier), ceux du troisième favorisent l'accumulation d'un grand nombre de produits en stock. Nous remarquons également que les coûts sont d'autant plus bas que le nombre de commandes diminue et que le stock est abondant. Ceci s'explique par le prix relativement faible de la majorité des produits considérés dans cette étude.

Toutefois, ces résultats ne pourraient être utilisés dans notre cas réel. Deux raisons sont à la base de ce constat :

1. Une des hypothèses sous-jacentes à ce modèle est la constance des délais de réapprovisionnement. La variabilité de ceux-ci est pourtant un fait réel dont il faut se soucier. En effet, s'il n'est pas pris en compte, le stock de sécurité, non adapté, risque d'être insuffisant, entraînant des ruptures de stock.
2. Nous ne tenons pas compte de la capacité de stockage limitée du magasin central du CHR Mons-Warquignies. Il lui est cependant impossible de stocker pour chaque produit sa consommation de plusieurs mois.

Afin de pouvoir proposer des valeurs pour Q et R correctes et applicables au cas réel, nous avons intégré tout d'abord la variabilité des délais. Ce deuxième modèle permettra alors d'évaluer l'impact pour le service des achats du CHR Mons-Warquignies de ne pas être certain de la date de réception de ses produits. Finalement, un dernier ajustement, et non des moindres, sera l'introduction d'une contrainte de capacité. Nous pourrions alors émettre un avis sur les emplacements de stockage laissés à la disposition des différents produits. Sont-ils suffisants pour soutenir un taux de service égal à 99% ? Quel est l'impact financier d'un emplacement limité ?

3.1.3.2 Le modèle à deux variables aléatoires : la demande et le délai de réapprovisionnement.

Dans ce modèle, nous rajoutons, en plus de l'incertitude liée à la demande, l'incertitude liée au délai de réapprovisionnement. Si dans le modèle précédent, nous avons considéré ses trois composantes comme fixes, nous allons dès à présent apprécier la variabilité associée au délai de livraison des fournisseurs

Afin d'expliquer le faible impact de la variabilité du délai de réapprovisionnement lorsque la capacité de stockage est infinie, voici les résultats détaillés de chacun des deux modèles. Le modèle (1) est celui où nous avons considéré les différents délais comme fixes, l'autre (2) tient quant à lui compte de la variabilité.

Id_Produit	Q (1)	Q (2)	R (1)	R (2)	Coût (1)	Coût (2)
12420	80	80	83	91	€ 1.096,65	€ 1.209,85
12446	73	74	35	40	€ 403,62	€ 430,95
12305	120	120	55	70	€ 409,91	€ 472,80
12451	560	570	212	244	€ 323,84	€ 343,84
33117	13	13	6	6	€ 313,01	€ 316,99
12421	33	34	12	13	€ 268,39	€ 280,80
12487	210	210	65	73	€ 248,85	€ 258,71
12362	19	19	7	8	€ 264,65	€ 282,18
12425	270	280	80	89	€ 224,23	€ 232,15
12452	390	390	130	140	€ 236,08	€ 241,89
12243	3	3	2	2	€ 303,67	€ 306,25
12513	170	170	43	48	€ 197,91	€ 204,01
12450	340	340	88	97	€ 196,65	€ 201,99
12435	190	190	48	57	€ 192,17	€ 204,58
12364	90	90	33	35	€ 220,40	€ 226,89
13001	4	4	3	3	€ 281,67	€ 283,67
12368	12	12	7	7	€ 239,97	€ 241,53
12282	72	72	16	19	€ 168,13	€ 177,27
12422	32	32	7	7	€ 145,72	€ 147,24
12433	42	48	9	10	€ 141,89	€ 148,22
25578	12	12	4	4	€ 163,02	€ 164,37
12306	60	60	13	15	€ 142,53	€ 148,67
12526	120	120	20	23	€ 134,35	€ 137,98
12390	10	10	15	16	€ 269,78	€ 284,71
12393	48	48	21	21	€ 182,29	€ 182,89
12327	27	28	6	9	€ 136,29	€ 154,21
24879	55	55	11	12	€ 135,80	€ 138,20
12447	12	12	7	7	€ 221,44	€ 221,91
12369	70	70	19	20	€ 140,13	€ 142,89
12309	20	20	5	5	€ 135,59	€ 135,62
12339	24	24	16	16	€ 196,28	€ 197,10
12434	36	36	6	6	€ 113,85	€ 115,16
12394	4	4	2	2	€ 149,56	€ 150,01
24010	130	130	19	20	€ 85,48	€ 86,11

12363	40	40	14	14	€ 133,59	€ 134,11
12341	40	40	5	5	€ 98,44	€ 98,65
12404	35	35	5	5	€ 100,30	€ 100,47
30494	35	40	8	8	€ 99,97	€ 100,78
13003	3	3	1	1	€ 121,45	€ 121,78
12275	38	38	5	6	€ 85,21	€ 87,96
12758	8	8	2	2	€ 85,00	€ 85,32
12804	8	9	2	2	€ 95,12	€ 96,00
12424	12	12	2	2	€ 78,77	€ 79,04
24528	36	36	10	12	€ 62,71	€ 66,96
12444	20	20	2	2	€ 39,65	€ 39,73
12399	600	650	188	326	€ 259,09	€ 330,73
12419	7	7	4	4	€ 321,66	€ 328,58
12402	500	500	118	210	€ 203,75	€ 250,57
12527	6	6	4	4	€ 288,04	€ 289,94
12994	5	5	1	1	€ 56,46	€ 56,57
12381	4	4	2	2	€ 215,36	€ 215,31
12293	7	7	2	2	€ 105,00	€ 105,22
12382	5	5	1	1	€ 68,10	€ 68,15
12287	2	2	1	1	€ 19,32	€ 19,31
16079	60	60	7	8	€ 145,29	€ 148,02
12294	36	36	8	8	€ 134,57	€ 134,46
12449	48	48	7	8	€ 108,49	€ 111,99
12329	40	41	6	8	€ 101,05	€ 107,35
12448	4	4	1	1	€ 43,32	€ 43,35
					€ 11.153,50	€ 11.691,99

Tableau 15 Comparaison du modèle de base avec celui intégrant la variabilité du délai de réapprovisionnement.

Devant désormais pallier les deux types d'incertitude, nous constatons que la variabilité du délai de réapprovisionnement a essentiellement impacté le point de commande R. L'impact de l'augmentation du point de commande sur le coût global reste néanmoins faible.

Pourtant, si nous examinons de plus près la formule du coût global, nous constatons qu'une augmentation du point de commande accroît le coût de détention ainsi que celui de pénurie. A l'inverse, le nombre attendu de produits non livrés à temps par cycle ($n(R)$) diminue lorsque R augmente. Dans notre cas, toutefois, ce dernier ne varie pas car nous avons fixé au départ le taux de service à 99%, $n(R)$ est donc fixe lui aussi.

Malgré cela, l'impact constaté est faible. Nous l'expliquons d'une part par les prix des produits relativement peu élevés et, d'autre part, parce que certains produits, non consommés régulièrement, n'entraînent pas de modification des deux variables de décision.

En outre, nous pensons également que, si l'impact est aussi faible, la cause en est que la principale variable ajustée est le point de commande. Avec une capacité de stockage finie, nous imaginons néanmoins qu'une augmentation du point de commande aurait un impact négatif sur la quantité à commander, qui, comme démontré dans l'analyse précédente, accroîtrait de manière significative le coût global attendu.

3.1.3.3 Le modèle avec capacité de stockage finie.

Les résultats des deux premiers modèles préconisent de commander peu souvent de grandes quantités. Toutefois, le local disponible pour entreposer ces différents produits étant assez réduit, sa capacité de stockage reste limitée. L'ajout d'une telle contrainte apparaît comme une nécessité absolue pour éviter d'émettre des recommandations intenable sur le terrain.

Nous avons donc récolté les données relatives au stockage des différentes références et surtout le nombre de produits susceptibles d'être stockés à leur emplacement respectif. Dans un premier temps, nous avons identifié les produits pour lesquels les variables de décision Q et R étaient compatibles avec la contrainte de capacité $Q+R \leq S$ avec S la capacité de stockage maximale (XIAOBO & Al., 2007). Ceux-ci sont peu nombreux ce qui indique que l'emplacement assigné à la plupart des produits est trop restreint pour soutenir les recommandations de la politique « optimale ». Cependant, cette contrainte est fort exigeante et nous sommes convaincus qu'il est possible de proposer de meilleurs résultats en la restreignant quelque peu.

En effet, elle émet l'hypothèse que, pendant le délai de réapprovisionnement, la demande vaut zéro et qu'au moment de la réception de la commande, il faut donc être capable de stocker la quantité commandée ajoutée au point de commande qui l'a déclenchée. Cette représentation simpliste de la contrainte ne fournit pas la solution optimale puisqu'il est peu probable que la demande du produit pendant le délai de livraison soit égale à zéro. De plus, les espaces de stockage étant pour certains produits très limités, il n'est pas rationnel de l'appliquer telle quelle, les solutions proposées aboutissant à un taux de service inacceptable.

Nous avons dès lors décidé de relâcher la contrainte de la façon explicitée ci-dessous. Le procédé se base sur l'hypothèse de départ qui suppose que la demande pendant le délai de réapprovisionnement suit une loi normale. Nous pouvons donc assigner une probabilité d'occurrence à chaque valeur de la demande et estimer un risque fictif de sur-stockage correspondant au pourcentage de chance que la demande réelle soit inférieure à une valeur prédéfinie.

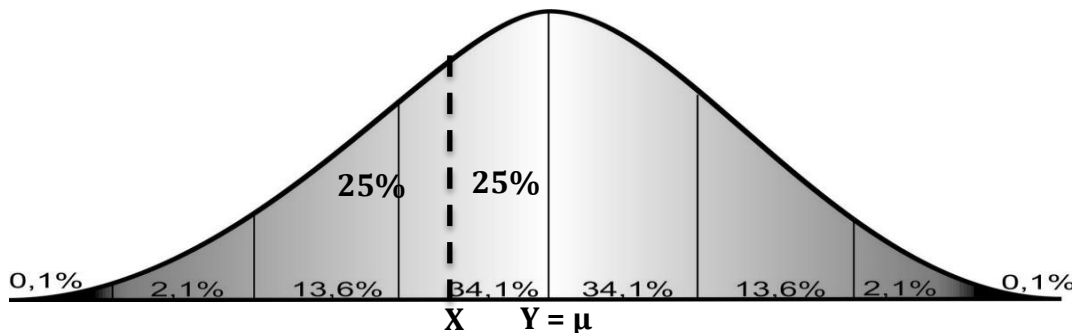


Figure 17 Densité de probabilité de la loi normale.

Ainsi pour chaque produit, avons-nous calculé la valeur de la demande telle que la probabilité que la demande réelle pendant le délai de réapprovisionnement soit inférieure et que dès lors il n'y ait pas suffisamment d'espace disponible pour stocker les produits à leur réception soit égale à tour de rôle à 25% et 50%. Pour ceci, nous avons à nouveau utilisé un tableur et introduit la formule suivante : LOI.NORMALE.INVERSE.N (probabilité, moyenne, écart-type).

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après qui a été coloré de la manière suivante : les produits, dont la somme des variables de décision Q et R issues du modèle précédent (2) est inférieure à S sont colorés en vert ; ceux dont cette même somme est inférieure à respectivement S + X et S + Y sont colorés respectivement en jaune et orange et finalement, ceux colorés en rouge ne satisfont aucune des trois contraintes. Il sera donc impossible pour eux de satisfaire un taux de service égal à 99% au moindre coût étant donné l'espace de stockage avec un risque de sur-stockage inférieur à 50%. Pour ces produits un nouveau calcul sera effectué.

Id_Produit	Q	R	Capacité Max (0% de risque de sur-stockage) = S	Capacité Max (25% de risque de sur-stockage) = S + X	Capacité Max (50% de risque de sur-stockage) = S + Y
12420	80	91	60	86	106
12446	74	40	36	54	62
12305	120	70	432	453	469
12451	570	244	160	283	331

33117	13	6	8	9	11
12421	34	13	24	28	31
12487	210	73	80	113	129
12362	19	8	30	32	34
12425	280	89	300	336	357
12452	390	140	160	202	239
12243	3	2	7	7	7
12513	170	48	80	100	112
12450	340	97	160	200	224
12435	190	57	60	76	92
12364	90	35	150	153	164
13001	4	3	4	4	4
12368	12	7	36	36	38
12282	72	19	72	79	84
12422	32	7	5	7	9
12433	48	10	36	39	42
25578	12	4	10	10	11
12306	60	15	75	78	83
12526	120	23	80	90	96
12390	10	16	10	10	15
12393	48	21	24	24	30
12327	28	9	14	15	18
24879	55	12	20	23	27
12447	12	7	22	22	23
12369	70	20	300	301	308
12309	20	5	90	91	92
12339	24	16	48	48	52
12434	36	6	30	32	34
12394	4	2	7	7	7
24010	130	20	40	43	51
12363	40	14	240	240	244
12341	40	5	40	43	47
12404	35	5	11	13	14
30494	40	8	20	20	23
13003	3	1	4	4	4
12275	38	6	18	20	21
12758	8	2	2	2	3
12804	9	2	8	8	9
12424	12	2	5	5	6
24528	36	12	24	25	27
12444	20	2	10	10	12
12399	650	326	200	222	324
12419	7	4	6	6	7
12402	500	210	200	215	283
12527	6	4	2	2	3
12994	5	1	6	6	6

12381	4	2	2	2	2
12293	7	2	2	2	2
12382	5	1	8	8	8
12287	2	1	2	2	2
16079	60	8	17	20	22
12294	36	8	96	96	99
12449	48	8	14	16	18
12329	41	8	12	14	16
12448	4	1	24	24	24

Tableau 16 Comparaison des solutions du modèle intégrant la variabilité des délais de réapprovisionnement avec les différentes contraintes de stockage (capacité réelle, capacité réelle + X, capacité réelle + Y).

Vu l'espace de stockage qui leur est alloué, ceci même lorsqu'un risque de sur-stockage est introduit, les variables de décision proposées par le second modèle (où la variabilité du délai de réapprovisionnement est prise en compte et où le taux de service a été fixé à 99%) ne sont pas tenables pour 41 produits sur les 59 étudiés.

En omettant cette fois l'objectif de minimisation des coûts, nous avons donc tenté de proposer des valeurs de Q et R réellement applicables, c'est-à-dire conciliables avec la contrainte $Q + R \leq S + Y$. De plus, les solutions doivent satisfaire les deux contraintes supplémentaires suivantes : $Q \leq S$ et $R \leq S$ ainsi que prendre en compte les multiples et quantités minimales d'achat. L'objectif est de maximiser le taux de service. Notons également que nous avons, cette fois, fixé le coût de pénurie, devenu désormais une constante dérivée du modèle précédent et définie implicitement au moyen de la contrainte sur le taux de service du modèle précédent. Il est égal à $p = \frac{Qh}{[1-F(R)]\lambda}$ (NAHMIAS, 2009).

Les résultats obtenus suivant ce procédé sont les suivants :

Id_Produit	Nom Produit	Q	R	Nombre de Commandes	Stock Moyen	Coût Total Attendu	Taux de Service
12420	Essuie-Mains Cell Tork 6Pli 1600p	40	60	40	35	2652,19€	85%
12446	Champ De Table 78X210Cm 100p	26	36	32	23	684,69 €	95%
12305	Attache Poignets /Chevilles	120	70	11	93	472,80 €	99%
12451	Gant Strechvinyl Medium 100p	160	160	35	69	928,97 €	79%
33117	Papier Table Ex .Plastifié 50Cmx68M 12 Rouleaux	5	6	19	6	437,43 €	97%
12421	Papier Table Ex.55Cmx53M 1Pli 8 Rouleaux	12	13	21	12	411,05 €	98%
12487	Gant Nitratex Lg M Ss Poudre Medium 100p	50	79	32	55	525,65 €	98%

12362	Tube Silicone 5X8Mm 25M	18	8	7	13	282,18 €	99%
12425	Blouse Visiteur - Bleu 10p	280	87	7	170	231,04 €	99%
12452	Gant Stretchvinyl Large 100p	100	140	26	111	465,98 €	96%
12243	Electrode Neonat Softrace 2321 300p	3	2	6	3	306,25 €	99%
12513	Gant Nitratex Lg M Ss Poudre Large 100p	60	52	17	50	305,28 €	98%
12450	Gant Stretchvinyl Small 100p	120	104	17	100	306,98 €	98%
12435	Masque Jaune/Soins T47117 50P	30	62	37	45	586,70 €	96%
12364	Attele Perf. Enfant 651	90	35	6	66	226,89 €	99%
13001	Duo Clip Velcro Pr Trache 60p	1	3	21	3	415,14 €	99,6%
12368	Masque Respi. Jaune Ffp2 50p	12	7	6	11	241,53 €	99%
12282	Bassin Reniforme P.E. Re 120p	63	21	7	40	179,29 €	99%
12422	Mouchoir Neutre 2P21X22Cm	4	5	36	3	620,37 €	81%
12433	Masque Chir. / Peau Sensible 50P	30	12	7	21	157,96 €	99%
25578	Attache Velcro pour Sonde Foley 10p	7	4	7	6	176,90 €	99%
12306	Electrode Adulte N4500 2x30p	60	15	5	37	148,67 €	99%
12526	Gant Nitratex Lg M Ss Poudre Small 100P	70	26	7	45	154,07 €	99%
12390	Tensiomètre Welch Allyn Durashock Manuel	10	5	5	5	799,88 €	77%
12393	Oreiller Stan Matel	12	18	15	17	364,63 €	93%
12327	Tubulure Universelle Renfl. Diam 6mm 50mm	9	9	13	9	238,78 €	98%
24879	Veste De Bloc A Pressions Med/Large 10 p	15	12	14	13	247,96 €	97%
12447	Masque Respi. Blanc Ffp3 20P	12	7	3	12	221,91 €	99%
12369	Attele Perf Neonat 652	70	20	4	47	142,89 €	99%
12309	Garrot Prameta Vert	20	5	4	13	135,62 €	99%
12339	Cold/Hot Pack 30X38 3Part 1P	24	16	3	24	197,10 €	99%
12434	Masque Anti Buee Orange 50P	24	10	5	18	126,82 €	99,9%
12394	Matelas Confort Hr43/55 195/85/14cm 1p	4	2	4	3	150,01 €	99%

24010	Blouse De Protection Jaune En NT Imperméable *10p	25	26	14	28	228,22 €	98%
12363	Attele Perf. Adult 650	40	14	4	30	134,11 €	99%
12341	Rasoir Universel 1Lame 100P	40	5	3	21	98,65 €	99%
12404	Bonnet Flory Vert Femme 100p	5	9	23	8	333,25 €	99,90%
30494	Veste de bloc à pressions Large *10 p	10	13	11	15	183,06 €	99,80%
13003	Tube Clip Normal Endotrac 100P	3	1	3	2	121,78 €	99%
12275	Gel Aquasonic 100 5Lit	15	6	7	10	123,57 €	99%
12758	Urinal Homme Disposable	1	2	18	2	263,91 €	99%
12804	Embout/Thermoscan 800p	7	2	3	5	93,57 €	99%
12424	Papier Table Ex.40Cmx50M 1Pli 8 Rouleaux	3	3	9	4	150,65 €	99%
24528	Silkospray	12	15	5	16	93,86 €	99%
12444	Tablier Plast.L107Cm 25My 100P	10	2	2	6	45,90 €	99%
12399	Sac Receptal Blanc 2000MI ref 620631	100	200	47	126	1514,42 €	70%
12419	Lame Rasoir-Surg.9660Clip 50p	2	5	26	5	519,19 €	99%
12402	Sac Receptal Bleu 2000MI ref 620619	100	150	31	117	757,99 €	85%
12527	Poche Télémétrie/Pouches 50p	1	2	33	2	1234,08 €	71%
12994	Papier Table Ex.50Cmx50M1PI I 12Rouleaux	5	1	2	3	56,57 €	99%
12381	Protection Latex Pr S.Ech 10X100P	1	1	17	1	330,06 €	95%
12293	Lunette Protection Prema 1Dz	1	1	21	1	328,04 €	93%
12382	Chaux Sodée / Medisorb Soda 2x2,5kg	5	1	24	3	68,15 €	99%
12287	Tube Latex 6X9Mm 15M	1	1	1	1	22,51 €	100%
16079	Bande Gyneco. Non Ster. 18X10P	12	10	23	11	341,72 €	99%
12294	Skin Traction Kit Adulte Adhésif 1p	36	8	4	23	134,46 €	99%
12449	Serviette-Bonline-34X38Cm 100p	12	6	13	8	223,27 €	93%
12329	Tubulure Argyle N 7 30.5M	6	10	22	9	325,84 €	99%
12448	Masque Visiere Technol 25P	4	1	1	31	43,35 €	99%

Total :				846	1666	21313,79 €	
----------------	--	--	--	------------	-------------	-------------------	--

Tableau 17 Détermination des valeurs des variables de décision Q et R lorsque l'espace disponible est limité et indicateurs de performance associés obtenus au moyen du modèle mathématique réalisé avec MS Excel.

Nous remarquons que pour les produits dont la ligne est colorée en gris, le respect tant bien que mal de la contrainte de stockage implique une chute importante du niveau de service qui est inacceptable. A l'heure actuelle, la solution mise en place pour pallier à ce manque de « ressource » est de stocker le surplus en face ou à côté de l'emplacement dédié.

Ainsi pour la plupart de ces produits, la somme des variables de décision Q et R actuelles dépasse la capacité de stockage fictive (S + Y) que nous avons déterminée. L'explication vient du fait que souvent un surplus pas trop important de produits peut être « rangé » en attente et ne fait pas automatiquement l'objet d'un retour fournisseur. A court terme il s'agit donc d'une solution envisageable, surtout si le souci ne concerne que quelques produits peu encombrants.

Etant donné ce constat, voici les quelques produits pour lesquels les valeurs en vigueur actuellement ne respectant aucune contrainte stricte de capacité, fournissent un meilleur taux de service. Notons toutefois que nous avons associé à ces valeurs de Q et de R un risque de sur-stockage³² et laissons à l'appréciation du service des achats la décision finale quant à ces produits.

Id_Produit	Nom Produit	Q	R	Taux de Service	Risque de sur-stockage
12446	Champ De Table 78X210Cm 100p	36	36	96,5 %	81 %
12451	Gant Stretchvinyl Medium 100p	180	250	97 %	92 %
12422	Mouchoir Neutre 2P21X22Cm	4	6	89 %	62 %
12393	Oreiller Stan Matel	24	18	96,5 %	85 %
12381	Protection Latex Pr S.Ech 10X100P	4	3	100 %	>100 %
12293	Lunette Protection Prema 1Dz	5	5	100 %	>100 %
12399	Sac Receptal Blanc 2000Ml ref 620631	200	200	85 %	70 %
12402	Sac Receptal Bleu 2000Ml ref 620619	200	200	97 %	88 %
12527	Poche Télémétrie/Pouches 50p	4	4	99 %	+/- 100 %

Tableau 18 Valeurs de Q et R attribuées par le service des achats donnant un meilleur taux de service parce que ne respectant pas la contrainte de capacité mais donnant lieu régulièrement à un stockage « périlleux ».

³² Pour rappel, la probabilité que la demande pendant le délai de réapprovisionnement soit inférieure à Q+R-S.

Néanmoins, nous sommes convaincus que si le service des achats a l'ambition de fournir au mieux les services utilisateurs en matériel divers sans instaurer une sorte d' « anarchie » qui serait à terme difficile à contrôler, il doit, à plus long terme :

1. Soit repenser sa zone de stockage ou en tout cas les emplacements des produits « à problème » tels que les essuie-mains (12420), les gants stretchvynil medium (12451), les mouchoirs (12422), les tensiomètres (12390), les sacs receptal blancs (12399) et bleus (12402) ainsi que les poches télémétries (12527) ;
2. Soit tenter de réduire par tous les moyens le délai de réapprovisionnement, c'est-à-dire supprimer le délai d'approbation par la direction pour les commandes de réapprovisionnement, négocier auprès des fournisseurs pour obtenir les produits endéans des délais plus courts et moins volatiles (citons l'exemple de WM Supplies qui peut livrer dans les 2 comme dans les 19 jours (minimum et maximum de la distribution observée)) ou même contrôler les propositions de commandes émises par le logiciel plus souvent. Cette dernière proposition est cependant à double tranchant car elle risque de multiplier davantage le nombre de commandes.

Notons qu'outre l'impact sur le taux de service, l'espace limité du magasin central affecte également le coût global en nette augmentation. En effet, si nous voulons maximiser le taux de service, nous devons maintenir une valeur du point de commande suffisamment élevée ce qui, avec la contrainte de capacité dans sa forme présentée plus haut, oblige à commander plus souvent de petites quantités. La différence de coût est estimée à 9621,8 euros pour une année, représentant une augmentation de plus de 82% par rapport au coût total initial³³.

3.1.4 Le recul critique

Les trois modèles présentés ci-dessus sont basés sur une série d'hypothèses restrictives. Citons, par exemple, le fait que nous considérons un produit à la fois et que dès lors aucune interaction entre eux n'est prise en compte. Les résultats, tels que le nombre de commandes sur une année, sont donc maximum. Nous savons, qu'en réalité, les commandes de produits de même fournisseur tendent à être regroupées autant que possible.

³³ Voir modèle (2).

Nous n'avons pas non plus intégré dans ces modèles la possibilité de changement de préférence émanant des différents services utilisateurs qui pourrait rendre moins populaire certains produits au profit d'autres plus nouveaux. Nous avons admis, en réalité, que l'écoulement des anciens produits était toujours possible et s'effectuait sans coût supplémentaire. Aucun coût d'obsolescence n'a donc été pris en compte.

Enfin, concernant les données, l'utilisation de l'historique des sorties de stock en lieu et place de la demande introduit un décalage, même s'il a été réduit en considérant la demande hebdomadaire.

3.2 La détermination du deuxième modèle d'analyse : le modèle périodique (S, s)

Malgré la connaissance à tout moment du niveau de stock, le contrôle par le service des achats des propositions de commande émises par Rimses ne s'opère pas quotidiennement. En conséquence, la passation de commande ne se réalise pas immédiatement après que le niveau de stock ait atteint le point de commande (NAHMIAS, 2009). Ceci a été pris en compte dans le premier modèle d'analyse en ajoutant au délai de livraison, un temps supplémentaire de traitement interne ainsi qu'un délai d'approbation des commandes par la direction. Toutefois, nous aurions pu procéder d'une manière différente et aborder le problème de gestion des stocks du CHR Mons-Warquignies avec un modèle périodique, le niveau de stock de chaque produit étant examiné une fois par semaine. Différents modèles périodiques existent mais le plus adéquat au vu de l'existence d'un coût de passation de commande semble être le modèle (s, S). Le choix de ce second modèle est également influencé par les possibilités offertes par Rimses quant à la gestion des stocks et au déclenchement des réapprovisionnements, des possibilités qui permettent au service des achats de mettre également en œuvre cette méthode.

3.2.1 Le procédé et les variables de décision du modèle périodique (s, S)

La logique qui sous-tend le modèle est expliquée ci-après. Brièvement, à chaque début de période, le niveau de stock de chacun des produits est calculé et comparé à une valeur s , prédéfinie. Si celui-ci est supérieur à ce seuil s , aucune commande n'est passée. Au contraire, s'il est inférieur, une commande est enclenchée. Cette façon de procéder ressemble assez fortement au modèle présenté précédemment, puisque nous pouvons comparer le seuil s au point de commande R . Cependant, la différence réside

dans la quantité commandée qui n'est désormais plus fixe mais varie de sorte à atteindre un niveau de réapprovisionnement S fixé préalablement (NAHMIAS, 2009). Cette approche est illustrée ci-dessous.

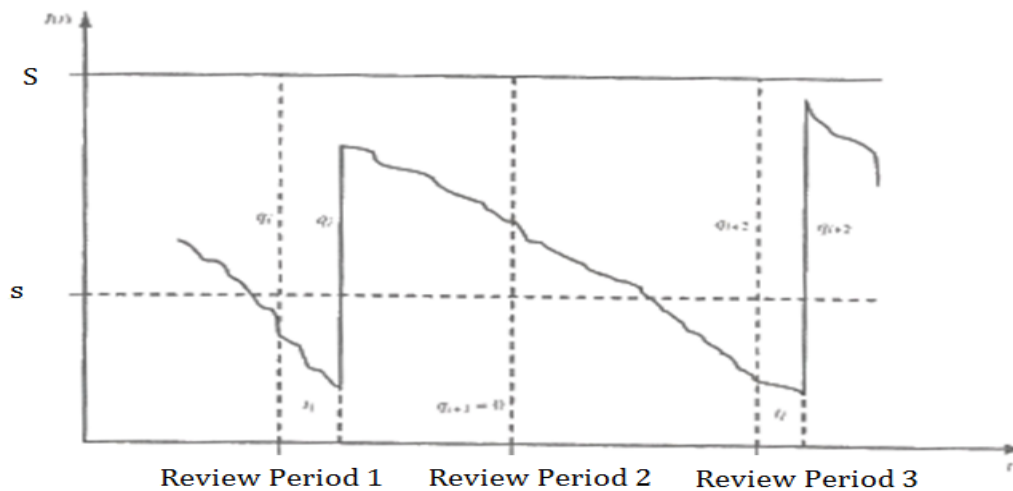


Figure 18 Politique de stockage via point de commande et stock maximum (s, S) (GHIANI & Al., 2004).

Deux conditions sont donc nécessaires pour enclencher la procédure de commande : il faut d'une part se trouver au début d'une période et d'autre part que le niveau de stock à ce moment soit plus petit que le niveau seuil, s , prédéfini.

3.2.2 Les paramètres

Nous n'utiliserons pas de modèle mathématique pour obtenir les valeurs des variables de décision s et S . En effet, selon GHIANI & Al. (2004) et NAHMIAS (2009), il est fort complexe de les déterminer. Tous deux proposent de remplacer respectivement s et S par R et $R+Q$ (du modèle (Q, R)).

N'ayant pas utilisé de modèle mathématique, une des façons d'évaluer la performance du système de gestion des stocks périodique (s, S) revient à simuler, au moyen du tableur MS Excel, l'évolution quotidienne du niveau de stock, variant au rythme des entrées et sorties. Vous trouverez cette simulation en annexe n°6.

Les sorties de stock interviennent chaque jour ouvrable au rythme des demandes quotidiennes des services internes utilisateurs. Ces dernières sont simulées au moyen de la formule suivante : `ARRONDI (MAX (0;LOI.NORMALE.INVERSE(nombre aléatoire ; demande quotidienne moyenne; écart-type de la demande quotidienne));0)`. Comme mentionné précédemment, l'approximation de la demande par la loi normale implique qu'elle peut être potentiellement négative. Voulant éviter ce cas de figure, nous

avons décidé de remplacer ces valeurs négatives par zéro au moyen de la fonction MAX. De plus, évaluer approximativement la demande, variable discrète par une autre continue signifie qu'elle peut prendre n'importe quelle valeur réelle entre deux bornes ($\mu \pm 3\sigma$). Ceci étant également impossible en réalité, nous avons arrondi les valeurs obtenues afin de ne travailler qu'avec des valeurs entières.

Les entrées de stock, quant à elles, sont effectuées chaque matin suivant le jour de livraison des produits. Le délai de livraison est simulé comme la demande quotidienne et un compteur donne l'information du nombre de jours restants avant la livraison. La quantité commandée, proposée par Rimses, varie non seulement en fonction de la capacité de stockage maximale fictive (S) mais aussi en fonction des unités d'achat (multiple) de sorte que la proposition de réapprovisionnement soit toujours arrondie vers le bas lorsque des multiples sont utilisés. Dans le tableur, ceci correspond à $\text{PLANCHER}(S + \text{demande quotidienne jour } j - \text{stock initial jour } j; \text{multiple})$.

Notons qu'en cas de rupture de stock, c'est-à-dire lorsque la demande est supérieure au niveau de stock initial du jour j, la différence (demande quotidienne jour j – niveau de stock jour j) est placée en attente et assouvie dès réception de la commande suivante.

3.2.3 Les résultats

Cinquante simulations, sur une durée d'une année chacune, ont été réalisées. Pour chacun des produits, les résultats qui ont retenus notre attention sont : le taux de service de type 2, nous entendons donc le pourcentage de la demande assouvie à temps ainsi que le coût global associé aux politiques de stockage et d'approvisionnement testées. Le nombre de commandes ainsi que le niveau de stock moyen, impactant ces deux indicateurs de performance, sont également présentés. N'oubliant pas aussi le risque de sur-stockage, une estimation de la probabilité que le niveau de stock soit supérieur à la capacité de stockage réelle est ajoutée à nos résultats. Toutefois, plutôt que de fournir une valeur moyenne unique pour l'ensemble de ces variables, nous avons choisi de présenter un intervalle de confiance exprimant plutôt les bornes entre lesquelles celles-ci sont susceptibles de se trouver 95% du

temps. Les bornes de l'intervalle sont calculées comme suit :

$$\bar{X} - Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{avec } Z=1,96^{34}.$$

³⁴ Cours d'Inférence Statistique, UCL-MONS, Année Académique 2009-2010.

L'ensemble des résultats sont présentés au sein de la sous-section suivante et détaillés en annexe n°7. Néanmoins, nous pouvons déjà avancer que le modèle périodique (s, S) semble être plus adéquat encore que le modèle à point de commande (Q, R) pour la situation dans laquelle se trouve le CHR Mons-Warquignies. En effet, en plus de prendre en compte le coût de passation de commande (via la détermination d'un point de commande et donc le refus de commander systématiquement à chaque début de période), il permet de tenir compte des variations et incertitudes liées à la demande en ajustant au mieux la quantité à commander. De plus, même s'il n'est pas possible avec la simulation effectuée de rendre compte du regroupement des commandes, il est évident tout de même que le contrôle du niveau de stock une fois par semaine seulement réduit instantanément le nombre de commandes et donc les frais associés. Nous devons donc insister sur le fait que le coût total pour ce modèle sera surestimé.

3.2.4 Le recul critique

La simulation a été réalisée suivant la façon de fonctionner du logiciel de gestion d'entrepôt Rimses. Nous n'avons cependant pas rendu possible l'existence de deux commandes simultanées pour un même produit qui entraîne une condition de plus à satisfaire lors du choix de passer une commande. En réalité, cette contrainte peut ne pas être suivie et il est évident qu'en cas d'urgence, deux commandes pour un même produit peuvent être effectuées. Cependant ceci est plus l'exception que la règle générale.

Autre chose à préciser : le stock moyen a été calculé à partir du stock initial (de début de journée), il se peut donc qu'il soit un peu surestimé (ALCOUFFE, 1987).

De plus, la mise à disposition des produits livrés uniquement le lendemain matin, allonge d'un jour le délai de livraison mais c'est une volonté assumée étant donné le fonctionnement réel du service des achats.

Finalement, nous devons noter également que l'approximation de la demande quotidienne par la loi normale et la façon dont nous l'avons utilisée ci-contre surestime la demande annuelle des produits. Ce phénomène induit des résultats pires que ce qu'ils seraient en réalité, le taux de service étant tiré vers le bas et les coûts vers le haut. Des réserves sont donc émises quant aux résultats fournis par la simulation. Une autre façon de procéder et plus judicieuse pour obtenir de réelles prévisions quant à la

performance des paramètres déterminés suivant telle ou telle méthode aurait pu être d'utiliser les distributions de probabilité observées durant l'année 2012. Cependant, le but avoué de la simulation étant essentiellement de comparer les différentes méthodes, nous n'avons pas jugé utile de recourir à ce procédé.

3.3 La comparaison des deux modèles et des valeurs actuellement en vigueur

Pour finir, nous avons tenu à comparer au moyen du même instrument, la simulation, et suivant l'ensemble des variables énoncées ci-avant, les deux modèles présentés dans ce chapitre. De plus, n'ayant pas réalisé au préalable un état des lieux détaillé, la simulation semble être un bon outil pour comparer la performance de ce qui se pratique actuellement avec ce qui est proposé dans ce travail. Remarquons également que si des nombres aléatoires ont été nécessaires à la simulation de la demande et du délai de livraison, nous avons fixé ces nombres afin de pouvoir comparer ce qui est réellement comparable.³⁵

Avant la présentation des résultats nous souhaitons toutefois rappeler que les performances des trois politiques de stockage différentes sont moins bonnes que ce qu'elles seraient en réalité en raison de la surestimation de la demande. Ceci met en évidence qu'un changement de la demande nécessiterait un nouveau calcul des paramètres de gestion des stocks pour quelques produits, la performance associée aux valeurs des variables de décision de certains produits étant plus sensible à l'augmentation de celle-ci. Ces derniers devraient donc faire l'objet d'un calcul plus fréquent des paramètres.

La politique actuellement menée au sein du service des achats est une gestion par point de commande et quantité économique. Sa performance moyenne³⁶ pour chacun des produits est tracée en rouge. Ensuite, dans un premier temps, nous avons proposé des nouvelles valeurs pour les variables de décision (Q et R). La performance de cette première solution est tracée en vert. Enfin, la troisième politique consiste en la commande d'une quantité variable à intervalle variable : c'est une politique via point de commande et stock maximum. La performance de celle-ci est quant à elle tracée en mauve.

³⁵ La simulation, réalisée avec le tableur MS Excel, du modèle continu à point de commande et quantité économique est disponible en annexe n°8.

³⁶ L'ensemble des valeurs moyennes pour chaque produit et chaque politique de stockage est présenté en annexe n°9.

Pour commencer, voyons les performances des trois politiques de stockage et de réapprovisionnement pour l'ensemble des produits suivant le taux de service.

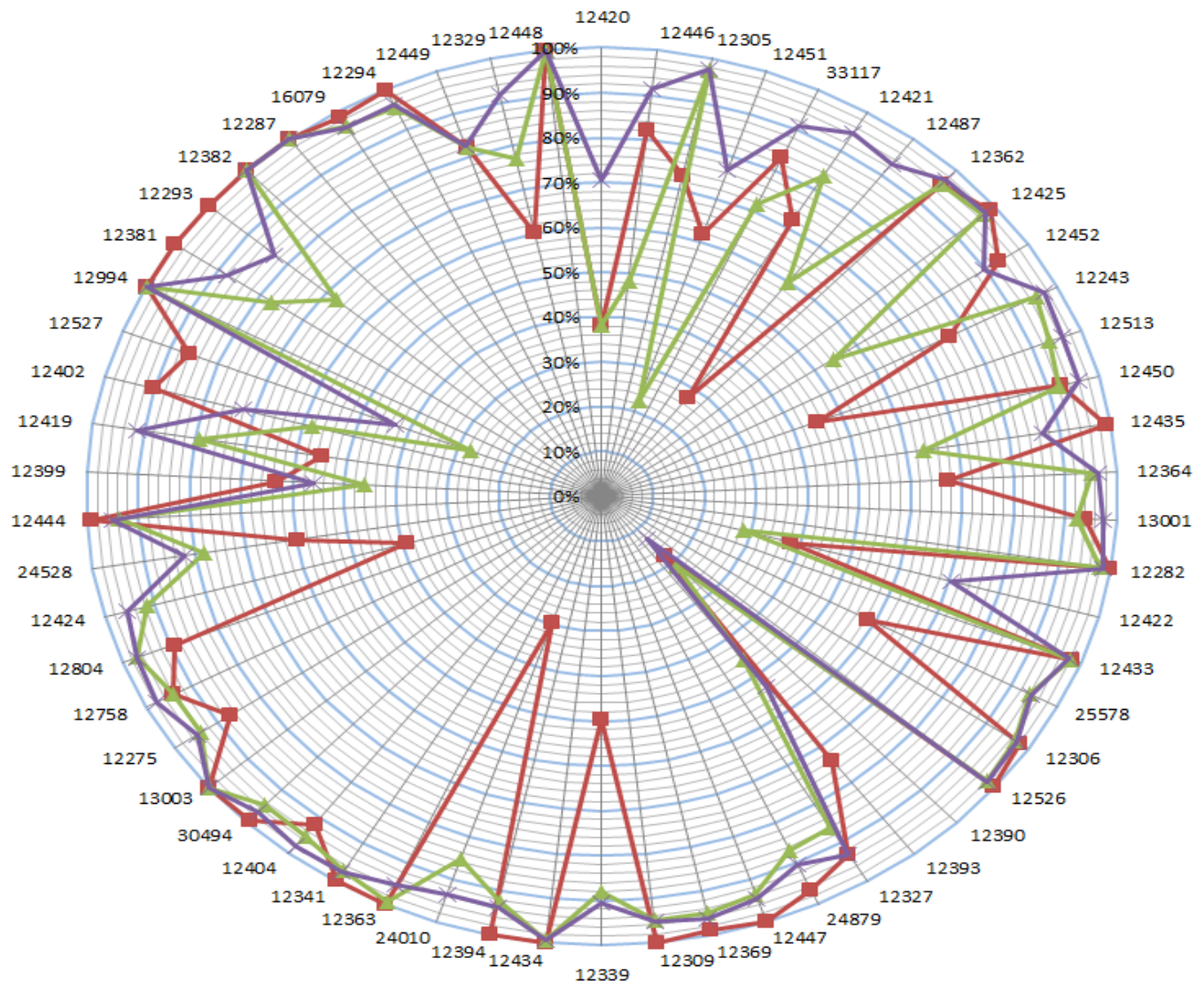


Figure 19 Indice de performance n°1 : le taux de service.

Nous pouvons remarquer aisément que la deuxième solution proposée fournit pour une majorité des produits un meilleur taux de service puisque la courbe mauve est celle qui s'éloigne le plus du centre. Certains produits font cependant exception, les valeurs actuelles de Q et R fournissant pour eux de meilleurs résultats. Les raisons de ce constat seront explicitées par la suite. Notons toutefois, dès à présent, les références des produits concernés : 12435 (Masques Jaune/Soins), 12393 (Oreillers), 12402 (Sac Receptal Bleu), 12381 (Protection Latex), 12293 (Lunette Protection) et 12527 (Poche Télémétrie).

Examinons ensuite les différentes politiques en fonction de leur coût total attendu. Pour rappel, il regroupe le coût de passation de commande, celui de détention du stock ainsi que le coût de pénurie.

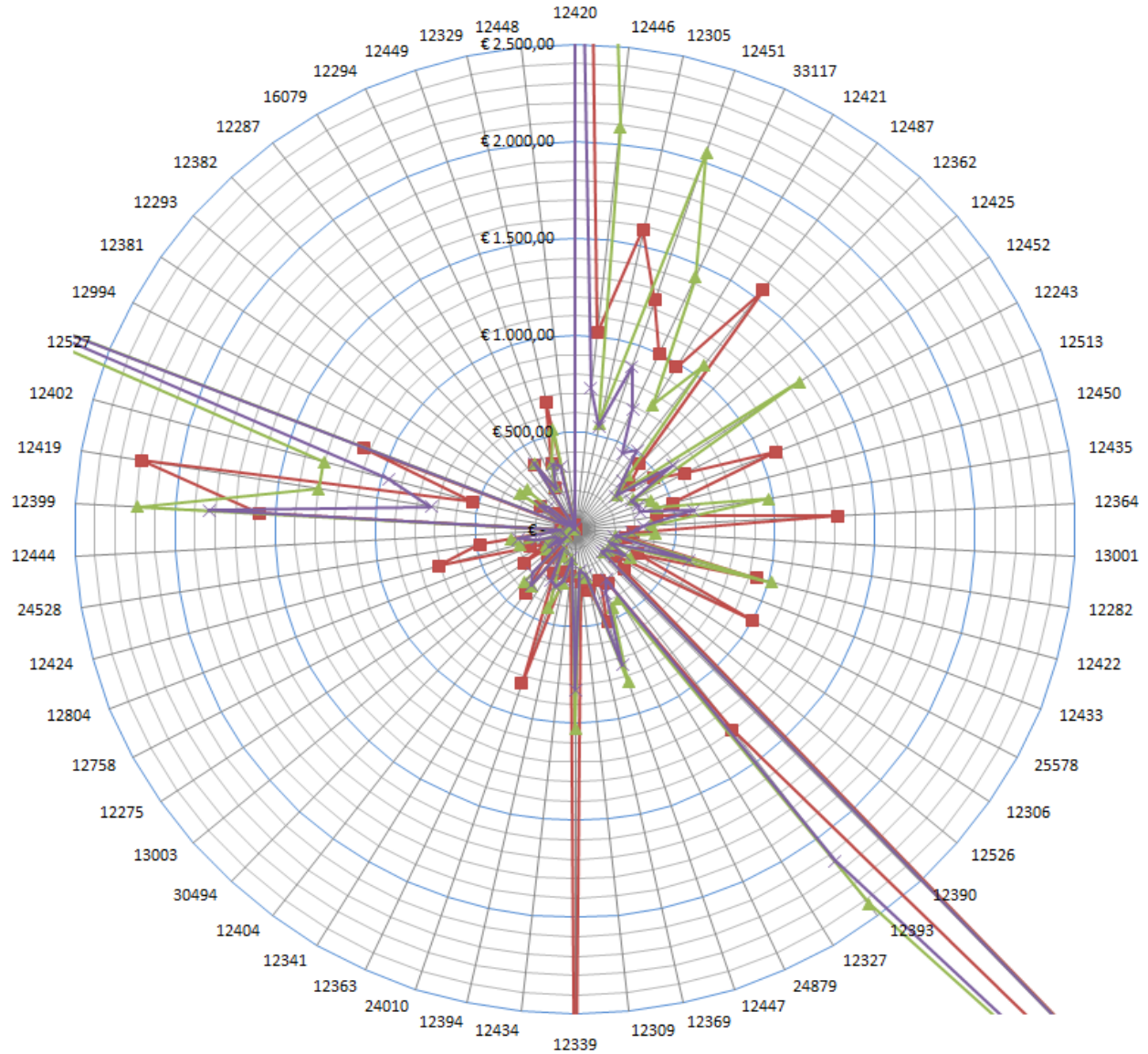


Figure 20 Indice de performance n°2 : le coût total attendu.

Encore une fois, la politique de gestion des stocks via point de commande et stock maximum (s, S) est meilleure que les deux autres. La courbe mauve est celle qui se rapproche le plus du centre (de zéro) et dont le coût total associé par produit est le plus faible.

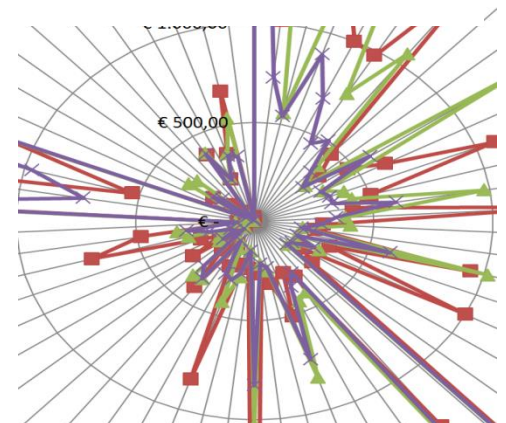


Figure 21 Agrandissement de la figure 20.

Un coût moins important de la troisième politique de stockage est expliqué par un moins grand nombre de commandes ainsi qu'un bon niveau de service. Si ce dernier a déjà été abordé, le nombre de commandes par produit par politique est présenté ci-dessous.

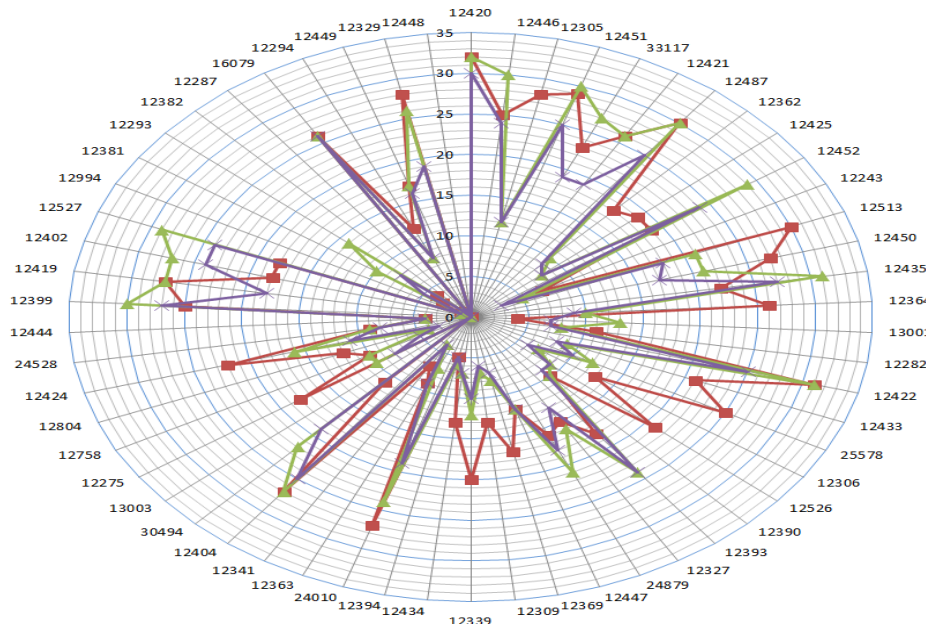


Figure 22 Nombre de commandes par produit pour les trois politiques de stockage et d'approvisionnement différentes.

Commander moins fréquemment signifie un stock moyen plus important. Nous pouvons le vérifier au moyen du graphique suivant.

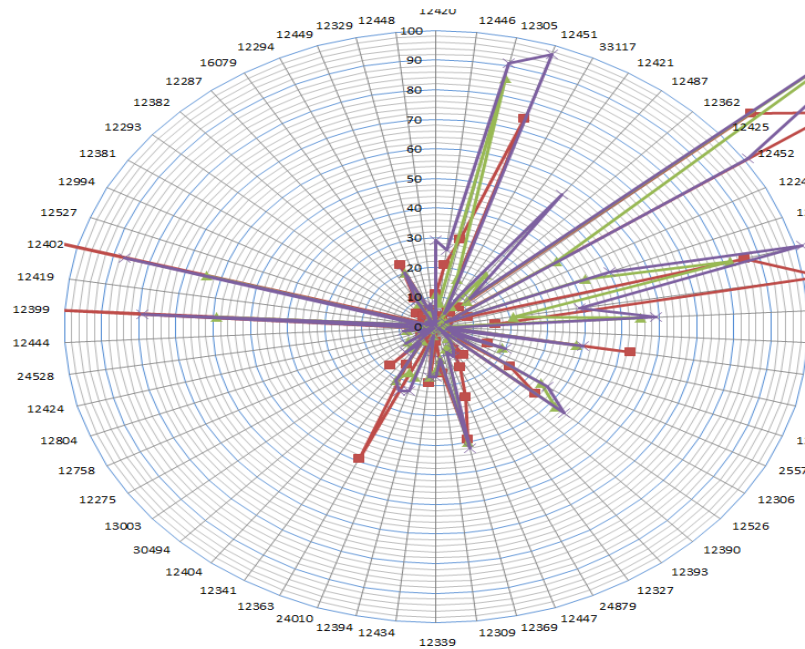


Figure 23 Stock moyen par produit pour les trois politiques de stockage et d'approvisionnement différentes.

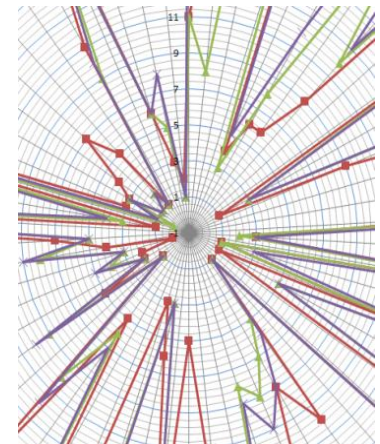


Figure 24 Agrandissement de la figure 23.

Finalement, à chaque politique nous avons associé un risque de sur-stockage. Celui-ci représente la partie du temps, en pourcent, où le stock initial (en début de journée) est plus grand que la capacité réelle (le nombre de produits qu'il est possible de stocker aux emplacements dédiés).

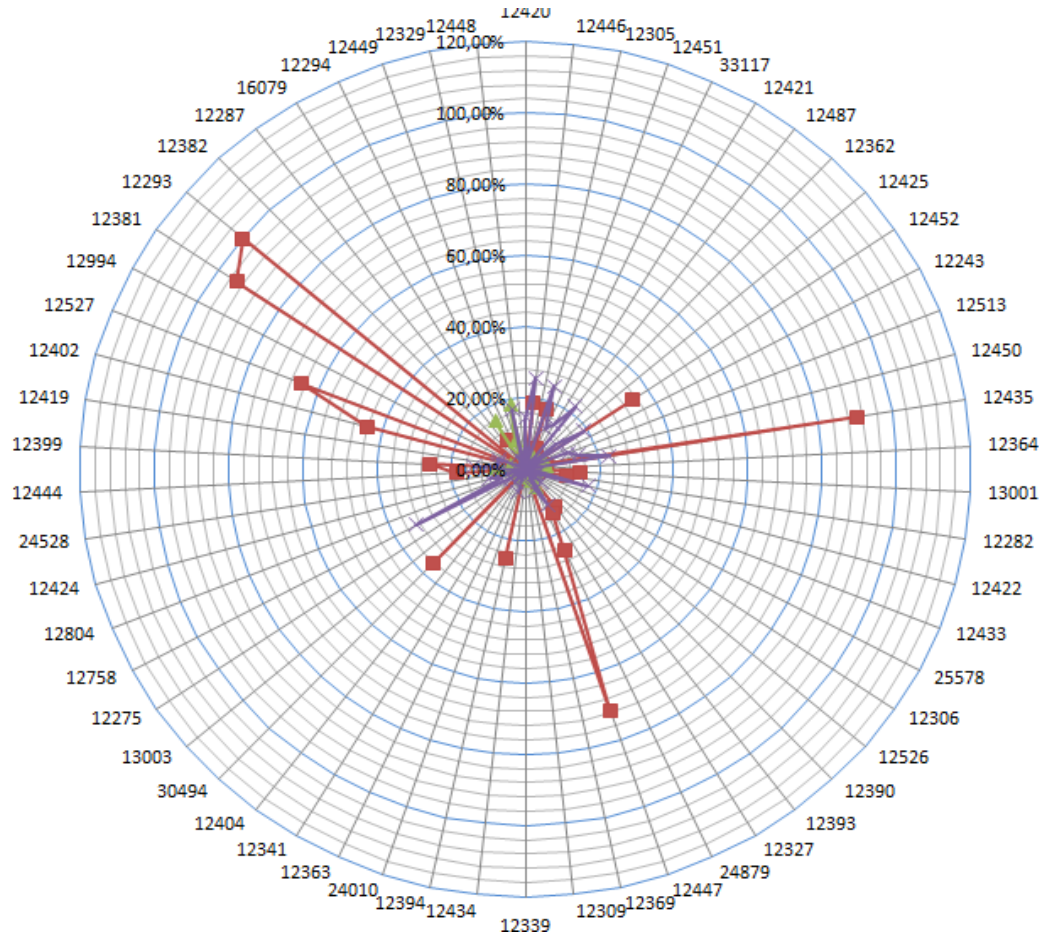


Figure 25 Risque de sur-stockage par produit pour les trois politiques de stockage et d'approvisionnement différentes.

Nous constatons que la plupart des produits fournissant de meilleurs résultats en termes de niveau de service avec les paramètres en vigueur actuellement doivent être stockés à des emplacements qui ne sont pas les leurs une grande partie du temps. C'est le cas des références suivantes : 12435, 12402, 12527, 12381 et 12293. Nos paramètres ne peuvent fournir de meilleurs résultats étant donné la contrainte de stockage établie. Nous avons en effet limité le risque de sur-stockage à 50%.

D'autres produits sont toutefois sur-stockés sans raison apparente. Il s'agit des références 12447, 12452, 12394 et 30494. En restant dans les limites de stockage, les indices de performance, associés à nos solutions pour ces produits, sont proches ou meilleurs que ce qui est pratiqué actuellement.

Section 4 : Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de proposer une autre politique de gestion des stocks et d'approvisionnement, plus adaptée au service des achats du CHR Mons-Warquignies que celle en vigueur actuellement.

Tout d'abord, nous avons identifié les deux politiques qu'il était possible de mettre en œuvre dans l'environnement informatique existant : la politique via point de commande et quantité économique [autrement dit, (Q, R)] et la politique via point de commande et stock maximum (s, S). Les deux utilisent le point de commande comme signal de besoin de réapprovisionnement mais diffèrent toutefois au niveau de la quantité à commander : si la première la suppose fixe, l'autre la laisse varier pour reconstituer, à chaque commande, le stock maximum.

Nous avons ensuite testé plusieurs modèles intermédiaires, intégrant ou non la variabilité des délais, tenant compte ou pas de l'espace limité de l'entrepôt. Ceux-ci nous ont permis de tirer quelques conclusions comme le fait que, dans notre cas précis, la variabilité des délais n'a que peu d'impact lorsque la capacité de stockage est infinie ou, au contraire, que la limitation de l'espace de stockage impacte grandement les indices de performances des différentes solutions proposées.

Nous avons mis en évidence également la réelle inadéquation entre les délais de réapprovisionnement et l'espace de stockage disponible. Ceci reste un problème pour les produits régulièrement et abondamment consommés qui pourraient faire l'objet d'une réflexion sur l'agrandissement de leur emplacement.

Finalement, après comparaison des résultats des deux politiques proposées, nous avons recommandé au service des achats d'opter pour celle via point de commande et stock maximum qui prend en compte d'une façon supplémentaire (l'ajustement de la quantité à commander) l'incertitude liée à la demande. Elle réduit aussi le coût de passation de commande puisqu'elle permet de regrouper les commandes des différents produits fournis par les mêmes fournisseurs.

Conclusion Générale

Nous avons commencé ce travail par l'analyse globale de l'environnement économique et sociopolitique dans lequel se trouve le CHR Mons-Warquignies pour ensuite définir la problématique centrale traitée par la suite. Elle est un des axes d'amélioration proposés à l'issue de l'analyse de l'organisation et du service des achats : c'est la problématique de la gestion des stocks.

Nous sommes convaincus qu'une amélioration de la mise à disposition du matériel de soins, par le service des achats, est cruciale. Cela constitue en effet la première étape d'un processus qui permettra à terme de rétablir la confiance des services internes utilisateurs et de diminuer leur tendance à la création de réserves inutiles et coûteuses.

Nous avons traité cette problématique en deux étapes distinctes. Pour chacune d'entre elles, nous avons d'abord recensé les différents procédés dans la littérature avant de choisir les méthodes et modèles qui semblaient les plus adéquats et le mieux correspondre aux caractéristiques de notre cas réel.

Nous avons ainsi en premier lieu, selon les objectifs de l'organisation, tenté de segmenter au mieux l'ensemble du matériel de soin stockés au magasin central en différentes catégories d'importance. L'objectif était d'identifier les produits stratégiques requérant plus d'attention puisque risquant d'avoir un impact plus important en cas de sur-stockage et/ou de rupture de stock, étant régulièrement utilisés ou dont la disponibilité n'est point optimale.

Comme il en a souvent été question avec la méthode ABC classique, il ne s'agit donc plus, de classer les produits en considérant une dimension unique : la consommation annuelle en valeur. Nous prenons désormais en compte plusieurs points de vue que sont le prix, la criticité et le délai de livraison.

Afin de résoudre le conflit latent entre ces différentes dimensions, nous avons utilisé une méthode d'aide à la décision multicritère : Electre Tri. Les résultats obtenus avec cette méthode plus élaborée paraissent plus pertinents compte tenu des objectifs de l'organisation en termes de disponibilité des produits et de leur impact sur la trésorerie. Nous nous sommes intéressés exclusivement à ces produits.

En deuxième lieu, nous avons effectué une analyse visant à proposer une solution plus adaptée concernant la politique de stockage et d'approvisionnement. Le but était de répondre de la manière la plus efficiente aux deux questions suivantes : « Quand faut-il se réapprovisionner ? » et « En quelle quantité ? », ceci en tenant compte non seulement de la capacité de stockage du magasin central mais

aussi de l'environnement informatique existant. En effet, notre volonté était de proposer une solution directement applicable et ne nécessitant pas de larges investissements préalables.

Suite aux divers modèles étudiés, un important constat a été mis en évidence : l'existence d'une inadéquation entre l'espace alloué au sein de l'entrepôt et les délais de réapprovisionnement des différents produits. Pour certains d'ailleurs, il devient physiquement impossible d'atteindre les indices de performance souhaités compte tenu de leur consommation, de leur délai de livraison et de leur emplacement respectif. Constatant en outre que, par facilité, quelques zones en hauteur sont inexploitées et que ce phénomène ne concerne que quelques produits, il n'est pas à l'ordre du jour de proposer d'agrandir l'espace de stockage global. Nous pensons uniquement qu'il devrait être mieux utilisé. Les produits nécessitant un emplacement plus grand ont été identifiés.

Finalement, les deux modèles, qu'il était possible de mettre en œuvre, ont été testés et simulés avec le même jeu de demande et de délai de livraison, permettant de choisir avec une préférence très nette le modèle via point de commande et stock maximum (s, S). Il offre en effet une réponse plus efficace à la demande en ajustant constamment la quantité commandée, ce que ne permet pas la politique via point de commande et quantité économique. Nous recommandons donc au service des achats de changer sa politique de réapprovisionnement et d'opter pour une quantité de commande variable.

Toutefois, si le conseil de changement de politique au profit de celle précitée aura une portée à plus long terme, les paramètres calculés ne permettent une amélioration qu'à court terme, toute modification de la demande ou des coûts induisant la nécessité d'un nouveau calcul. Le logiciel de gestion d'entrepôt utilisé offre la possibilité de calculer, à la demande, les valeurs des variables de décision. Nous n'avons cependant pas exploré en profondeur cet aspect et nous recommandons de mieux connaître les propriétés du logiciel. Automatiser ce calcul permettrait d'étendre les bienfaits de la politique proposée, d'abord aux produits jugés moyennement importants et ensuite à l'ensemble du portefeuille produit sans investissement supplémentaire (si ce n'est l'encodage des données nécessaires à ces calculs).

De surcroît, comme mentionné, l'amélioration de la gestion des stocks n'était que la première étape d'un plus long processus de réduction des stocks et d'amélioration de la chaîne logistique. En effet, le magasin central n'est pas l'unique point de stockage, chaque unité de soins ayant également ses propres réserves. Nous pensons qu'une fois la confiance rétablie, il sera possible de s'atteler à ces stocks

décentralisés et ainsi réduire significativement l'argent immobilisé par ceux-ci, ce qui permettra d'améliorer la trésorerie.

Le système le plus populaire actuellement est basé sur la méthode Kanban. Sa mise en place permettrait de diminuer les stocks décentralisés mais aussi d'augmenter la visibilité des produits à travers les différents lieux de stockage et d'améliorer le contrôle des consommations. Nous pensons qu'il est possible de le mettre en place puisqu'en pratique il suffit de deux bacs identiques par produit, et d'un système pour transférer l'information qu'un bac est vide au magasin central. Cependant, au préalable, avant une quelconque implémentation, l'organisation actuelle du système de livraison interne devrait être revue, de sorte à réduire le délai interne, trop long.

Enfin, la politique de réapprovisionnement se base sur les mouvements enregistrés dans Rimses faisant évoluer le niveau de stock de chaque produit. Dans notre étude, nous avons considéré cette information comme tout à fait fiable mais néanmoins nous ne pouvons pas évacuer tout risque d'erreur. La fiabilité des informations constituant la base d'un bon système de gestion des stocks, il est évident que plus il y a d'erreurs, plus la performance de la politique proposée sera mauvaise. Veiller à cette fiabilité se révèle donc crucial à l'avenir.

Bibliographie

Livres

ALCOUFFE C., « *Gestion des stocks : méthodes et applications* », Paris, Eyrolles, 1987.

AMBOISE G., AUDET J., « *Le projet de recherche en administration : un guide général à sa préparation* », Faculté des sciences de l'administration, 1996. Consulté sur <http://www.fsa.ulaval.ca/personnel/damboisg/liv1/chap3.pdf>.

COSTE G, DOLIGEZ M., « *La gestion des stocks assistée par ordinateur II : Modèles et méthodes de gestion. Structure du système informatique* », Paris, Moniteur, 1987.

DURANT G., « *Le financement des hôpitaux en Belgique : Situation au 1^{er} septembre 2011* », Waterloo, Kluwer, 2011.

DYM C.L., « *Principles of Mathematical Modeling* », Elsevier Academic Press, 2004. Consulté sur <http://www.sfu.ca/~vdabbagh/Chap1-modeling.pdf>.

FERRIER J., « *La gestion scientifique des stocks* », Paris, Dunod, 1966.

GHIANI G., LAPORTE G., MUSMANNO R., « *Introduction to logistics Systems Planning and Control* », Chichester, Wiley, 2004.

HADLEY G., WHITIN T.M., « *Etude et pratique des modèles de stocks* », Paris, Dunod, 1966.

MAYSTRE & Al, « *Méthodes multicritères ELECTRE : Description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale* », Lausanne, Presses Polytechniques et universitaires Romandes, 1994.

NAHMIAS S., « *Production & Operations Analysis* », New-York, McGraw-Hill, 2009.

ROY B., « *Méthodologie Multicritère d'aide à la décision* », Paris, Economica, 1985.

ROY B., BOUYSSOU D, « *Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et Cas* », Paris, Economica, 1993.

STARR M. K., MILLER D.M., « *La gestion des stocks : théorie et pratique.* », Paris, Dunod, 1966.

Articles scientifiques

CELEBI D., BAYRAKTAR D., OZTURKCAN S. (2008), « Multi Criteria Classification for Spare Parts Inventory », *Computer and Industrial Engineering Conference*, 38, pp. 1780-1787. Consulté sur <http://fr.scribd.com/doc/16526154/Celebi-D-Bayraktar-D-Aykac-DSO-Multi-Criteria-Classification-for-Spare-Parts-Inventory-38th-Computer-and-Industrial-Engineering-Confere>.

CHEN Y., LI K.W., LEVY J., HIPEL K.W., KILGOUR D.M. (2008), « A Rough Set Approach to Multiple Criteria ABC Analysis », *T. Rough Sets*, 8, pp. 35-52. Consulté sur http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-540-85064-9_3.pdf.

COHEN M.A., ERNST R. (1988), « Multi-item classification and generic inventory stock control policies », *Production and Inventory Management Journal*, 29(3), pp.6-8.

DEZERT, TACNET (2012), « Soft ELECTRE TRI outranking method based on belief functions », *International Conference on Information Fusion*, 15, pp. 607-615. Consulté sur <http://www.deepdyve.com/lp/institute-of-electrical-and-electronics-engineers/soft-electre-tri-outranking-method-based-on-belief-functions-z0wExjcPkw>.

KESKIN, OZKAN (2012), « Multiple Criteria ABC Analysis with FCM clustering », *Journal of Industrial Engineering*, Vol. 2013, pp. xxx-xxx. Consulté sur <http://www.hindawi.com/journals/jie/2013/827274/ref/>.

FLORES B.E., WHYBARK D.C. (1986), « Multiple criteria ABC analysis », *International Journal of Operations and Production Management*, 6(3), pp. 38-46. Consulté sur <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1704721>.

FLORES B.E., OLSON D.L., DORAI V.K. (1992), « Management of multicriteria inventory classification », *Mathematical and Computer Modeling*, 16(12), pp. 71-82. Consulté sur <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/089571779290021C>.

FONTANA M., CAVALCANTE C. (2011), « ABC Categorization using the Electre Tri method to storage location assignment », *Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, pp. 1398-1409. Consulté sur <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2011/pdf/86976.pdf>.

HADI-VENCHEH A. (2010), « An improvement to multiple criteria ABC inventory classification », *European Journal of Operational Research*, 201(3), pp. 962-965. Consulté <http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/an-improvement-to-multiple-criteria-abc-inventory-classification-39N95QcJ7M>.

MONTALAN M., VINCENT B. (2011), « *Prise en compte de la complexité dans la mutualisation des achats hospitaliers* », *Projectique 2* (n°8), pp. 107-116. Consulté sur http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=PROJ_008_0107.

NG W.L. (2007), « A simple classifier for multiple criteria ABC analysis », *European Journal of Operational Research*, 177, pp. 344-355. Consulté sur <http://fr.scribd.com/doc/50592638/A-simple-classifier-for-multiple-criteria-ABC-analysis-Wan-Lung-Ng>.

PARTOVI F.Y., ANANDARAJAN M. (2002), « Classifying inventory using an artificial neural network approach », *Computer & Industrial Engineering*, 41, pp. 389-404.

RAMANATHAN R. (2006), « ABC inventory classification with multiple criteria using weighted linear optimization », *Computers & Operations Research*, 33, pp. 695-700. Consulté sur <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305054804001790>.

REZAEI J., DOWLATSHAHI S. (2010), « A rule-based multi-criteria approach to inventory classification », *International Journal of Production Research*, 1, pp. 1-27. Consulté sur http://peer.ccsd.cnrs.fr/docs/00/56/00/21/PDF/PEER_stage2_10.1080%252F00207540903348361.pdf.

ROSSETTI, ACHLERKAR (2009), « Evaluation of segmentation techniques for inventory management in large scale multi-item inventory systems », *International Journal of Logistics Systems*

and Management, 8, pp xxx-xxx. Consulté sur http://www.uark.edu/~rossetti/journal_papers/ijlsm-achlerkar-paper.pdf.

XIAOBO Z., FLAN F., XIAOLIANG L., JINXING X. (2007), « Storage-Space Capacitated Inventory System with (r, Q) Policies », *Operations Research*, 55 (5), pp. 854–865 Consulté sur <http://faculty.math.tsinghua.edu.cn/~jxie/papers/OR2007.pdf>.

ZHOU P., FAN L. (2007), « A note on multi-criteria ABC inventory classification using weighted linear optimization », *European Journal of Operational Research*, 182, pp.1488-1491. Consulté sur <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221706008976>.

Autres publications

Association de Médecine Physique et de Réadaptation d'Ile-de-France, « *Quelques lois du management qui peuvent s'appliquer à l'hôpital...* ». Consulté sur <http://ampr-idf.pagesperso-orange.fr/hummanagement.htm>.

BAUDOT J-Y., « *La concentration : l'indice de Gini et la courbe de Lorentz.* ». Consulté sur <http://www.jybaudot.fr/Stats/indicegini.html>.

BAUDOT J-Y., « *La répartition des articles stockés* ». Consulté sur <http://www.jybaudot.fr/Gestion/abc.html>.

Cours des comptes (2006), « *Nouvelles règles de financement des hôpitaux* ». Consulté sur https://www.ccrek.be/Docs/2006_10_Hopitaux.pdf.

DURANT G. (2006), « *Financement des hôpitaux : des divergences mais surtout des convergences* ». Consulté sur <http://www.hospitals.be/pdf/n1vol4p6.pdf>.

OCDE (2010), « *Optimiser les dépenses de santé* ». Consulté sur http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/social-issues-migration-health/optimiser-les-depenses-de-sante_9789264088832-fr.

OCDE (2012), « *Base de données de l'OCDE sur la santé 2012 : Comment la Belgique se positionne ?* ». Consulté sur <http://www.oecd.org/fr/belgique/NoteInformationBELGIQUE2012.pdf>.

Services publics belges, « *Définition d'hôpital aigu* ». Consulté sur http://www.belgium.be/fr/sante/soins_de_sante/services_medicaux/hopitaux/.

Service Public Fédéral : Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement (2013), « *Liste des hôpitaux en Wallonie* ». Consulté sur http://www.health.belgium.be/filestore/19085106_FR/D1-Wallonie.pdf.

Service Public Fédéral : Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, « *Lits justifiés* ». Consulté sur <http://www.health.belgium.be/eportal/Healthcare/Healthcarefacilities/Financing/Hospitals/index.htm#UYFRuGZV3IU>.

TERVONEN (2005), « *SMAA-TRI: A Parameter Stability Analysis Method for ELECTRE TRI* », Consulté sur http://www.inescc.pt/documentos/6_2005_revisto.pdf.

« *Inventory Control subject to Uncertain Demand* », Consulté sur homes.ieu.edu.tr/~agokce/Courses/Chapter05.ppt.

Cours

Cours de Data Mining, Mme Meskens, UCL-MONS, Année Académique 2011-2012.

Cours d'Inférence Statistique, M. Majois & M. De Winne, UCL-MONS, Année Académique 2009-2010.

Cours de Recherche Opérationnelle, Mme Meskens, UCL-MONS, Année Académique 2010-2011.