

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



IMPSA

Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Industriel

Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Management de l'innovation

**Amélioration de la chaîne logistique d'une entreprise de
distribution pharmaceutique.**

Application : IMPSA SPA

Raid BAGHDOUCHE

Mostapha KHELALFA

Sous la direction de M. Mabrouk AIB Docteur

Présenté et soutenu publiquement le (22/06/2016)

Composition du Jury :

Président	M ^{elle} .Nacéra ABOUN	MAA	ENP
Promoteur	M. Mabrouk AIB,	Docteur	ENP
Examineur	Mme Fatima NIBOUCHE	MCA	ENP
Invité	M ^{elle} .Rym Lamrani	Directrice DOSI	IMPSA

ENP (2016)

Remerciements

En préambule, nous souhaitons adresser ici tous nos remerciements aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont ainsi contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Tout d'abord, notre promoteur M Mabrouk AIB, pour la qualité de son encadrement, sa disponibilité, ses précieux conseils au cours de la réalisation de ce mémoire et l'intérêt qu'il a toujours témoigné à l'égard de notre travail. Qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude.

Nous tenons à remercier notre promoteur au sein d'IMPSA la directrice de département organisation et système d'information M^{lle} Rym LAMRANI pour sa disponibilité, ses conseils ainsi que sa contribution à la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier l'ensemble du personnel d'IMPSA spécialement le département organisation et système d'information à savoir : Fares BENCHADDOU, Brahim DERARDJA et Mehdi MOSTEFAOUI, pour leur hospitalité, et pour toutes les connaissances transmises durant notre stage ainsi que tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Nous remercions les membres du jury de nous faire l'insigne honneur d'évaluer notre travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A ma mère ;

A mon père ;

A ma chère sœur Malek et Mon cher Frère Ossama;

A tous ceux que j'aime ;

Raid BAGHDOUCHE

Résumé

ملخص:

تسعى IMPSA إلى التحكم المطلق في سلسلتها اللوجستية. تندرج دراستنا تحت هذا الغطاء حيث تهدف إلى تحسين السلسلة اللوجستية. بعد القيام بتشخيص مدقق، تم تحديد عنصرين للدراسة والتطوير. العنصر الأول يتمثل في تطوير نموذج خاص بنقل البضائع بين موقعي الشركة، هذا النموذج سمح بالحد من الانقطاعات أثناء عملية التحضير. كنتيجة لمحاكاة طريقة جديدة لتحضير الطلبات باستعمال برنامج ARENA، حصلنا على زيادة قدرها 13% في تحضير الطلبات دون الزيادة في الموارد.

كلمات الاساسية: السلسلة اللوجستية، تحسين، تحسن، النمذجة.

Abstract:

IMPSPA aims to master her supply chain to face the competitive rivalry, for that our study is about improving the supply chain of IMPSPA. The realization of a diagnosis allowed us to identify the major dysfunctions, which are the transfer process and the order preparing process.

Developing a product transfer model based on mathematical model and a fixed quantity inventory model, has led to eliminate stock shortcuts. Furthermore, our intervention in the preparation process consists on creating a new organization and it was based on a simulation with the software ARENA, this new organization allow an increase of 13% in the number of orders prepared.

Keywords: Supply chain, Improving, Optimization; Modeling.

Résumé :

Pour faire face à la concurrence IMPSPA SPA vise à maîtriser sa chaîne logistique. Dans ce contexte notre étude a porté sur l'amélioration de la chaîne logistique d'IMPSPA. Le diagnostic effectué nous a permis de détecter les dysfonctionnements critiques et orienter notre travail aux processus transfert et préparation de commande.

L'élaboration d'un modèle de transfert des produits entre les deux sites d'IMPSPA à la base d'un modèle mathématique et une politique d'approvisionnement point de commande, a permis d'optimiser le processus transfert et éliminer les ruptures. En outre pour le processus préparation, une hausse de 13% dans la capacité de préparation des commandes, sans augmenter les ressources, est obtenue grâce à la simulation d'une nouvelle organisation à l'aide du logiciel ARENA.

Mots clés : Chaîne logistique ; Amélioration ; Optimisation ; Modélisation.

Table de matières

Table de matières	5
Liste des figures	9
Liste des tableaux	12
Liste des abréviations :	14
Introduction Générale.....	15
Chapitre I Contexte de l'étude.....	18
I. Introduction	19
II. L'environnement industriel	19
II.1. Le médicament un produit pas comme les autres	19
II.2. La distribution pharmaceutique, une activité de service très spécifique.....	19
II.3. Les répartiteurs pharmaceutiques, des acteurs essentiels de la distribution.....	20
II.4. Les Enjeux du Supply Chain Management dans la Distribution du Médicament	21
III. La structure du marché du médicament en Algérie	23
III.1. Les acteurs du marché et leurs degrés d'influence.....	24
IV. Présentation de l'entreprise	28
IV.1. IMPSA et sa croissance à trois chiffres.....	28
IV.2. La supply chain un pilier de la vision de IMPSA	30
V. Problématique générale	31
VI. Conclusion :	31
Chapitre II Etat de l'art	32
I. Introduction	33
II. Supply Chain	33
II.1. Définition	33

II.2.	L'évolution du concept de supply chain	34
II.3.	Définition du management de la chaîne logistique	35
II.4.	Les niveaux d'intégration du SCM au sein des entreprises	36
III.	Les processus de la supply chain	37
III.1.	Introduction	37
III.2.	Réception des marchandises.....	38
III.3.	Gestion de stock	39
III.4.	Préparation de commandes.....	40
III.5.	Expédition	41
IV.	Gestion des processus	42
IV.1.	Introduction	42
IV.2.	L'Approche processus.....	42
IV.3.	Processus métiers	44
V.	L'informatique et la gestion de l'entreprise	48
V.1.	System d'information.....	48
V.2.	La simulation.....	51
V.3.	Logiciel ARENA.....	52
V.4.	Le solveur d'EXCEL	53
V.5.	BonitaSoft.....	53
VI.	Conclusion	53
Chapitre III	Analyse de l'existant	54
I.	Introduction	55
II.	Méthodologie.....	55
III.	Diagnostiquer.....	57
III.1.	Au niveau de l'entreprise	57
III.2.	Processus à modéliser :	62

III.3.	Au niveau des données :.....	69
III.4.	Conclusion.....	79
IV.	Repérer les dysfonctionnements	79
V.	Conclusion	79
Chapitre IV	Elaboration d'un modèle de transfert	80
I.	Introduction	81
II.	Planifier	82
II.1.	Identification du besoin	82
II.2.	Collecte et analyse des données	84
III.	Réaliser	85
III.1.	Détermination des paramètres	85
III.2.	Formulation et résolution du problème	87
III.3.	Utilisation du solveur	89
III.4.	Exploitation du système d'information	92
IV.	Evaluer.....	96
V.	Conclusion	97
Chapitre V	Optimisation de la salle préparation	98
I.	Introduction	99
II.	Choix de l'approche de résolution.....	99
III.	Planifier	102
III.1.	Analyse et formulation du problème	102
III.2.	Modélisation.....	103
III.3.	Acquisition et traitement des données.....	106
IV.	Réaliser	127
IV.2.	Programmation	129
IV.3.	Vérification et validation.....	140

IV.4. Analyse de résultats.....	142
V. Nouveau scenario	146
VI. Planifier	146
VI.1. Analyse et formulation du problème.....	146
VI.2. Modélisation.....	147
VI.3. Acquisition et traitement des données.....	148
VII. Réaliser	151
VII.1. Programmation.....	151
VII.2. Vérification et validation :.....	156
VIII. Evaluer :	158
VIII.1. Analyse de résultats :.....	158
IX. Conclusion :.....	160
Conclusion Générale	161
Bibliographie.....	164
<i>Annexes</i>	171

Liste des figures

Figure I-1	La structure du marché du médicament en Algérie (Safia Noui Mehidi,2013).....	23
Figure I-2	Cartographie des territoires IMPSA (Safia Noui Mehidi,2013)	29
Figure I-3	Évolution du chiffre d'affaires IMPSA (Safia Noui Mehidi,2013)	30
Figure II-1	Représentation de la chaine logistique	34
Figure II-2	Les différents niveaux d'intégration du SCM au sien des entreprises	37
Figure II-3	Périmètre d'étude	38
Figure II-4	Rayonnage dynamique (ssi-schaefer,2007).....	41
Figure II-5	Processus générique(British Standards Institution,2015).....	43
Figure II-6	Processus inter relié(British Standards Institution,2015)	44
Figure III-1	Méthodologie de travail	55
Figure III-2	La chaine logistique du secteur pharmaceutique	58
Figure III-3	Logistique interne	58
Figure III-4	Plan du site 1	60
Figure III-5	Plan du site 2.....	62
Figure III-6	Cartographie du processus réception	64
Figure III-7	Cartographie du processus transfert- Site 1	65
Figure III-8	Cartographie du processus transfert- Site 2	66
Figure III-9	Cartographie du processus préparation de commande.....	67
Figure III-10	Les différents types de réclamation et leurs origines	72
Figure III-11	Pourcentage des origines de réclamations clients	73
Figure III-12	Les causes racine principales de rupture de stock (salle préparation)	78
Figure IV-1	Plan du grand stock et salle préparation.....	82
Figure IV-2	Exemple d'un rayonnage dynamique.....	85
Figure IV-3	L'interface du solveur	89
Figure IV-4	Saisie des variables	90
Figure IV-5	Saisie de la première contrainte	91
Figure IV-6	Saisie de la deuxième contrainte	91
Figure IV-7	Les résultats du modèle établi	92
Figure IV-8	L'interface de La fonction transfert de stock	94
Figure IV-9	Création d'une demande de transfert	95
Figure IV-10	Notification d'alerte de rupture	95
Figure V-1	Méthodologie de travail	102

Figure V-2 Plan de la salle préparation	105
Figure V-3 Les composantes du processus préparations de commande	106
Figure V-4 Les types de données collectées	109
Figure V-5 La distribution probabiliste déterminée avec Input Analyzer.....	115
Figure V-6 La distribution probabiliste de la durée de préparations déterminée avec Input Analyzer.	116
Figure V-7 La distribution probabiliste de la durée de préparations déterminée avec Input Analyzer	117
Figure V-8 La distribution probabiliste de la durée de préparations déterminée avec Input Analyzer	118
Figure V-9 La distribution probabiliste de la durée de dispatching déterminée avec Input Analyzer	119
Figure V-10 Les probabilités de passage des entités entre les différentes zones	128
Figure V-11 l'ensemble des éléments déclarés dans le programme	132
Figure V-12 Modélisation de l'entrée du système par RockWell ARENA 14.5	133
Figure V-13 Modélisation de l'affectation des entités par RockWell ARENA 14.5	133
Figure V-14 Modélisation de la station cage par RockWell ARENA 14.5	134
Figure V-15 Modélisation de trois première stations cage par RockWell ARENA 14.5.....	135
Figure V-16 Modélisation de la zone dynamique par RockWell ARENA 14.5	136
Figure V-17 Modélisation des rayons dynamiques par RockWell ARENA 14.5.....	137
Figure V-18 Modélisation de la station CONTROLE par RockWell ARENA 14.5	139
Figure V-19 Modélisation d'un contrôleur de commandes par RockWell ARENA 14.5	139
Figure V-20 Modélisation de la sortie du modèle par RockWell ARENA 14.5.....	140
Figure V-21 Rapport 1 du modèle par RockWell ARENA 14.5.....	141
Figure V-22 Figure V.21 Rapport 2 du modèle par RockWell ARENA 14.5	141
Figure V-23 La distribution des durées de séjours.....	142
Figure V-24 La distribution des files d'attente par rapport au temps d'attente total.....	144
Figure V-25 Principe de fonctionnement de la salle préparations (Nouveau scenario)	148
Figure V-26 Modélisation de la station cage de la zone A	153
Figure V-27 Modélisation de la station Statique de la zone A.....	154
Figure V-28 Modélisation de la station frigo de la zone A	154
Figure V-29 Modélisation de la station de contrôle A sur RockWell ARENA 14.5	154
Figure V-30 Modélisation de la station de contrôle B par RockWell ARENA 14.5	155

Figure V-31 Modélisation d'un contrôleur par RockWell ARENA 14.5	155
Figure V-32 Modélisation de la sortie du modèle par RockWell ARENA 14.5.....	156
Figure V-33 Rapport 1 du modèle nouveau scenario par RockWell ARENA 14.5.....	156
Figure V-34 Rapport 2 du modèle nouveau scenario par RockWell ARENA 14.5.....	157

Liste des tableaux

Tableau I.1 Structure des marges.....	24
Tableau I.2 Catégories des fournisseurs en Algérie.....	25
Tableau I.3 Catégories de répartiteurs en Algérie	26
Tableau I.4 Répartition géographique des répartiteurs en Algérie	26
Tableau I.5 Répartition géographique des officines en Algérie	28
Tableau II.1 Les politiques d’approvisionnement (Courtois et al, 2003).....	185
Tableau II.2 Analyse des politiques de réapprovisionnement	186
Tableau II.3 Le rôle des systèmes d’informations dans l’entreprise selon les niveaux d’intervention (Delmond, 2003).....	49
Tableau III.1 La démarche d’analyse des réclamation clients	70
Tableau III.2 Nombre d’occurrence des origines de réclamations clients	73
Tableau III.3 Les différents cas de ruptures pendant trois mois.....	77
Tableau III.4 Les catégorie de ruptures et les transactions physiques des marchandises	78
Tableau V.1 les probabilités de passage dans chaque rayon pour chaque mois	109
Tableau V.2 La moyenne et l’écart type des probabilités.....	110
Tableau V.3 La probabilité d’occurrence d’un BP constitué d’une seule ligne pour chaque mois	111
Tableau V.4 La moyenne et l’écart type des probabilités de quatre mois	111
Tableau V.5 Le nombre d’occurrence de lignes d’un BP dans seul rayon	112
Tableau V.6 Les probabilités d’occurrence de lignes d’un BP dans un seul rayon pour chaque mois	112
Tableau V.7 La moyenne et l’écart type de la première catégorie.....	121
Tableau V.8 La moyenne et l’écart type de la deuxième catégorie	122
Tableau V.9 La moyenne et l’écart type de la troisième catégorie	122
Tableau V.10 La moyenne et l’écart type de la quatrième catégorie.....	123
Tableau V.11 Exemple de détermination des catégories de BP lors du controle.....	124
Tableau V.12 La moyenne et l’écart type de la première catégorie.....	125
Tableau V.13 La moyenne et l’écart type de la deuxième catégorie	126
Tableau V.14 La moyenne et l’écart type de la troisième catégorie	126
Tableau V.15 La moyenne et l’écart type de la quatrième catégorie.....	126

Tableau V.16 La moyenne et l'écart type de la cinquième catégorie	127
Tableau V.17 Les blocks utilisés dans la programmation.....	130
Tableau V.18 Les durées de séjours dans chaque zone	142
Tableau V.19 Les moyennes des durées de préparations dans chaque zone.....	143
Tableau V.20 Les moyennes des files d'attentes dans chaque zone.....	143
Tableau V.21 les taux d'occupation de chaque zone	145
Tableau V.22 La moyenne et l'écart type de la durée de contrôle	150

Liste des abréviations :

BP : Bon de prélèvement

FA : File d'attente

BPS : Bonnes pratiques de stockage

BPD : Bonnes pratiques de distribution

HANA : High-Performance Analytical Appliance

Introduction Générale

Introduction Générale

L'Algérie a connu au cours des dernières années une croissance économique importante avec le lancement de nombreux projets orientés sur la production locale afin de couvrir le marché national, avec pour objectif d'aller jusqu'à l'exportation.

Le secteur de l'industrie pharmaceutique n'est pas en reste. ¹Selon les statistiques fournies par l'Union nationale des opérateurs pharmaceutiques, le marché a atteint plus de 3,7 milliards de Dollars sur les dix premiers mois de 2014 impliquant, à la fois, la production et l'importation contre 2,6 Milliards de dollars à la même période de 2013. Soit une hausse de plus de 25%. Selon l'Institut Mondial de la Santé (IMS), ce chiffre sera revu à la hausse pour atteindre 5,7 milliards de Dollars en 2018.

Les besoins en produits pharmaceutiques augmentent au moins aussi rapidement que la croissance démographique. C'est donc un secteur en plein croissance en Algérie où les distributeurs constituent l'interface habituelle entre les laboratoires et les pharmacies d'officine. Les distributeurs doivent faire face aux aléas quotidiens du marché et des exigences légitimes de leur clientèle sous la pression d'un système d'approvisionnement trop souvent versatile. Ils doivent assurer l'acheminement de produits fragiles et périssables sur un territoire immense, avec des marges administrées, qui couvrent de plus en plus mal leurs coûts.

Face à l'intensification de la concurrence et la volatilité de la demande, IMPSA a dû appliquer de nouvelles techniques de management lui permettant d'accroître la valeur ajoutée des prestations fournies et d'améliorer ses performances.

Les pressions exercées sur les marges, non seulement par les concurrents, mais également par la réglementation en vigueur ont ainsi obligé IMPSA à s'orienter vers une stratégie pour optimiser ses flux matériels, informationnels et financiers tout au long de sa chaîne de valeurs. Dans ce contexte, IMPSA vise à améliorer sa chaîne logistique, en optimisant ses processus.

Partant de là, Dans le cadre de notre projet, nous allons travailler sur l'amélioration de la chaîne logistique d'IMPSA. Pour ce faire nous allons réaliser un diagnostic afin de déterminer les dysfonctionnements et proposer par la suite des solutions.

Nous avons structuré notre étude de la manière suivante :

¹ <http://www.unop-dz.org/>

Introduction Générale

- Le premier chapitre est consacré à la présentation de l'environnement et caractéristiques principales du secteur pharmaceutique. Puis nous allons présenter l'entreprise en quelques chiffres. Cela permettra de cerner le contexte de cette étude.
- Le deuxième chapitre sera dédié à l'état de l'art qui contiendra les principaux concepts théoriques de la chaîne logistique ainsi que les outils utilisés dans le projet.
- Le troisième chapitre est une étude de l'existant qui se déroule selon trois niveaux, Afin de cerner la problématique et détecter les sources potentielles de dysfonctionnement.
- Le chapitre précédent nous ayant orienté vers les processus à améliorer, le quatrième chapitre sera donc dédié à l'optimisation du processus de transfert des produits entre les deux sites de l'entreprise. Nous développons un modèle de transfert en se basant sur la politique d'approvisionnement point de commande et un modèle mathématique.
- Le chapitre final proposera l'optimisation du processus de préparation de commande. L'amélioration de ce processus sera basée sur une simulation de l'état actuel sur le logiciel ARENA afin de déterminer les goulots d'étranglement, puis une proposition d'une nouvelle organisation de préparation ainsi que la validation de la proposition avec les résultats de simulation.

Nous clôturerons ce rapport par une synthèse de nos contributions et des recommandations et suggestions d'amélioration des anomalies que nous aurons constatées.

Chapitre I

Contexte de l'étude

I. Introduction

Par ce premier chapitre, nous introduisons le contexte général dans lequel notre projet de fin d'études est réalisé. Dans un premier temps, nous définissons l'environnement industriel de notre projet. Ensuite, nous allons présenter la structure du marché Algérien. En second lieu, nous présentons l'entreprise au sein de laquelle nous avons mené un stage de six (06) mois en faisant un aperçu sur ses ambitions, et qui vont nous servir pour la compréhension de la stratégie actuelle de l'entreprise. Nous concluons ce chapitre par la présentation de la problématique de notre projet.

II. L'environnement industriel

II.1. Le médicament un produit pas comme les autres

Le médicament a la particularité d'être, d'un côté, un bien de consommation courant, par conséquent soumis à une logique de marché et à des contraintes économiques et financières ; et d'un autre côté, il est le vecteur essentiel des services de soins prodigués à des personnes malades, avec donc une finalité sociale et humaine très spécifique

II.2. La distribution pharmaceutique, une activité de service très spécifique

Il est vrai que la distribution du médicament est similaire avec celle d'autres produits sur de nombreux aspects telle que la nécessité d'entreposage tout au long de la chaîne. Mais cela reste une activité très spécifique puisque la plupart des médicaments doivent être disponibles dans les plus brefs délais au comptoir de toutes les pharmacies et la nature même du produit distribué constitue l'une de ces spécificités. Ce qui nécessite le respect de précautions au niveau de la manipulation de ces produits et au niveau de leur mise à disposition au public.

Cette activité est assurée par des acteurs qui appartiennent à une chaîne qui traite des volumes très importants et très variés de médicaments qui doit être sécurisée d'amont en aval, du fabricant au détaillant en passant par le grossiste-répartiteur (autre nom du distributeur). Au début de la chaîne de distribution se trouvent les laboratoires pharmaceutiques qui fabriquent et vendent les produits aux grossistes, établissements pharmaceutiques et médecins. La distribution du médicament au détail est assurée par la pharmacie soit d'officine soit hospitalière. La distribution du médicament en gros est assurée par des grossistes-répartiteurs qui livrent chaque pharmacie client. Ces grossistes-répartiteurs méritent une attention particulière en raison du rôle central qu'ils remplissent dans la distribution pharmaceutique.

II.3. Les répartiteurs pharmaceutiques, des acteurs essentiels de la distribution

La répartition pharmaceutique joue un rôle principal dans le circuit de distribution du médicament puisqu'elle représente le maillon essentiel entre les laboratoires et les pharmacies d'officine. Les grossistes-répartiteurs achètent aux laboratoires pharmaceutiques des produits qu'ils gèrent et stockent avant de les livrer aux pharmacies (médicaments, dispositifs médicaux, parapharmacie...) dans les plus brefs délais et au moindre coût.

Les grossistes-répartiteurs occupent une place particulière dans la distribution, par les obligations et les réglementations strictes qu'ils doivent respecter.

Les grossistes-répartiteurs lient l'industrie et le commerce et ils constituent la principale source d'approvisionnements des pharmacies d'officines. Ils doivent connaître toutes les gammes de produits présente sur le marché et l'évolution de ce dernier.

L'activité de répartition pharmaceutique nécessite une large gamme de moyens d'exploitation qui permet à la fois d'optimiser les stocks (moyens de réception et stockage des produits, et gestion du stock), et assurer une bonne qualité livraison (moyens de communication, de préparation de commandes, de livraisons...).

Par ailleurs, les pouvoirs publics imposent les prix d'achat, les prix de ventes et plafonnent les marges pour les spécialités médicamenteuses (8% en moyenne), alors que ces produits représentent en moyenne 86% des ventes des grossistes-répartiteurs (Thrycia Tite,2009)

De plus, les grossistes répartiteurs n'ont souvent pas le choix de leurs fournisseurs (marché concentré) alors que les pharmacies d'officine quant à elles peuvent choisir leurs fournisseurs. Ainsi, il ne peut exister aucune relation d'exclusivité entre les grossistes et les pharmaciens. Ces derniers peuvent en effet s'approvisionner aussi bien auprès des différents grossistes-répartiteurs implantés dans la région qu'auprès des fabricants qui vendent directement les produits aux pharmacies d'officine. Le rapport de force est donc défavorable en amont et en aval pour les grossistes répartiteurs. En définitive, la réglementation limite très fortement la concurrence par les prix, la seule différenciation porte sur la qualité des services rendus. (Bentoumi,Ilmane, 2010)

L'activité de répartition pharmaceutique est d'autant plus spécifique que le marché se caractérise par de fortes barrières à l'entrée. En effet, les laboratoires fixent aux répartiteurs des quotas de livraisons sur certains médicaments qui correspondent à la part de marché du répartiteur sur

l'année précédente. Ce système rend plus difficile l'installation de nouveaux établissements et réduit les possibilités d'évolution des parts de marché des établissements existants.

Enfin, les grossistes-répartiteurs sont dans l'obligation de disposer plus d'un stock de 90 % des médicaments, de livrer en 24 heures, de garantir la qualité des médicaments alors que leurs marges sont limitées. De plus, compte tenu des caractéristiques économiques de ce marché – coûts fixes élevés et marge limitée- toute perte de client est une menace pour l'équilibre financier d'un établissement. Pour maintenir leurs parts de marché, les entreprises doivent à la fois optimiser leurs flux pour réduire les gaspillages et pertes de valeurs du produit et proposer un niveau de service aussi élevé voire meilleur que leurs concurrents.

II.4. Les Enjeux du Supply Chain Management dans la Distribution du Médicament

Face aux spécificités du secteur de la distribution pharmaceutique, les entreprises n'ont d'autres choix pour maintenir ou accroître leurs parts de marché que d'optimiser leurs flux matériels, informationnels et financiers tout au long de la chaîne de valeur et d'améliorer le service rendu aux pharmacies d'officine. L'adoption d'une démarche Supply Chain Management (SCM) permet d'optimiser la gestion des approvisionnements, des stocks, de l'entreposage, et du transport ainsi que la préparation des commandes. (Thrycia Tite,2009)

Elle permet également la mise à disposition du produit attendu par le client dans les meilleurs délais et dans le respect de la qualité. Le SCM favorise la réduction des gaspillages et des pertes de valeur du produit tout au long de la chaîne d'approvisionnement allant du fournisseur du fournisseur au client du client. Les performances de l'entreprise s'en trouvent améliorées, à la fois par la diminution des coûts et par l'élévation du niveau de service rendu à la clientèle. (Thrycia Tite,2009)

Le SCM remet en cause les restrictions traditionnelles à la circulation des informations et suppose une profonde transformation des modes d'organisation pour être pleinement efficace.

L'entreprise qui s'engage dans une démarche de SCM doit avant tout prendre en compte l'ensemble des acteurs qui participent à l'application de cette stratégie. Le personnel contribue à travers ses actions à faire progresser l'entreprise dans le sens d'une adaptation permanente de l'offre à la demande en termes de coûts, de qualité, de délais et de services associés aux produits (Thrycia Tite,2009).

La modélisation de l'organisation par activités permet d'identifier tous les acteurs intervenant dans la réalisation des objectifs stratégiques et de construire pour chaque catégorie d'acteurs, en fonction de leur implication, une politique de gestion des ressources humaines en cohérence avec le développement d'un processus coopératif dans les organisations.

La coordination entre les acteurs de la chaîne est nécessaire pour La mise en œuvre du SCM. Les flux d'informations jouent un rôle majeur dans la gestion de la chaîne logistique à la fois en fournissant à tous ses acteurs des informations en temps réel dans les plus brefs délais et en permettant la coordination des flux physiques tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Les technologies de l'information et de la communication jouent un rôle essentiel pour l'aboutissement de la démarche SCM. Pour accélérer les flux d'information en interne et en externe et optimiser l'aide à la décision grâce à la simulation, des progiciels de gestion intégrée ou ERP sont utilisés. Ces flux d'informations alimentent des bases de données, véritables stocks d'informations logistiques : fichier produit, historique des ventes, état des stocks, etc. La notion de *supply chain* n'a finalement émergé qu'à travers les développements de l'informatique dite de *supply chain* qui a permis d'intégrer toutes les applications relatives aux flux et stocks de produits. Communiquer et échanger des informations dans l'entreprise et avec les autres entreprises se révèle indispensable dans le pilotage des flux logistiques.

La répartition pharmaceutique doit tenir compte des enjeux spécifiques dans sa démarche de logistique globale. Compte tenu des spécificités réglementaires et des contraintes particulières de la distribution des médicaments, l'amélioration de la gestion des stocks ne vise pas le "zéro stock", mais plutôt l'optimisation permettant d'éviter les ruptures d'approvisionnement. Le nombre impressionnant de références et l'activité saisonnière de nombreux médicaments rendent la gestion des stocks particulièrement complexe, justifiant ainsi les efforts de rationalisation que permettent les méthodes de SCM. (Thrycia Tite,2009)

Les projets de SCM imposent en outre une transformation des modes d'organisation interne et externe. La réussite de tels projets passe par la mise en place de structures transversales, afin de faciliter la circulation des flux d'informations.

Concernant la rationalisation des approches logistiques, toutes les entreprises n'ont pas atteint le même stade d'évolution. Le degré d'avancement et les modes opérationnels (internalisation ou externalisation des moyens logistiques, systèmes informatiques implantés, progiciels de gestion intégrée) divergent selon les sociétés. Face au SCM, les acteurs de la pharmacie peuvent

ainsi être classés en différentes catégories. Certains groupes, minoritaires, ont véritablement intégré une logique de SCM, avec des projets qui arrivent à terme. Ils se concentrent sur leur cœur de compétences et opèrent un processus de sélection de leurs sous-traitants. D'autres entreprises se situent dans la phase d'intégration du Supply Chain Management et se focalisent surtout sur la réduction des coûts.

III. La structure du marché du médicament en Algérie

Le marché du médicament en Algérie est organisé en 03 maillons : (Safia Noui Mehidi,2013)

- Laboratoires fabricants : 80, et Importateurs : 55.
- Grossistes : 400 (avec 150 actifs) et la pharmacie centrale des hôpitaux.
- Officines : 10 600 et hôpitaux : 195.

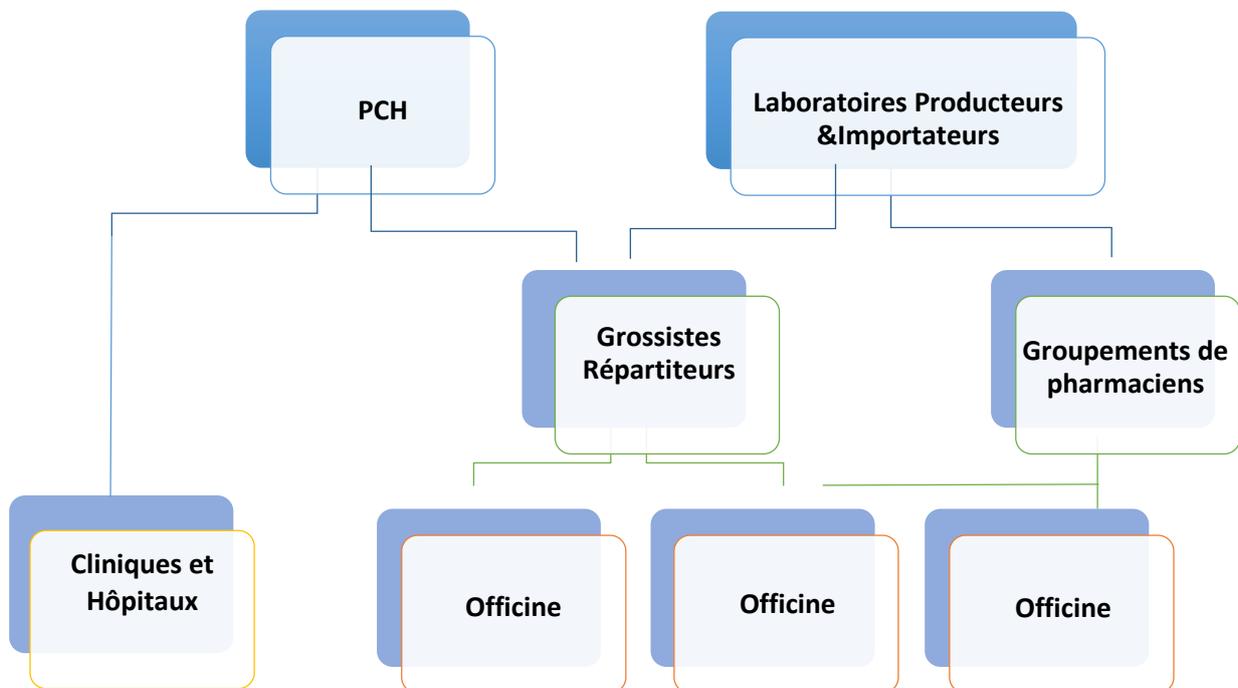


Figure I-1 La structure du marché du médicament en Algérie (Safia Noui Mehidi,2013)

La chaîne du médicament connaît plus que jamais des dysfonctionnements de fonds, dont la conséquence est un système de santé publique défaillant et ce malgré tous les moyens consentis par l'ensemble des acteurs.

Le marché de la distribution des médicaments a traversé à l'image d'autres secteurs du marché algérien plusieurs phases. Avant les années 90, l'État détenait un monopole sur le secteur. Par

la suite, au début des années 90, l'Etat commence à se désengager, au profit de l'ouverture totale du marché du médicament à la concurrence.

III.1. Les acteurs du marché et leurs degrés d'influence

III.1.1. L'Etat

Sachant que l'Etat reste le plus grand bailleur pour la consommation de médicaments à travers le remboursement de l'ensemble des frais médicaux (entre 80 et 100% pour les maladies chroniques) par la Caisse nationale des assurés sociaux « CNAS », la rationalisation des dépenses devient une nécessité.

i. La structure des marges grossiste et pharmacien en Algérie

Le prix des médicaments est administré par l'Etat selon le décret exécutif n° 98-44 du 1er février 1998 relatif aux marges plafonds applicables à la production, au conditionnement et à la distribution des médicaments à usage de la médecine humaine (Journal officiel, 1998)

Au niveau de la distribution aussi bien de gros (répartiteurs) que de détail (l'officine), les marges applicables aux médicaments sont plafonnées à des taux dégressifs en fonction des fourchettes de prix telles que présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau I-1 Structure des marges (Journal officiel, 1998)

Fourchette de prix	Marge grossiste	Marge officine
< 70 DZD	20%	50%
Entre 70 DZD et 110 DZD	15%	33%
Entre 110 DZD et 150 DZD	12%	25%
>à 150 DZD	10%	20%

En ce qui concerne la distribution de produits pharmaceutiques, le cahier des charges régissant actuellement le secteur impose aux grossistes répartiteurs plusieurs obligations :

- Le pharmacien directeur technique : le médicament appartient à une chaîne qui doit être sécurisée d'amont en aval, en passant par le grossiste. Ces opérations sont toutes assumées directement ou sous la surveillance de titulaires du diplôme de pharmacien.
- Il doit disposer d'un établissement de stockage d'une surface minimale de 300 m².
- Il doit disposer d'un établissement de stockage éclairé avec un sol lavable.

III.1.2. Des laboratoires et importateurs

Ce maillon de la chaîne connaît un essor important et notamment en ce qui concerne les producteurs (nationaux ou internationaux) car ceux-ci bénéficient des encouragements de l'Etat. Dans la toile des acteurs constituant les fournisseurs des répartiteurs, il y a ceux qui offrent des produits princeps initialement commercialisés par le même laboratoire et d'autres offrent des produits génériques qui est l'équivalent d'un médicament original et qui n'est plus protégé par des droits de propriété intellectuelle. Nous pouvons en distinguer trois catégories :

Tableau I-2 Catégories des fournisseurs en Algérie (centre national du registre de commerce, 2015)

	Nombre	Princeps	Générique	Couverture du marché
Laboratoires producteurs	80	10%	90%	Dont 10 couvrent 50% du marché
Les importateurs & conditionneurs & producteurs	15	90%	10%	Dont 3 couvrent 30% du marché
Les importateurs	40	100%		

En ce qui concerne les importateurs, ils connaissent quant à eux une diminution de leur nombre en raison de la nouvelle réglementation. Celle-ci oblige tout importateur à se lancer dans la production d'une partie de sa gamme dans les deux ans qui suivent le début de l'activité.

III.1.3. Des répartiteurs

Le marché de la répartition pharmaceutique Algérien compte plus de 400 grossistes inscrits au centre national du registre de commerce, mais le ministère de la santé a indiqué que seuls 150 sont actifs, et parmi ces derniers seuls 25 à 30 répartiteurs assurent plus de 80% du marché de la distribution et alimentent ainsi plus de 80% des officines.

i. Les catégories de grossistes répartiteurs

De manière générale on peut distinguer deux catégories de distributeurs :

- Le système traditionnel « grossiste répartiteur »
- Le nouveau système coopératif « groupement de pharmaciens ».

Tableau I-3 *Catégories de répartiteurs en Algérie (IMPSA, 2015)*

Catégories	Sous catégories	Nombres	Spécificités
Répartiteurs traditionnels	Grossiste importateur	5	Intégration en amont
	Grossiste simple	130	Activité traditionnelle
Répartiteurs coopératifs	Groupement de pharmacien	10	Créé par un groupe de pharmaciens
	Grossiste SPA (Capital ouvert exclusivement aux pharmaciens)	1 (IMPSA)	Grossiste simple→SPA Ouverture du capital aux pharmaciens d'officine.

ii. Leur répartition géographique et couverture du territoire national

Les grossistes pharmaceutiques sont repartis inégalement sur le territoire national, et ce à l'image de la répartition des officines.

Le tableau suivant représente la répartition géographique des différents répartiteurs pharmaceutiques sur le territoire national :

Tableau I-4 Répartition géographique des répartiteurs en Algérie (centre national du registre de commerce, 2015)

	Nombre	Taux de couverture (nationale)
Région Centre	60	50%
Région Est	70	30%
Région Ouest	20	5%
Région Sud	5 (filiales)	1%

III.1.4.Des officines et des pharmaciens d'officines

Le pharmacien d'officine a pour mission la validation et la délivrance (dispensation) des ordonnances prescrites par les médecins, les conseils associés à la prise des médicaments, à

l'hygiène, à la nutrition ou, plus globalement, à la santé publique. De manière annexe, le pharmacien vend aussi des produits de parapharmacie.

Le pharmacien d'officine a aussi un rôle social : il est en mesure d'indiquer aux personnes en difficulté les organismes ou les structures compétentes en matière de Santé Publique et d'aides sociales.

En Algérie, il est reconnu au pharmacien d'officine un droit de substitution lui permettant de délivrer des médicaments génériques (sous leur dénomination commune internationale « DCI ») inscrits au répertoire des médicaments génériques, sur une prescription médicale où figurent des médicaments dits "princeps".

i. Les pharmaciens d'officine en Algérie

L'Algérie compte actuellement plus de 10 600 officines sur l'ensemble du territoire, soit une officine pour plus de 3 500 habitants. Les 10 600 officines sont inégalement réparties sur le territoire algérien et c'est à l'image de la répartition de la population. Plus de 70% d'entre elles sont situées sur la partie nord du pays à savoir un territoire représentant à peine 1/10 ème de la superficie du pays.

Afin de mieux comprendre, ci-dessous la répartition des officines par région : le grand centre, l'Est, l'Ouest, les Hauts Plateaux et le Sud

Le tableau suivant représente la répartition géographique des officines pharmaceutiques sur le territoire national :

Tableau I-5 Répartition géographique des officines en Algérie (centre national du registre de commerce, 2015)

REGIONS	Nombre de WILAYAT	%	NOMBRE D'OFFICINES
CENTRE	7	24%	2 500
EST	12	28%	3 010
HAUTS PLATEAUX	6	12%	1 300
OUEST	11	24%	2 540
SUD	12	12%	1 250
Total général	48	100%	10 600

IV. Présentation de l'entreprise

IV.1. IMPSA et sa croissance à trois chiffres

IMPSA SPA est un jeune acteur de la répartition pharmaceutique en Algérie, créée en 2009 sous le slogan « par et pour les pharmaciens » par un jeune pharmacien ; Monsieur Mohamed Amine MESLI.

En 2013, IMPSA propose à ces clients les plus fidèles et aux pharmaciens d'officines leaders d'opinions dans différentes régions, de créer le premier groupement de pharmaciens du centre, ce qui constituera un grand avantage pour les deux parties ; car d'un côté, les clients accèdent à une plateforme logistique et augmentent leurs pouvoirs de négociation avec les fournisseurs et de l'autre, l'entreprise renforce ces capitaux propres et bénéficie d'un noyau de clients qui assurera sa pérennité et son positionnement novateur (Safia Noui Mehidi, 2013).

Petit à petit, l'entreprise réussit à se tailler une place dans le marché de la répartition pharmaceutique et le renforce en se distinguant de ses concurrents. L'entreprise avec aujourd'hui 137 collaborateurs, un chiffre d'affaire de 5 milliards de dinars pour 2015 et 4% de parts de marché, se positionne juste après les plus grands répartiteurs (Hydrapharm, Biopure, etc.). IMPSA est un acteur moyen mais dynamique du secteur de la répartition.

IV.1.2. Evolution du Chiffre d'Affaires IMPSA en (10⁶DA) :

IMPSA a comme ambition d'acroitre son chiffre d'affaire dans les années qui suivent avec une part de 8% du marché algerien en 2017.

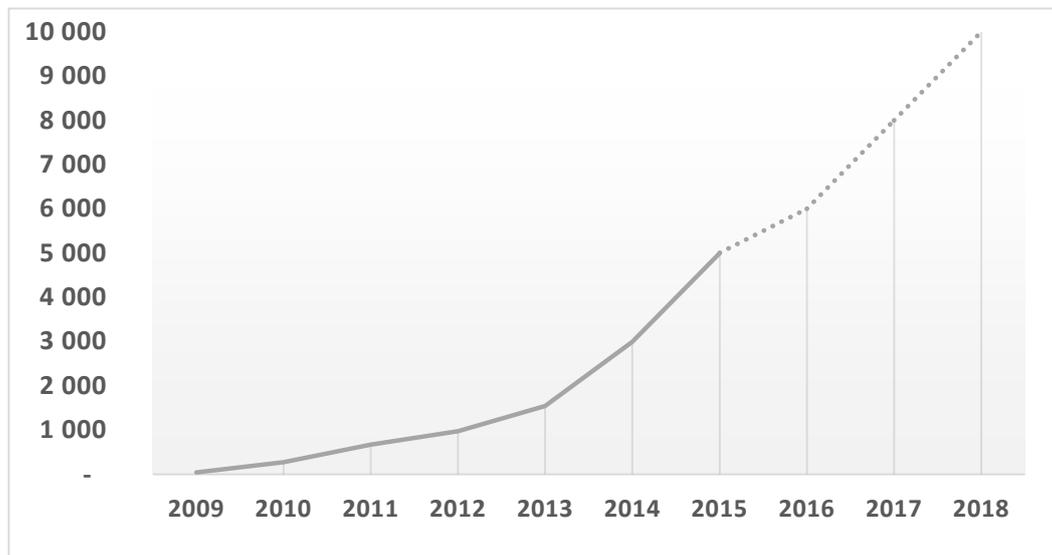
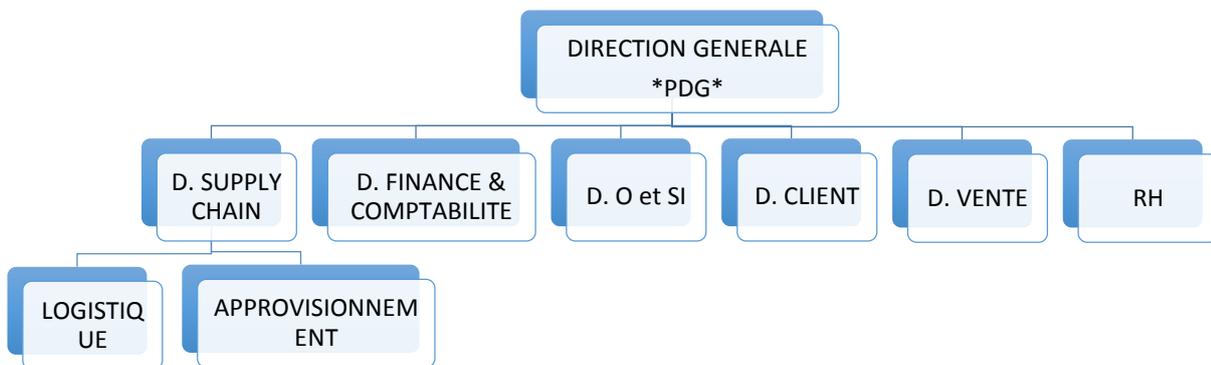


Figure I-3 Évolution du chiffre d'affaires IMPSA (Safia Noui Mehidi,2013)

IV.1.3. L'organigramme de l'entreprise



FigureI.4 L'organigramme de l'entreprise (Safia Noui Mehidi,2013)

IV.2. La supply chain un pilier de la vision de IMPSA

IMPSA doit se positionner comme un challenger dynamique avec comme objectif 8% de parts de marché en 2017. Une progression qui doit se faire en maintenant une rentabilité satisfaisante

qui puisse soutenir l'entreprise dans ses investissements et assurer une rémunération correcte de ses actionnaires

En tant que distributeur, la maîtrise et l'innovation dans la Supply Chain demeurent essentielles, sans négliger l'impact d'une bonne gestion de la chaîne logistique sur la qualité du service rendu et donc sur la satisfaction client.

V. Problématique générale

Après la présentation de l'environnement industriel et la spécificité de l'activité nous avons présenté l'entreprise IMPSA SPA, ainsi que la vision stratégique de l'entreprise qui s'aligne avec les concepts du management de la chaîne logistique. Par ailleurs, l'activité de distribution nécessite une maîtrise totale de la chaîne logistique afin de créer un avantage concurrentiel dans un milieu caractérisé par une concurrence rude.

Dans ce contexte, IMPSA SPA s'engage dans l'optimisation et l'amélioration de sa chaîne logistique. Notre travail s'intègre dans cet engagement global. Nous aurions souhaité mener plusieurs projets dans le contexte de l'amélioration de toute la chaîne logistique. Toutefois, en raison de la contrainte de temps, nous réaliserons un diagnostic afin de détecter les processus les plus critiques et nous les traitons par la suite.

L'étude de l'existant présentée par la suite permet de nous orienter vers les deux projets suivants :

- Elaboration d'un modèle de transfert des produits entre les deux sites de l'entreprise.
- Optimisation de la salle de préparation des commandes.

Nous présenterons la réalisation de ces projets dans les chapitres qui suivent.

VI. Conclusion :

Ce chapitre a permis de mettre en évidence le contexte de notre projet, ainsi que la problématique générale.

Afin de trouver une solution adéquate à la problématique posée, la compréhension des concepts de la chaîne logistique et des outils utilisés dans la solution est primordiale. Pour cela nous introduisons en détail ces concepts dans le chapitre suivant.

Chapitre II

Etat de l'art

I. Introduction

Nous allons présenter dans ce chapitre les concepts fondamentaux autour de notre projet. Nous commençons en premier lieu par un recueil de définitions de la supply chain, son évolution et ses niveaux d'intégration. Nous expliquons par la suite tout ce concerne la modélisation des processus métier et la norme du langage utilisée pour la modélisation.

En second lieu, nous présenterons les principaux outils utilisés pour la résolution de ce type de problème.

II. Supply Chain

II.1. Définition

La définition de la supply chain traduite en français « chaîne logistique » diffère d'un auteur à l'autre, Parmi eux, les suivants :

« Une supply chain est un réseau d'organisations (fournisseurs, usines, distributeurs, clients, prestataires logistiques...) qui participent à la fabrication, la livraison et la vente d'un produit à un client. Ces organisations échangent entre elles des produits, des informations et de l'argent ». (LE MOIGNE, 2013).

« Une chaîne logistique peut être considérée comme une succession d'activités d'approvisionnement, de fabrication et de distribution traversées par divers flux. Ces flux peuvent être classés en trois types, à savoir : les flux physiques, les flux d'information et les flux financiers. » (BABAI, 2008)

« L'ensemble des parties impliquées, directement ou indirectement, dans la satisfaction de la demande d'un client. » (Chopra et Meindl, 2001)

L'ensemble des auteurs s'accordent sur la liaison entre les entreprises et la création d'un réseau du fournisseur des fournisseurs jusqu'à l'utilisateur final.

La figure 1 est une représentation simplifiée de la notion d'une chaîne logistique.

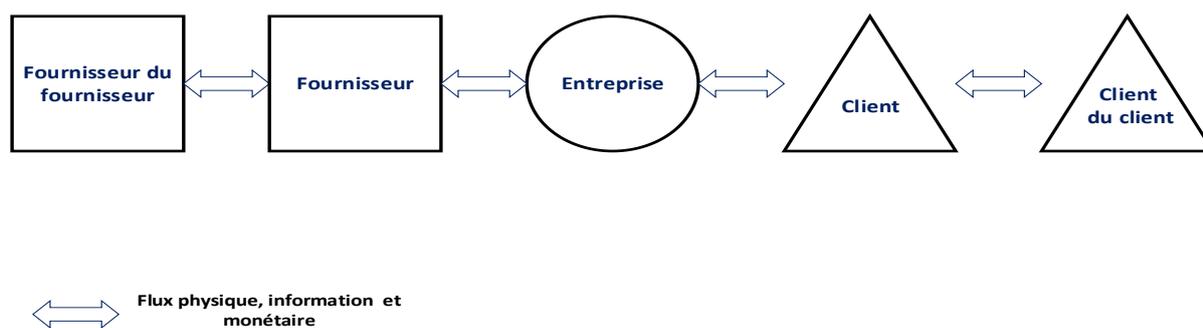


Figure II-1 Représentation de la chaîne logistique

II.2. L'évolution du concept de supply chain

La Supply chain (en français chaîne logistique) est un concept militaire d'origine, où la logistique signifie « la logique » la façon de la mise en place de l'ensemble des ressources matérielles pour soutenir les opérations militaires, On cite souvent la définition militaire : « La logistique consiste à apporter ce qu'il faut, là où il faut et quand il faut. » (Pimor et Fender,2008)

Le terme logistique est peu utilisé de la fin du 19^{ème} siècle jusqu'à la deuxième guerre mondiale car il était uniquement lié au militaire. Il désigne l'art de combiner tous les moyens de transport, de ravitaillement et de logement des troupes. Après la deuxième guerre mondiale, la logistique se généralise dans les entreprises. Cependant c'est surtout à partir des années soixante-dix que l'entreprise a découvert la logistique (Rama Rao,2001).

L'étude et l'analyse de la littérature nous a permis de résumer l'évolution de la logistique au sien des entreprises à travers cinq phases principales :

- La logistique séparée (1955-1970) : elle consiste à utiliser les méthodes d'optimisation au niveau de chaque métier séparément des autres. À cette époque les entreprises étaient très influencées par le taylorisme et on y trouve une fragmentation des taches par métiers, du fait de cette séparation chaque service va essayer de réduire ses coûts sans se soucier de l'impact que son action aura sur les autres entités, par la suite l'entreprise n'arrive pas à une optimisation globale des processus.
- La logistique intégrée (1970-1985) : la naissance de la transversalité et la coordination des différentes fonctions de l'entreprise. La stabilité de l'économie, la concurrence et les exigences des clients ont obligé les entreprises à réaliser un produit de meilleure qualité tout en ayant une situation économiquement viable. Ainsi plusieurs nouveaux concepts ont vu le jour comme le Total Quality Management et le Juste à Temps, parallèlement des outils comme MRP (Manufacturing Resources Planning), ont été

développé pour réduire les coûts logistiques en trouvant un optimum commun des différents services. Afin de maîtriser les flux, les entreprises ont commencé à regrouper les opérations en « logistique amont » et « logistique aval ».

- La logistique globale (1985-2000) : l'optimisation des flux se fait avec une chaîne plus large qui englobe les partenaires. L'utilisation des outils comme CRM (Customer Relationship Management) et SRM (Supplier Relationship Management) étaient l'élément clé pour faire la transition fournisseur et clients vers partenaires. Cette période a connu l'émergence des ERP (Entreprise Resource Planning) et l'utilisation des logiciels et les systèmes d'information.
- La logistique collaborative (2000-présent) : la gestion collaborative a comme but d'arriver à une chaîne du premier fournisseur au dernier consommateur, avec des réseaux complexes y compris de multiples entités couvrant plusieurs pays avec un contrôle diversifié. L'utilisation des nouvelles technologies avec les systèmes d'information modernes sont des outils de bases dans cette vision.
- La logistique future : avec l'évolution technologique, la logistique continue à se développer avec l'intégration des technologies d'analyse et de la simulation des données comme l'intelligence artificielle, le data mining et la business intelligence. Une autre vision qui émerge aussi est la supply chain verte...

II.3. Définition du management de la chaîne logistique

Après la définition de la chaîne logistique et son évolution, nous passerons maintenant à son management.

« Le supply chain management est une réflexion globale de l'organisation pour augmenter sa flexibilité, réactivité et proactivité. Le consensus se fait clairement sur les leviers que sont les prévisions/planification et gestion des stocks (elle-même asservie aux prévisions) afin de rendre l'entreprise plus efficace, lean et efficiente. » (Lecoeuvre, 2011)

Le management de la chaîne logistique est une philosophie qui tend vers une gestion intégrée de l'ensemble des flux d'un canal de distribution, du fournisseur à l'utilisateur final (Cooper et al, 1997).

« La démarche permettant l'intégration d'unités organisationnelles le long de la chaîne logistique et la coordination des flux physiques, informationnels et financiers dans le but de

satisfaire le consommateur final et d'améliorer la compétitivité de la chaîne dans son ensemble » (Steadtler,2005).

D'après les différentes définitions, le management de la chaîne logistique est une discipline qui pilote l'ensemble des activités et les interrelations extérieures de l'entreprise.

II.4. Les niveaux d'intégration du SCM au sein des entreprises

L'intégration du concept de SCM au sein des entreprises est liée directement à leur perception de la chaîne logistique. La chaîne logistique peut être limitée aux bornes de l'entreprise, s'étend à ses partenaires directs ou intègre plusieurs entreprises. On peut distinguer cinq niveaux d'intégration du SCM au sein des entreprises :

Niveau 1 : la logistique indépendante :

C'est le cas d'une entreprise qui dispose d'une gestion de production, stockage, transport, distribution qui travaillent de façon quasi indépendante chacune avec ses objectifs.

Niveau 2 : la logistique intégrée (interne) :

L'entreprise déploie des processus et des outils pour intégrer dans un fonctionnement cohérent, l'ensemble des maillons internes de sa logistique, rendu possible grâce à l'avènement des ERP (Entreprise Ressource Planning) une famille de logiciels intégrés qui utilisent une base d'information unique pour toutes les fonctions de l'entreprise (Achat, production, stockage, transport, vente ...).

Niveau 3 : la logistique intégrée (externe) :

Le SCM est étendu aux fournisseurs et aux clients. L'entreprise partage en temps réel des informations pour les différentes fonctions de la logistique. Grâce aux techniques de l'EDI (Echange de Données Informatisées), les fournisseurs et les distributeurs mettent en liaison leurs systèmes d'information respectifs.

Niveau 4 : la logistique collaborative :

L'entreprise utilise des moyens en commun des fournisseurs des fournisseurs jusqu'au client final, dans une même communauté d'intérêts. Il existe plusieurs niveaux de collaboration transactionnelle, informationnelle, décisionnelle, et stratégique. (Dornier et Fender, 2007)

Nous résumerons dans le schéma suivant les différents niveaux d'intégration du SCM.

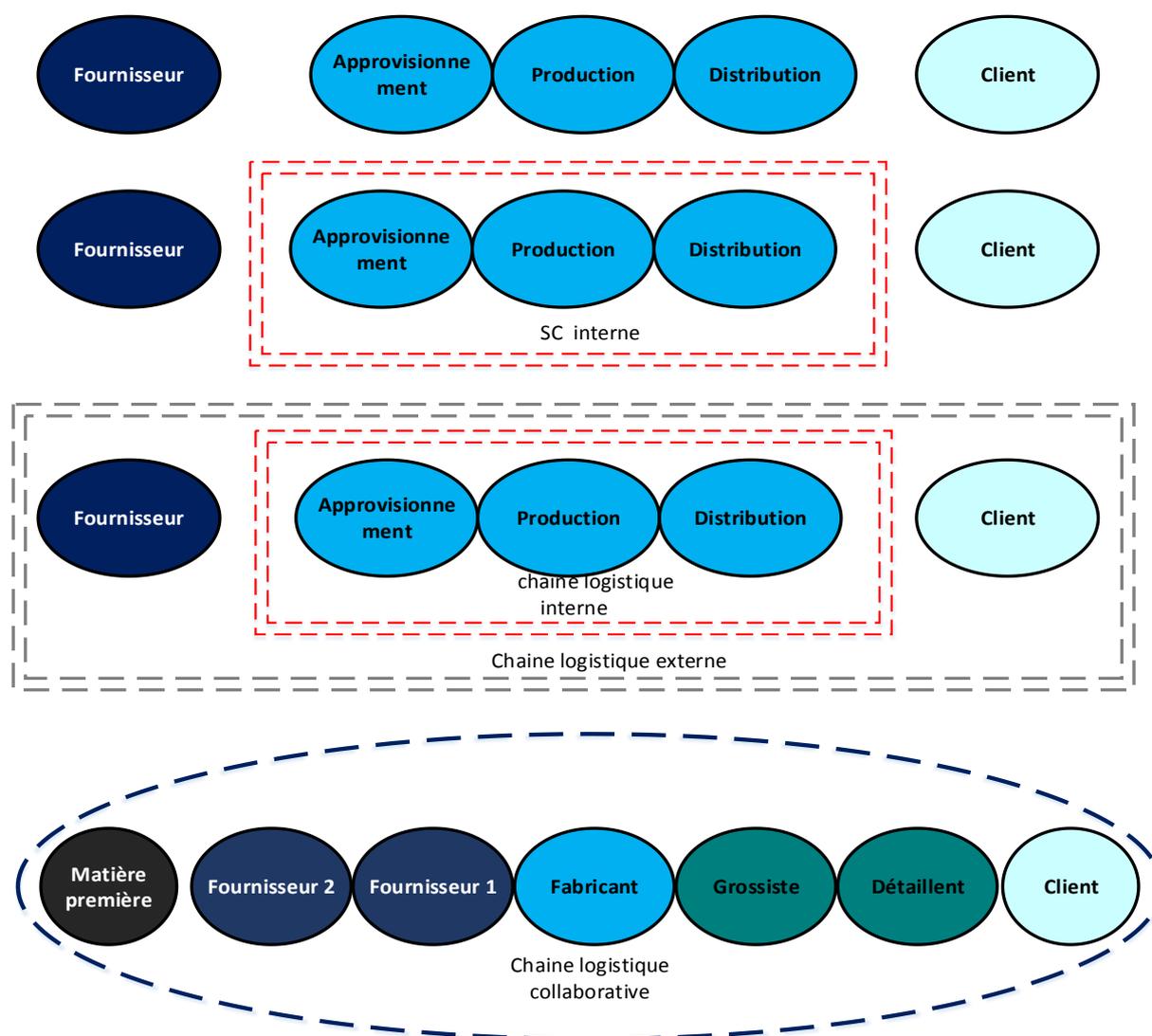


Figure II-2 Les différents niveaux d'intégration du SCM au sein des entreprises

III. Les processus de la supply chain

III.1. Introduction

Dans cette partie nous allons présenter les différents processus de la chaîne logistique. Mais nous nous focaliserons sur une seule partie de la chaîne. Ce choix est lié directement au périmètre d'étude de notre travail. Le Schéma suivant illustre le périmètre étudié :

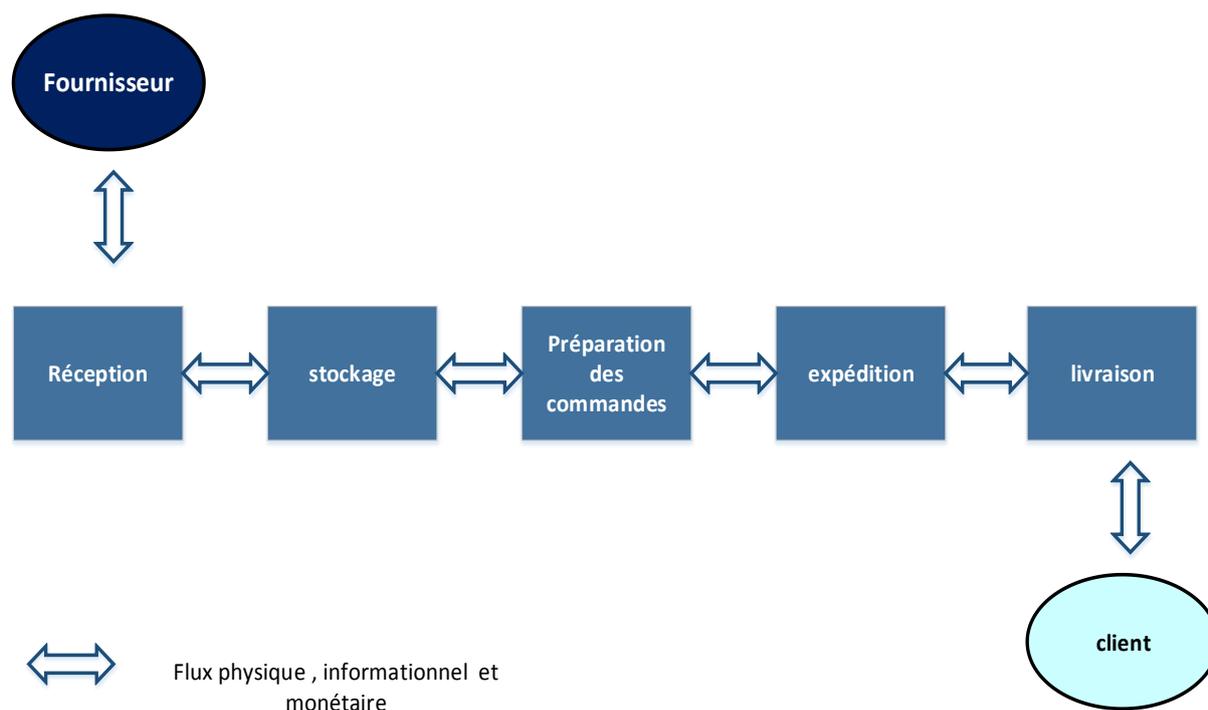


Figure II-3 Périmètre d'étude

III.2. Réception des marchandises

III.2.1. Définition

La phase de réception est la première phase de flux de produit dans l'entrepôt. Elle consiste à recevoir les produits finis et/ou semi-finis dans des bonnes conditions et veiller sur l'exécution des différentes opérations de manutention, d'inspection et de contrôle dans les meilleures circonstances, en déployant les différents moyens et équipements nécessaires pour se faire, (Amodeo et Yalaoui, 2005).

La zone de réception n'a pas pour unique fonction d'entreposer les marchandises suite au déchargement des camions des fournisseurs ; elle assure également dans certains cas le stockage des produits non-conformes, les dédouanements, etc. (RiboudSainclair, 2009).

III.2.2. Les étapes du processus de réception (Cassandra,2015)

Les principales étapes du processus de réception sont : Le déchargement, le contrôle quantitatif et qualitatif et intégration de marchandises reçues dans le stock de l'entreprise.

La réception se fait par un réceptionniste. La remise de la marchandise par le transporteur est effectuée dans tous les cas contre une signature d'un bon de livraison par le client réceptionnaire. En règle générale, elle matérialise le transfert de propriété et déclenche le paiement de la facture commerciale selon la convention d'achat passée avec le fournisseur.

Un contrôle doit être effectué afin de vérifier si les articles reçus sont conformes aux prescriptions émises dans le bon de commande. D'une manière générale, le contrôle des articles est à la fois qualitatif et quantitatif.

i. Le contrôle quantitatif

On parle de contrôle quantitatif lorsque les vérifications sont basées sur le décompte des quantités. Selon les situations, les articles sont comptés un par un ou alors en masse. Mais dans ce dernier cas le magasinier peut avoir recours aux appareils de mesure.

Lorsque l'article reçu est un article composé, le décompte des quantités se fait d'abord sur l'article même, ensuite sur ses composants.

ii. Le contrôle qualitatif

Le contrôle qualitatif est un jugement porté sur la conformité de l'article reçu. C'est à dire, sur son aptitude à satisfaire le besoin de son utilisateur. Il s'applique aussi bien sur l'emballage que sur le contenu de cet emballage. En principe, il est recommandé d'ouvrir tous les emballages (cartons, caisses, charges palettisées ...) afin d'en vérifier le contenu. Les critères de vérification lors du contrôle qualitatif sont divers et différent d'un article à un autre. Ils peuvent porter sur la référence du fabricant, l'emballage, la couleur du contenu, la matière, et les dimensions.

Donc la réception est l'acte par lequel le destinataire des marchandises prend possession de ces dernières au moment de leur livraison par le fournisseur.

III.3. Gestion de stock

III.3.1. Définition

« Le stock est un ensemble d'articles ou de produits finis et semi-finis détenus par l'entreprise, il permet de satisfaire des demandes qui lui proviennent soit des clients internes ou externes, dès leurs expression » (Javel, 2010).

« La gestion des stocks a pour finalité de maintenir à un seuil acceptable le niveau des services pour lequel le stock considéré existe. Il n'y a pas d'objectif absolu valable pour toutes les

entreprises, pour tous les produits, pour toutes les catégories de stocks. L'objectif correspondra toujours à un contexte particulier. De plus, il ne sera pas figé, mais évoluera dans le temps. En effet, l'un des objectifs de la gestion de stocks est précisément d'aller vers une performance accrue par une meilleure maîtrise des stocks » (Courtois et al ,2003).

Donc on peut dire que la gestion de stock a comme objectif principal d'éviter le sur-stockage synonyme d'argent immobilisé et d'assurer la continuité des approvisionnements parallèlement. (Voir annexe 11)

III.4. Préparation de commandes

La préparation de commandes consiste à collecter les articles stockés dans l'entrepôt et à les regrouper avant de les expédier aux clients. L'optimisation de cette tâche permet à la fois de gagner en productivité et à améliorer la qualité de service et donc l'image de marque de l'entreprise. (Michel Roux, 2008)

Il existe plusieurs types d'organisation de préparation de commande, nous citons les suivants :

- Pick then Pack : Cette organisation signifie que l'on exécute les prélèvements dans un premier temps puis qu'on les achemine vers une zone de conditionnement.
- Pick and Pack : Type de préparation de commandes dans laquelle les articles préparés sont directement rangés dans leurs colis.
- Pick to belt : Ce mode de préparation se rencontre dans les zones de stockage muni d'un convoyeur. Adapté pour effectuer des prélèvements en masse. Les cartons contenant des quantités importantes d'articles sont déposés sur le convoyeur qui alimente à son tour le centre de tri. (Michel Roux, 2008)

III.4.1. Technologie d'entreposage dynamique

Nous présentons une technologie de préparation de commande qui est le rayonnage dynamique. C'est un espace de stockage dont les étagères, légèrement inclinées, sont munies de rouleaux ou coussins d'air permettant aux cartons d'avancer vers le préparateur. Ce système de stockage est utilisé de préférence pour les produits à forte rotation.

Cette solution permet d'optimiser l'espace en compactant la zone de stockage tout en gérant des produits soit en LIFO ou FIFO :

- LIFO : Last In Last Out, le dernier carton rentré est le premier à sortir.

- FIFO : First In First Out, le premier carton rentré est le premier sortir.

(Ssi-schaefer,2007)

i. Avantage

Ce système est conçu pour les zones du magasin où la fréquence de picking est élevée. Il permet de :

- L'exploitation optimale de l'espace disponible grâce au stockage par bloc dynamique.
- La surveillance optimale des dates limites d'utilisation, les lots et les séries.
- D'augmenter le nombre de lignes à préparer, tout en évitant des déplacements au personnel chargé des opérations.
- Diminuer le temps de préparation des commandes.

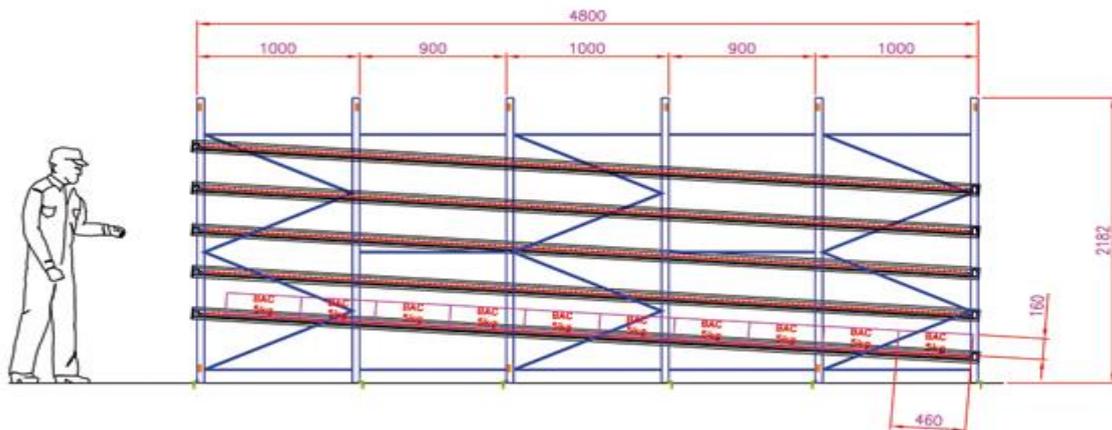


Figure II-4 Rayonnage dynamique (ssi-schaefer,2007)

III.5. Expédition

Le processus d'expédition consiste à assurer la livraison des produits à destination des Clients. La livraison est la dernière opération du processus de traitement physique d'une sortie d'articles du magasin. Il s'agit de la remise matérielle des colis au destinataire. (Michel Roux, 2008)

Ce processus qui consiste à :

- Traiter et vérifier les ordres de prestations de livraison.
- Prélever les marchandises nécessaires dans des zones de stockage réservées à cet effet tout en respectant les prescriptions fournies par le donneur d'ordres.

Assurer le chargement des commandes qui se termine avec le départ des camions. (Michel Roux, 2008)

IV. Gestion des processus

IV.1. Introduction

Nous retiendrons comme définition qu'une chaîne logistique est une succession d'activités couvertes par différentes fonctions d'une seule ou plusieurs organisations indépendantes permettant des satisfaire des clients. Une part importante de la performance des organisations repose désormais sur leur capacité à gérer leurs flux et à en avoir une vision globale. Le pilotage de la chaîne est un élément clé de la performance, donc les principales améliorations possibles se situent au niveau des relations et des échanges entre les activités et les fonctions qu'ils supportent.

Pour s'inscrire dans une démarche d'amélioration continue, il est indispensable d'avoir une représentation et de cartographier les processus. Cet outil permet d'analyser finement le fonctionnement de l'entreprise et de localiser les processus clés. Un autre intérêt est d'aider à comprendre les interactions entre eux et d'identifier les principaux inputs et outputs. Il s'agit d'un puissant outil de communication interne et externe pour présenter l'organisation mise en œuvre pour exploiter ses activités et satisfaire ses clients.

Nous allons dans les paragraphes suivants, voir les principes et les objectifs de la gestion des Processus dans une entreprise. Puis nous verrons l'application de ces principes aux chaînes logistiques.

IV.2. L'Approche processus

N'importe quel organisme est composé de nombreux processus liés les uns aux autres et qui doivent parfaitement fonctionner ensemble si l'on veut être performant. L'approche processus est une méthode et un mode de management destinée à maîtriser et améliorer le fonctionnement d'un organisme et piloter leurs performances.

Définition : L'approche processus désigne l'application d'un système de processus au sein d'un organisme ainsi que l'identification, les interactions et le management de ces processus (ISO 9001,2000).

IV.2.1. Qu'est-ce qu'un processus ?

Un nombre de définitions existent dans la littérature pour décrire cette notion de processus. Il a été retenu :

Définition 1 : « Un processus est une séquence d'évènements qui englobe les actions, les personnes et l'enchaînement du travail. » (Giaccari, 2002).

Donc c'est un entrelacement d'activités, qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie. Il est important que ces activités exigent l'attribution de ressources comme les personnes et le matériel



Figure II-5 *Processus générique*(British Standards Institution,2015)

Définition 2 : « Le processus est un plan d'ensemble indiquant comment les acteurs collaborent au moyen des informations gérées pour accomplir l'objectif de production » (Abdmoulah 2004).

Les éléments d'entrée et les éléments de sortie escomptés peuvent être tangibles (comme l'équipement, le matériel ou les composants) ou intangibles (comme l'énergie ou l'information). Les éléments de sortie peuvent aussi être fortuits, comme les déchets ou la pollution. Les éléments de sortie d'un processus peuvent souvent être les éléments d'entrée d'autres processus et sont reliés entre eux dans le réseau ou le système global. (British Standards Institution,2015).

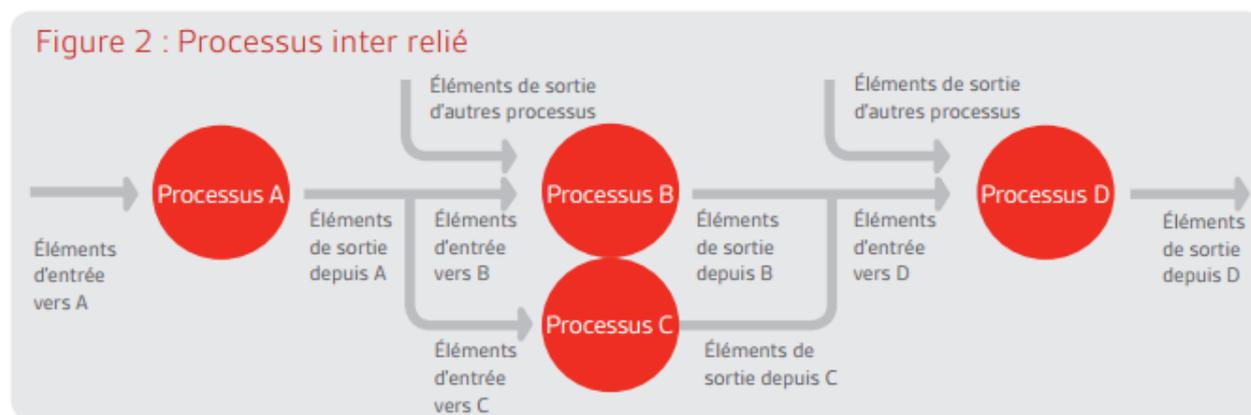


Figure II-6 *Processus inter relié*(British Standards Institution,2015)

L'origine du concept processus provient des chaînes de fabrication. Actuellement, il s'applique également aux transactions commerciales et aux procédés de gestion en général. On parle ici de processus métier.

IV.3. Processus métiers

IV.3.1. Introduction

Un processus métier est un concept clé qui décrit finement l'activité de l'entreprise. Le fonctionnement efficace de celle-ci est aujourd'hui basé sur une bonne définition de ses processus.

Plusieurs définitions du terme processus métier sont présentées dans la littérature. Il est vrai que cette notion est suffisamment générale pour être utilisée dans différents domaines scientifiques ou applicatifs. Aussi, le terme de processus métier est souvent utilisé pour désigner des notions différentes : processus exécutable, processus métier, processus collaboratif, etc. L'étude des définitions de ces différentes notions permet d'avoir une idée plus claire de ce qui est désigné par un « processus métier » (Bentellis, 2007).

IV.3.2. Définitions

Définition : « Un processus métier est un enchaînement d'activités à exécuter pour réaliser un objectif de l'entreprise. Cet enchaînement forme ce qu'il est convenu d'appeler le flux de contrôle du processus, c'est à dire sa logique d'exécution. » (Ferchichi 2008).

Les processus métiers sont les processus représentatifs des activités de l'entreprise indépendamment des moyens humains et techniques. C'est un ensemble d'activités et de tâches qui, une fois effectuées, rempliront l'un des objectifs de l'entreprise.

Ces processus interfèrent de manière transversale et peuvent traverser les frontières organisationnelles internes de l'entreprise. Ils traversent même les limites de l'entreprise pour collaborer avec les partenaires comme les fournisseurs et les distributeurs.

L'interaction et l'échange d'informations se fait entre des différents participants. Ces participants peuvent être :

- Des applications / services du SI.
- Des acteurs humains.
- D'autres processus métier.

Un processus métier doit avoir des entrées et des sorties clairement définies. Ces entrées se composent de tous les facteurs qui contribuent (directement ou indirectement) à la valeur ajoutée d'un service ou d'un produit. Ces facteurs peuvent être classés en processus de management, processus opérationnels et processus de support.

- Les processus opérationnels (de réalisation) : Appelés aussi processus opérationnel Contribuent directement à la réalisation du produit ou service depuis la détection du besoin jusqu'à l'évaluation de la satisfaction du 'client'. La donnée de sortie est le produit ou le service.
- Les processus de support (soutien ou ressources) : Appelés aussi processus de soutien Contribuent à la disponibilité des moyens nécessaires aux processus de réalisation. La donnée de sortie est la ressource.
- Les processus de management (de pilotage ou décisionnels) : Permettent de conduire l'organisme, d'améliorer les dispositifs mis en œuvre, de vérifier la cohérence des décisions prises vis-à-vis des objectifs poursuivis. La donnée de sortie est la décision.

Un processus métier peut être interne à une entreprise tel une gestion des demandes, ou mettre en jeu des entreprises partenaires, on parle alors de processus collaboratifs. (Schaelet al , 1997)

IV.3.3. Les processus au centre de la gestion des chaînes logistiques de l'entreprise

(Belin-Munier, 2010)

Avant la logistique était considéré comme un ensemble de techniques de transport, de manutention ou de stockage. Aujourd'hui elle est devenue à la fois un système organisationnel et un système de pilotage ; capable d'apporter un véritable avantage concurrentiel à l'entreprise.

Le management de la chaîne logistique impose de passer d'une logique fonctionnelle à une logique transversale, d'optimiser les processus et gérer les interactions entre eux.

IV.3.4. Modélisation des processus métiers

La modélisation des processus métier est au cœur de la démarche d'analyse d'une organisation. Que ce soit dans le cadre d'une démarche d'amélioration ciblée ou d'une réorganisation plus globale. La modélisation des processus permet de formaliser le fonctionnement précis d'une organisation en utilisant un langage standard et aisément compréhensible. La richesse sémantique, offerte par les techniques et outils de modélisation organisationnelle de l'entreprise, facilite la perception commune des processus métiers. (Bentellis, 2007).

La modélisation de processus métiers (d'affaires) consiste à formaliser les savoir-faire de l'entreprise, afin d'identifier les points forts du métier et ceux qui doivent être améliorés pour augmenter par la suite la compétitivité et l'agilité de l'entreprise. De plus, elle doit permettre aux différents intervenants d'avoir une compréhension commune et non ambiguë du processus. Parmi les méthodes de modélisation des processus métiers le Business Process management.

IV.3.5. Gestion des Processus Métier BPM (Becker et al, 2000)

Le BPM, Business Process Management, ou gestion des processus métiers, est une démarche centrée sur les processus métiers de l'entreprise, orientée client. Le passage radical d'une organisation d'essence fonctionnelle à une structure radicalement transversale est particulièrement pertinent pour identifier les sources d'efficacité et d'efficacités et orienter ainsi les actions d'amélioration.

- Un outil permettant de représenter graphiquement des processus.
- Un moyen pour simuler et optimiser les processus avant leur déploiement.
- Un système permettant d'exécuter des processus comprenant à la fois des activités humaines et automatisées.
- Un moyen d'accéder et d'interagir avec les systèmes existant dans l'entreprise (bases de données, systèmes de gestion de données, messagerie, etc.).
- Des outils pour suivre et gérer les processus au fur et à mesure qu'ils s'opèrent.
- Un moyen de collecter et de traiter les données issues des processus en temps réel.

Dans la littérature nous trouvons une variété de langages et de notations BPM pour la modélisation des processus d'affaires, chacun avec ses avantages et ses inconvénients, avec ses conventions et ses techniques pour représenter les processus métiers. C'est pour cela que choisir

la notation BPM appropriée pour une entreprise qui entame un projet de modélisation des processus d'affaires à partir de zéro n'est pas une tâche facile.

Concernant les langages BPM, il existe quatre catégories différentes :

1. Langages graphiques : Par exemple, BPMN.
2. Langages d'exécution : Par exemple BPEL.
3. Langages d'échange : Par exemple XPD.L.
4. Langages de diagnostic : Par exemple BPQL.

De ces quatre catégories, nous voulons viser notre travail sur la catégorie de langages graphiques, car cette catégorie de langages BPM nous a permis de représenter et communiquer les processus d'affaires de façon graphique.

IV.3.6. Business Process Modelling Notation BPMN (Weidlich et al, 2010)

BPMN, Business Process Modelling Notation, est un langage graphique normalisé de représentation des processus métier. L'objectif étant d'utiliser un langage commun afin de faciliter la réalisation et la communication de la modélisation. Le projet BPMN initié par BP.MI, Business Process Management Initiative, est supporté par l'OMG, Object Management Group.

La notation est organisée en quatre catégories d'éléments :

i. Les objets de flux

Ces sont les principaux éléments de description d'un processus BPMN.

- Les événements : Un événement correspond à quelque chose ayant lieu durant le processus. Il a en général une cause et une conséquence.
- Les activités : Une activité correspond à une action. Elle possède un début et une fin et ne peut commencer que si la précédente est terminée.
- Les branchements : Il correspond à un branchement dans le processus. Il permet de représenter une action dans l'avancement du processus.

ii. Les objets de connexion

Ils permettent la description des branches que l'information traitée peut suivre d'un objet de flux vers un autre.

- Le flux séquentiel : Il indique l'ordre d'exécution des actions.
- Le flux de message : Un message correspond à un lien entre deux processus séparés.
- L'association : Elle sert à lier des données ou des documents aux objets du processus.

- Les couloirs d'activités :
- Ces couloirs permettent de regrouper les activités d'un participant donné Le bassin : Les bassins sont des objets structurants qui servent à définir les frontières d'un processus.
- Le couloir : Ils correspondent à une sous partie d'un bassin. Ceux-ci peuvent, par exemple, représenter les services d'une entreprise ou encore des rôles.

iii. Les artefacts

Ce sont des objets additionnels utilisés pour mieux comprendre le schéma BPMN.

- Les objets de données : Ils montrent comment des données sont liées à une activité (via une association). Ces objets peuvent être nécessaires à une activité ou produits par une activité.
- Les annotations : Elles permettent d'ajouter des commentaires pour faciliter la lecture du diagramme BPMN.
- Les groupes : Ils permettent de regrouper des activités d'une même catégorie afin de mieux les repérer visuellement sur le diagramme.

V. L'informatique et la gestion de l'entreprise

V.1. System d'information

V.1.1. Introduction

L'évolution de la taille d'une entreprise rend l'existence d'un système qui restitue l'information à la personne concernée, sous une forme appropriée, et au bon moment un impératif. Cela se réalise généralement intuitivement dans les entreprises de taille réduite, mais il fait l'objet d'une attention toute particulière dans les grandes entreprises. En effet, le besoin de l'existence d'un tel système a grandi du fait de l'environnement changeant, et caractérisé par la forte concurrence.

A partir des années 90 les entreprises s'orientent progressivement vers l'implémentation des systèmes d'information automatisés, et ce dernier représente leur centre nerveux. Nous allons définir ce qu'est un système d'information.

V.1.2. Définition

« Un ensemble organisé de ressources : matériel, logiciel, personnel, données, procédures... permettant d'acquérir, de traiter, de stocker des informations (sous forme de données, textes, images, sons...) dans et entre des organisations » (Reix, 2004)

V.1.3. Le rôle du système d'information dans l'entreprise

Le système d'information a comme objectif de fournir à chacun des membres de l'entreprise, les renseignements dont il a besoin pour la prise de décisions, le suivi des actions mises en place et le contrôle de l'organisation. La finalité essentielle d'un système d'information est donc d'assurer le contrôle, la coordination et l'aide à la décision.

Pour remplir ces trois objectifs (coordination, contrôle et décision), le système d'information devra réaliser différentes fonctions :

- La collecte de l'information.
- Le traitement de l'information.
- La mémorisation de l'information.
- La diffusion de l'information. (Diemer,2008).

Delmond résume le rôle des systèmes d'informations dans l'entreprise selon le niveau d'intervention dans le tableau suivant :

Tableau II-1 *Le rôle des systèmes d'informations dans l'entreprise selon les niveaux d'intervention (Delmond et al, 2003)*

	Rôle du système d'information	Exemples d'applications
Système d'information opérationnel	Collecter, mémoriser, traiter les données nécessaires à la conduite de l'activité. Automatiser, fluidifier et optimiser les processus.	Achats, stocks, logistique gestion de production, Gestion des données techniques Comptabilité générale et analytique service après-vente...
Système d'information d'aide à la décision	Fournir des indicateurs pertinents sur l'activité. Connaitre les clients, offrir des outils d'analyse et de simulation. Gérer la connaissance.	Tableau de bord des activités, reporting, simulations Analyse du profil client Bases de données de connaissance.
Système d'information de communication	Communiquer les informations en interne et avec les partenaires (clients, fournisseurs).	Messagerie, réseau d'échange interne, Echange normalisés(EDI).

V.1.4. SAP Business One (SAP,2015)

SAP Business One est une solution ERP (progiciel de gestion intégré) pour les PME/PMI et les filiales des grandes entreprises.

Il vise à gérer tous les aspects de l'entreprise, en fournissant un accès aux informations de gestion en temps réel. L'application se compose de plusieurs modules, couvrant chacun une fonction de gestion spécifique, avec des interfaces standard vers les sources de données internes et externes, les terminaux mobiles et autres outils d'analyse.

SAP Business One dispose des fonctions multiples afin de mieux gérer les flux de l'entreprise, nous situons les suivants : Gestion financière, Opportunités commerciales, Ventes, Achats – Fournisseurs, Partenaires Opérations bancaires, Gestion des stocks, Production, Planification des besoins, Service – Après, Vente, Ressources humaines et Administration.

Nous développons dans cette partie des fonctions d'SAP Business One que nous utiliserons après dans les chapitres suivants.

V.1.5. SAP High-Performance Analytical Appliance (HANA) (SAP,2015)

C'est un outil de Business Intelligence. La technologie de SAP HANA s'appuie sur la mémoire principale associée au stockage des données de l'ordinateur, en offrant plus de performance par rapport aux systèmes de gestion de données qui utilisent un mécanisme de stockage sur disque.

L'utilisation de cet outil facilite le traitement des données, afin de les présenter sous une forme significative selon le besoin des dirigeants.

V.1.6. La fonction transfert de stock (SAP,2015)

Cette fonction permet de transférer des marchandises d'un magasin à un autre. Pour ce faire, il faut avoir les informations suivantes : Quantité, prix, unité de quantité des stocks, l'emplacement...

L'existence d'un assistant transfert permet au gestionnaire de stock de savoir les quantités exactes des produits à transférer. La détermination de ces quantités nécessite la détermination d'un modèle de transfert spécifiques à l'activité de l'entreprise et une injection exacte des données sur SAP.

V.2. La simulation

V.2.1. Définition

« La simulation est une méthode de mesure et d'étude consistant à remplacer un phénomène ou un système à étudier par un modèle informatique plus simple mais ayant un comportement analogue » (Bakalem, 1996).

Donc la simulation a comme but d'évaluer l'impact de choix technique ou stratégique sur un système.

V.2.2. La simulation et l'optimisation industrielle (Rouibi 2015)

La simulation a gagné sa popularité dans les domaines industriels dans les années 90 surtout avec les avantages suivants :

- La Croissance de l'automatisation.
- Les Offre de logiciels importantes.
- L'augmentation des capacités mémoire et des vitesses de traitement des ordinateurs.
- La Disponibilité de l'animation graphique.

La simulation est l'étape la plus importante dans le processus d'optimisation des flux basé sur la démarche suivante :

- La modélisation : elle permet de représenter et de structurer un système ou un processus de manière formelle.
- La simulation : elle fait référence à l'emploi d'un modèle pour représenter au cours du temps (de façon dynamique) les caractéristiques essentielles d'un système ou d'un processus.
- L'optimisation : elle consiste à rechercher sur une base de critères définis, les meilleurs améliorations possibles en tenant compte des contraintes réelles du système.

Afin d'optimiser les systèmes industriels la simulation intervient au niveau de plusieurs axes comme suit :

- La conception des systèmes : la simulation est considéré un outil d'analyse et de vérification qui permet de déceler des erreurs avant qu'elles ne soient trop coûteuses après l'implantation du système.

- L'exploitation des systèmes : elle détermine le meilleur moyen pour contrôler les flux, ordonnancer, ou déployer des ressources.
- La formation : la simulation aide les opérateurs, les agents de maîtrise et les cadres à comprendre comment le système fonctionne et à mesurer l'impact de leur décision. (Rouibi 2015).

V.3. Logiciel ARENA

V.3.1. Définition

ARENA, logiciel de Rockwell Automation, est un logiciel de simulation à événements discrets. Il est un outil clé dans la simulation des flux. ARENA est basé sur le langage de simulation SIMAN, qui permet d'analyser le comportement d'un système dans le temps, par une création d'une maquette numérique. Cette maquette permet de répondre à toutes les questions de type, Quoi, Pourquoi ? Et Que se passe-t-il si ?

Pour développer un modèle avec ARENA, il faut utiliser des blocs et des éléments et introduire des données et des lois pour paramétrer le modèle. Pour déterminer les lois de distribution des paramètres, ARENA propose un logiciel complémentaire : Input Analyzer.

V.3.2. Définition

Input Analyzer est un logiciel complémentaire d'ARENA, Il permet de trouver les lois de distributions d'un échantillon de données.

V.3.3. Méthode de travail d'ARENA (Habchi, 2011)

Pour arriver à de bons résultats lors de l'utilisation d'ARENA il est préférable de suivre une logique de travail qui consiste à :

- Analyser et formaliser : définir le problème, ses effets, ses causes et conséquences.
- Modéliser : Comprendre le mécanisme de fonctionnement du système pour être capable de le représenter ; puis faire une représentation du système par un modèle graphique ou autre.
- Acquérir et traiter les données : Cette étape consiste à collecter toutes les données dont on a besoin (temps de traitement, arrivée des clients, ...) ; puis transformer des données brutes en informations synthétiques et utiles.
- Programmer (modèle d'action) : avec l'aide des blocs et les éléments d'ARENA
- Vérifier et valider : s'assurer que le programme obtenu est la traduction correcte du système étudié, puis le valider.

- Analyser des résultats : Les résultats doivent être interprétés en adéquation avec les objectifs fixés. Puis il faut proposer des solutions en fonction des résultats recueillis pour résoudre le problème.

V.4. Le solveur d'EXCEL

C'est un outil puissant d'optimisation et d'allocation de ressources. Il aide à déterminer comment utiliser au mieux des ressources limitées pour maximiser les objectifs souhaités (telle la réalisation de bénéfices) et minimiser une perte donnée (tel un coût de production). En résumé, il permet de trouver le minimum, le maximum ou la valeur au plus près d'une donnée tout en respectant les contraintes qu'on lui soumet. (Support Office, 2016)

V.4.1. Utilisation du solveur

Nous utilisons le solveur lorsque nous recherchons la valeur optimale d'une cellule donnée (la fonction économique) par ajustement des valeurs de plusieurs autres cellules (les variables) respectant des conditions limitées supérieurement ou inférieurement par des valeurs numériques (c'est à dire les contraintes).

V.5. BonitaSoft

C'est un éditeur de logiciel open source français, créé en juin 2009, pour assurer le support de Bonita BPM. Bonitasoft développe Bonita BPM depuis 2009. (cmswire, 2016)

V.5.1. Bonita BPM

Ce logiciel permet à l'utilisateur de modifier graphiquement les processus métier suivant la norme BPMN. L'utilisateur peut également cartographier tous les processus métiers de l'entreprise et connecter les processus à d'autres éléments du système d'information (telles que la messagerie, la planification des ressources d'entreprise, la gestion de contenu d'entreprise et bases de données) afin d'avoir une vue transversale de l'organisation (cmswire, 2016) .

VI. Conclusion

Le chapitre de l'état de l'art nous a permis de présenter tous les aspects théoriques concernant les concepts qui seront abordés par la suite ; ainsi que les outils utilisés dans le diagnostic et la résolution.

Dans le chapitre suivant nous ferons une étude de l'existant sur la base des fondements théoriques introduits dans le présent chapitre.

Chapitre III

Analyse de l'existant

Nous ne disposons jamais du temps nécessaire pour traiter tous les problèmes en même temps. Un des principes de base consiste à prioriser les objectifs et améliorer en continu. Il faut accepter de ne pas faire parfait mais faire mieux chaque jour.

I. Introduction

Toute entreprise devrait avoir une stratégie, des objectifs et des processus d'affaires bien connus et bien établis. De plus, ces processus doivent être performants pour assurer l'agilité de l'entreprise envers ses clients et ses concurrents. Afin de bien maîtriser ses processus d'affaires, l'entreprise doit faire un état des lieux ou un diagnostic. Une fois diagnostiqués, nous devons rechercher les améliorations possibles dans ses processus.

Mais où commencer ? Quelle partie du processus offre la plus grande possibilité d'amélioration ? Et une fois le processus identifié, quel changement apporter ? Est-ce que le changement apportera les bénéfices voulus ?

Un diagnostic est en mesure de déterminer les activités offrant les plus grandes opportunités d'amélioration pour atteindre la performance optimale souhaitée.

Nous commençons le présent chapitre par une description de notre méthodologie de travail. Puis, nous présenterons le diagnostic effectué et nos recommandations.

II. Méthodologie

La méthodologie que nous avons adoptée dans notre travail s'articule autour de cinq grandes étapes qui seront développées dans les chapitres suivants :

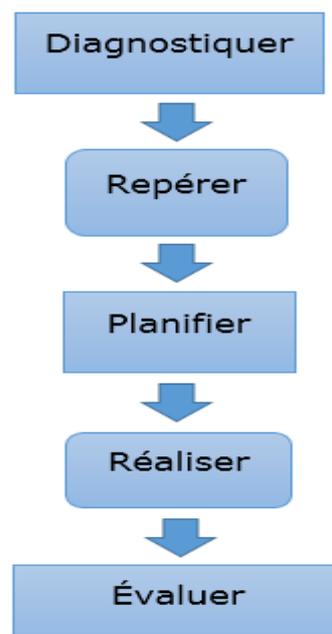


Figure III-1 Méthodologie de travail

Diagnostiquer, identifier les dysfonctionnements, planifier l'action, réaliser l'action, évaluer l'intervention. Les paragraphes qui suivent expliquent chacune des étapes du processus proposé :

II.1.1. Diagnostiquer

Durant cette étape, nous décrivons de manière suffisamment détaillée la structure de l'organisation et nous analysons les processus métiers pour bien identifier les processus clés et les parties qui offrent la plus grande possibilité d'amélioration.

II.1.2. Repérer les dysfonctionnements

Après la mise en œuvre de la méthode d'investigation adoptée et l'analyse approfondie effectuée durant l'étape précédente, nous identifierons les processus qui présentent des dysfonctionnements. Nous concluons cette étape par la présentation de la problématique dans une version plus élaborée et pour laquelle nous fournirons les réponses opérationnelles adéquates.

II.1.3. Planifier

Cette étape permet de faire une planification des actions à réaliser pour prendre en charge la problématique. Nous définirons aussi les principaux besoins du programme de transformation organisationnelle et nous commencerons la collecte et la préparation des données nécessaires.

II.1.4. Réaliser

Une fois notre projet planifié, nous nous lancerons dans sa réalisation. Cette étape a donc pour objet de passer à l'action et d'exécuter le plan établi à l'étape précédente. La mise en œuvre consiste au traitement des dysfonctionnements qui seront formalisés sous forme de projets.

II.1.5. Évaluer

C'est une étape essentielle pour toute la démarche, Cette étape consiste en l'évaluation de l'intervention. Elle est effectuée après le déploiement des solutions pour comparer les états 'avant' et 'après' la mise en œuvre.

Dans ce chapitre nous développons les deux premières étapes. Les autres étapes seront présentées durant les chapitres suivants

III. Diagnostiquer

Nous faisons un diagnostic suffisamment exhaustif dans le but d'évaluer le degré de maturité de l'entreprise d'une part, et d'autre part, de cartographier les processus métiers afin d'identifier les dysfonctionnements potentiels.

Nous faisons un diagnostic à trois niveaux : de l'entreprise, des données et des processus métiers. Les sections suivantes présentent les résultats du diagnostic pour chacun de ces trois niveaux.

III.1. Au niveau de l'entreprise

Cette partie a pour ambition de déterminer des objectifs de l'entreprise et de préciser le périmètre de notre projet.

Nous effectuons, dans un premier temps une collecte d'information générale : la taille, le secteur, l'activité, les objectifs, la structure organisationnelle et la culture d'entreprise.

III.1.1. Les objectif d'IMPSA

La spécificité de l'activité pharmaceutique et la forte concurrence, rendent la maîtrise de la chaîne logistique primordiale afin de créer un avantage concurrentiel et assurer la pérennité de l'entreprise.

Dans ce contexte, IMPSA vise à améliorer la performance de sa chaîne logistique, en implantant un nouveau système dynamique, afin d'assurer la bonne préparation des commandes pour ses clients, activité fondamentale de l'Entreprise. Pour cela, notre projet porte sur l'identification des dysfonctionnements potentiels et l'optimisation de cette chaîne.

i. Objectifs de l'étude

- Améliorer la performance de chaque processus de la chaîne logistique.
- Assurer la synergie entre les différents maillons de la chaîne logistique.

III.1.2. Le cadre du projet

Une chaîne logistique d'un secteur pharmaceutique s'étend au-delà d'une entreprise donnée pour lier plusieurs entreprises, en amont et en aval, par des flux de différentes importances.

C'est pour cette raison qu'il est nécessaire, dans cette étape préliminaire de cadrage, de situer l'emplacement d'IMPSA au sein de cette chaîne.

Le schéma suivant représente l'emplacement d'IMPSA dans toute la chaîne logistique du secteur pharmaceutique :

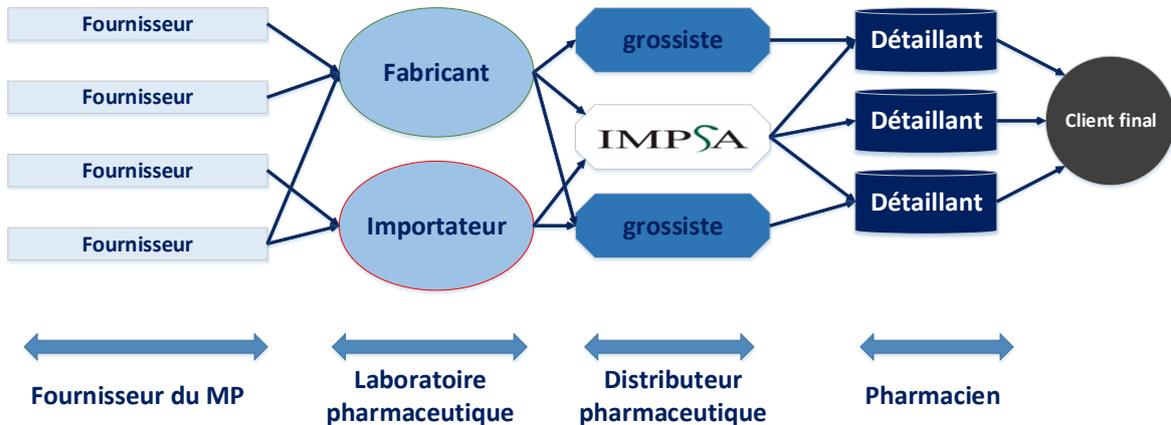


Figure III-2 La chaîne logistique du secteur pharmaceutique

Nous passons à présent à la définition du périmètre de l'étude en délimitant les bornes des flux à étudier et les activités prises en compte.

Cette partie a donc pour ambition de déterminer les différents maillons de la chaîne logistique interne d'IMPSA afin de connaître les principaux types d'interactions existantes.

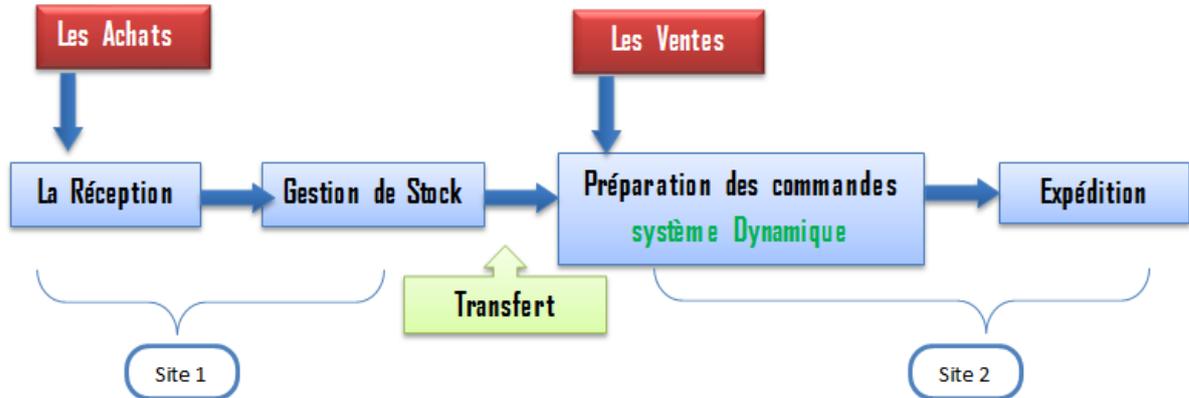


Figure III-3 Logistique interne

Comme présenté dans le schéma précédent, notre intervention se focalise sur la logistique interne de l'entreprise afin d'optimiser ses flux de produits et nous commençons par une description de notre périmètre d'étude.

La chaîne logistique interne d'IMPSA est composée des deux zones principales que nous présentons ci-après.

1- Site 1 : Réception et Stockage de Masse

1.1- La zone de traitement des entrées marchandises (la Réception)

Est un espace spécialement réservé à la gestion des flux entrants de marchandises dans le grand stock. C'est ici que sont réceptionnés les produits provenant des fournisseurs de IMPSA (Importateurs / Laboratoires Producteurs). C'est une zone dimensionnée et équipée par rayonnages et elle est caractérisée par des longues allées de circulation allant du quai de déchargement et rejoignant les allées de la zone de stockage.

1.1.1- Le quai de déchargement

Il s'agit d'une vaste surface destinée à recevoir les véhicules de transport. On y effectue diverses opérations de manutention.

1.1.2- La zone de contrôle et de réception

C'est une zone intermédiaire entre le quai et la zone de stockage. La zone de contrôle des réceptions est dédiée à :

- L'identification des marchandises reçues produit par produit, lot par lot et référence par référence.
- La vérification de la correspondance des items entre le bon de livraison fournisseur et la commande émise au départ.
- Décomptage des quantités et évaluation de la qualité et du volume.
- L'émission des réserves sur les manques, la qualité des marchandises ou des dommages constatés.
- L'allotissement avant le stockage.

1.2- La zone de stockage

C'est l'espace proprement réservé au stockage des articles. Cette zone se caractérise par la présence des allées de circulation à double sens. Ces allées sont dimensionnées de manière à faciliter les mouvements des personnes et des engins de manutention.

Comme présenté dans le schéma suivant :

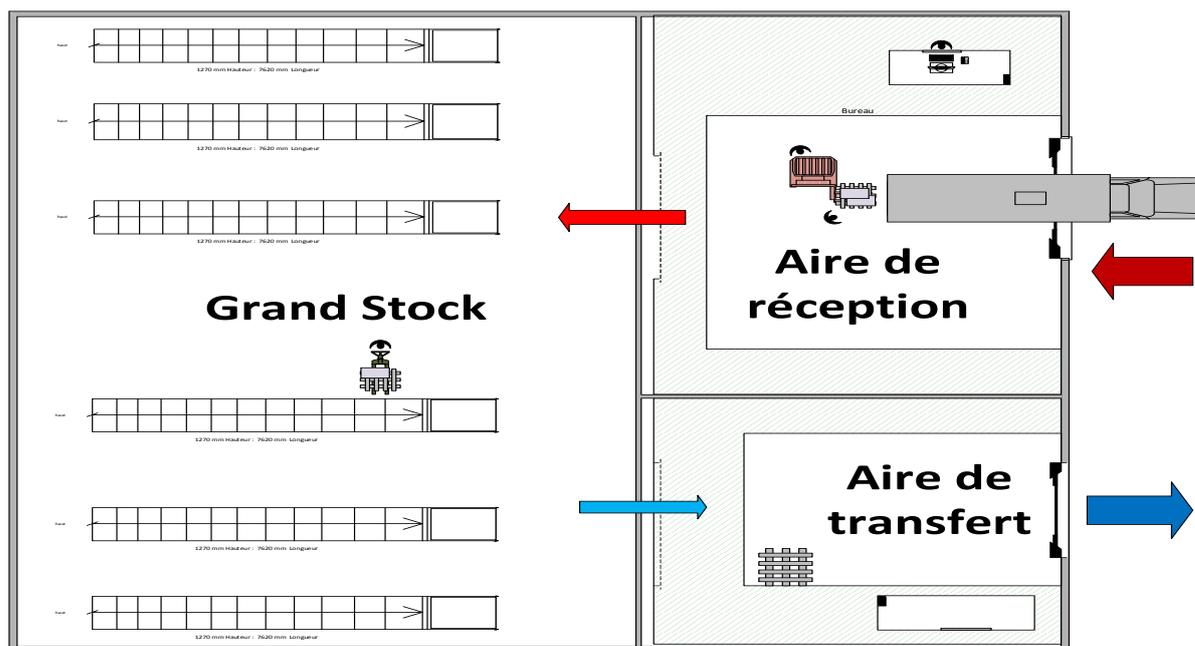


Figure III-4 Plan du site 1

2- Le transfert

C'est l'opération qui relie les deux sites d'IMPSA. Il assure l'approvisionnement du deuxième site (dont l'espace de stockage est limité) par les marchandises provenant du premier site (« grand stock »). Le transfert s'effectue soit à la suite d'une demande de la salle de préparation (en cas de non disponibilité d'un produit commandé par un client), ou bien en application du programme quotidien arrêté par le chef de stock. La distance entre les deux magasins est estimée à 300 mètres.

3- Site 2

3.1- La zone de traitement des sorties marchandises

3.1.1- La zone de préparation des commandes (la salle de préparation)

C'est un espace réservé pour les opérations de tri, prélèvement, d'emballage et de contrôle des commandes client après le chargement des marchandises transférées dans leurs emplacements.

Le chargement des marchandises réceptionnées et la préparation de commandes se fait dans une salle appelée salle préparation divisée en plusieurs zones (cage, statique, frigo, dynamique), chaque zone dédiée à une catégorie de produits.

La zone cage : c'est un emplacement qui regroupe les produits psychotropes et les produits coûteux.

La zone statique : un ensemble de rayonnages dédiés pour les produits de faible rotation.

La zone frigo : un grand réfrigérateur pour les produits frigorifiques.

La zone dynamique : un système de rayonnage pour les produits de forte rotation.

Il est ici question de trier, collecter les produits dans leurs emplacements et rassembler les références par commande, (2700 références, une moyenne de 411 commandes et plus de 2104 lignes (produit) préparées chaque jours) Cette opération est accompagnée par un contrôle exhaustif sur chaque commande et sur chaque référence et un emballage a pour but de faciliter les opérations de manutention et de transport.

3.2- La zone de consolidation des commandes et d'expédition

3.2.1- La zone d'attente

C'est une zone intermédiaire dédiée à l'attente des marchandises avant expédition, dans laquelle sont stockées temporairement les unités logistiques emballées et prêtes pour le transport.

Elle permet de remplir les fonctions suivantes :

- Préparation du chargement complet pour un véhicule ;
- Harmonisation des périodes de préparation et des périodes d'enlèvement par les transporteurs ;

3.2.2- La zone d'expédition

Dans la zone d'expédition, la marchandise est préparée pour les différents clients et organisée par région pour qu'elle soit chargée par la suite et distribuée.

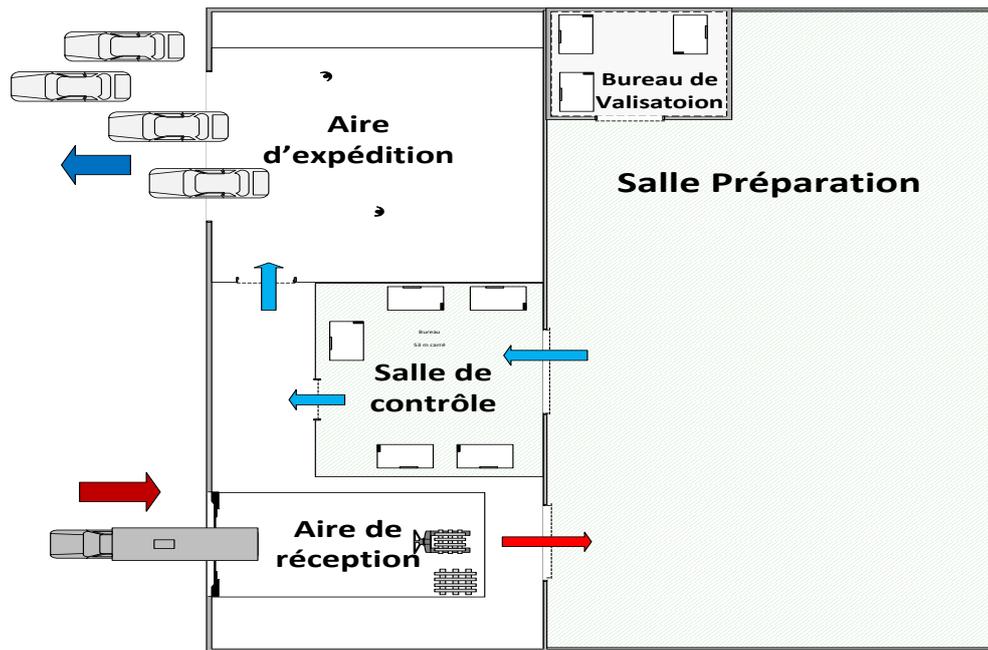


Figure III-5 Plan du site 2

III.2. Processus à modéliser :

Après la phase d'identification des besoins de l'entreprise et le cadrage de notre étude, cette présente étape a pour but de clarifier et de mettre en vue la manière par laquelle IMPSA gère son organisation pour réaliser ses services aux clients. Pour ce faire, la cartographie est le moyen ultime de représentation des flux d'informations et des flux physiques depuis l'approvisionnement des marchandises jusqu'au client (Lorino, 2003).

Nous avons en effet choisi une vue métier qui correspond à l'organisation des services ; principalement organisés selon une logique d'affaire.

C'est un outil ayant pour objectif de donner une vision transversale du métier à l'entreprise.

Les objectifs qui justifient de modéliser ces processus d'affaires sont les suivants :

- Effectuer l'ajustement d'un processus ;
- Améliorer la qualité des services (valeur ajoutée) ;
- Harmoniser les processus à travers l'entreprise ;
- Analyser finement le fonctionnement de l'entreprise et localiser les processus clés ;
- Aider à comprendre les interactions entre les processus clés et identifier les principaux inputs et outputs.

III.2.1. Les processus clés :

Dans le cadre de notre étude, les processus qui ont été modélisés et cartographiés sont les processus qui couvrent les objectifs d'IMPSA et contribuent d'une façon directe à la création de la valeur :

- Réception de marchandise ;
- Transfert de commande ;
- Préparation de commande-client ;
- Expédition.

En dehors du fait que l'entreprise définit les processus cités comme processus clés, nous les avons retenus pour les raisons suivantes :

- Les processus choisis représentent le cœur de l'activité de l'entreprise ;
- Plus de 90% sont exécutés quotidiennement ;
- Ils sont en contact direct avec les clients ;
- Quelques processus comprennent d'autres sous-processus comme celui du transfert qui englobe trois sous-processus indépendants : chargement, transport et déchargement ;

Les processus que nous n'avons pas retenus sont soit des processus qui interviennent lors de la conception de l'entrepôt tel que l'organisation générale de l'entrepôt, soit des processus de planification comme la planification de l'inventaire, ou bien des processus pris en charge par le système d'information.

III.2.2. Cartographier les processus clés :(Jestonet Nelis,2014) (Voir Annexe 1).

A partir des séances de travail avec les équipes d'IMPSA, nous avons obtenu les informations requises pour faire la cartographie des processus choisis. Elles seront utilisées pour valider notre proposition d'amélioration des processus d'affaires décrits dans le chapitre précédent.

La démarche employée pour chaque activité consiste tout d'abord à identifier les acteurs de l'organisation en charge de sa réalisation. Cette première étape permet de représenter chaque activité sous la forme d'une cartographie.

i. Processus de réception :

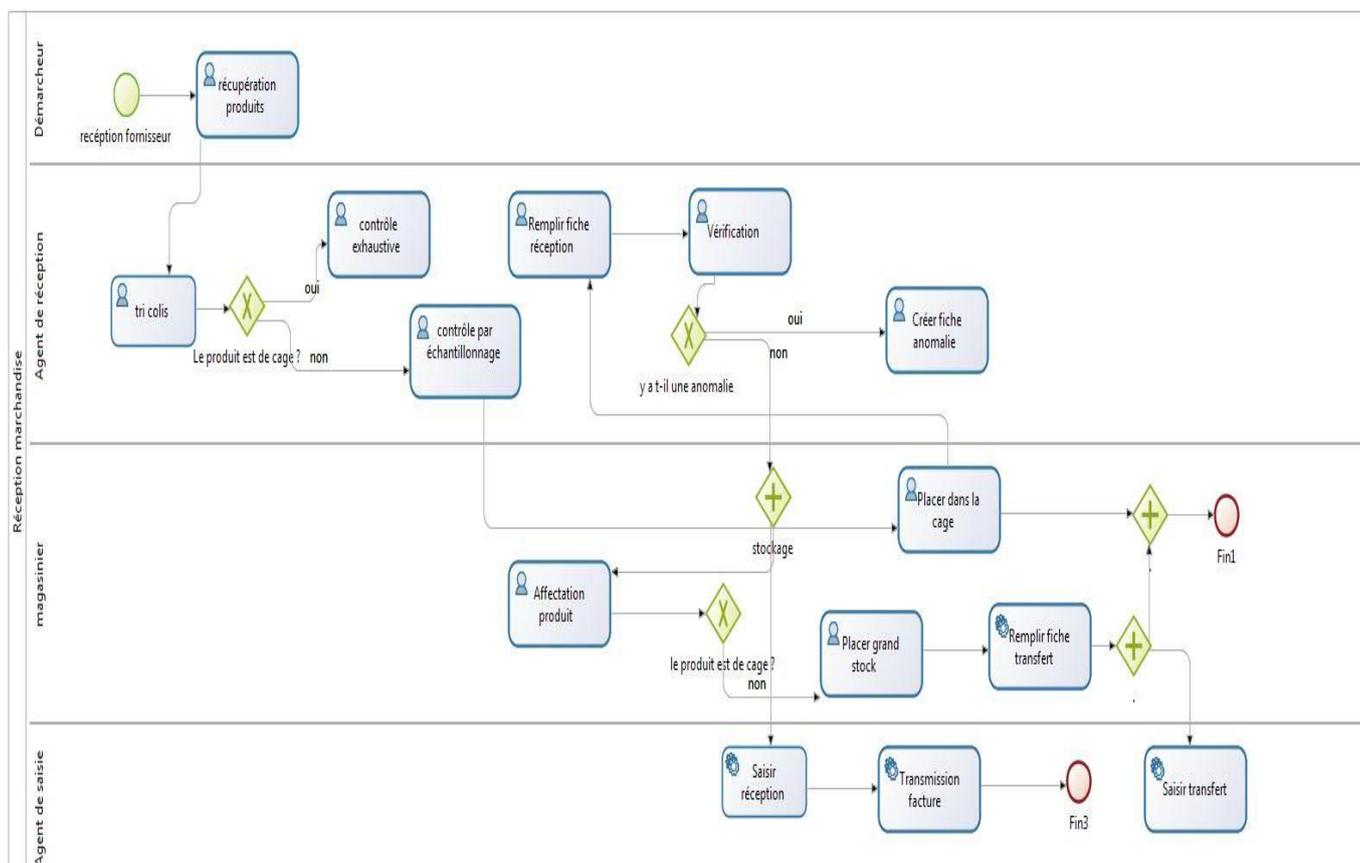


Figure III-6 Cartographie du processus réception

Description du processus :

Toute marchandise commandée doit être réceptionnée au niveau de l'entrepôt 'Grand Stock'. La saisie sur système ne se fait qu'après réception et contrôle de la marchandise.

La marchandise réceptionnée est triée par laboratoire dans l'aire réception du Grand Stock. Une fiche de réception est renseignée par l'agent de réception qui veille à ce que toutes les informations soient correctement renseignées.

Suite au contrôle, la fiche de réception établie est confrontée avec la facture fournisseur afin de relever les éventuels écarts ou non-conformités ; dans le cas où un écart est constaté, un second contrôle est effectué. Si l'écart et/ou la non-conformité sont confirmés, une fiche anomalie est renseignée et visée par le Chef réception ou le Responsable Gestion de Stock

Toute marchandise réceptionnée doit être saisie dans le système.

La validation de la saisie se fait par le Responsable Gestion de Stock.

Les produits réceptionnés et saisis sont transférés sur système vers le magasin correspondant.
Un bon de transfert est établi avant d'accomplir le transfert physique.

ii. Processus de transfert :

Nous décomposons la cartographie en deux partie :

Site 1 :

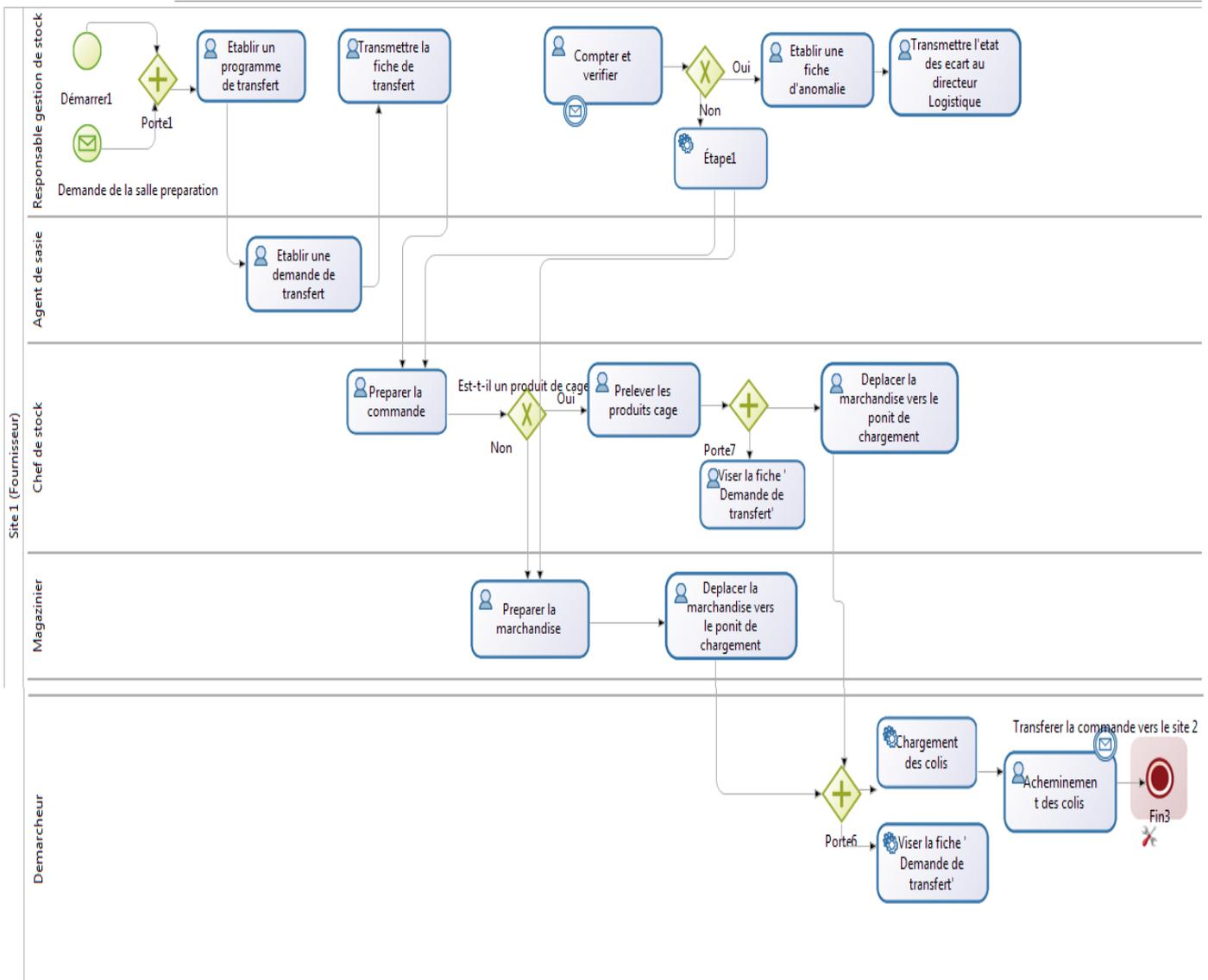


Figure III-7 Cartographie du processus transfert- Site 1

Site 2 :

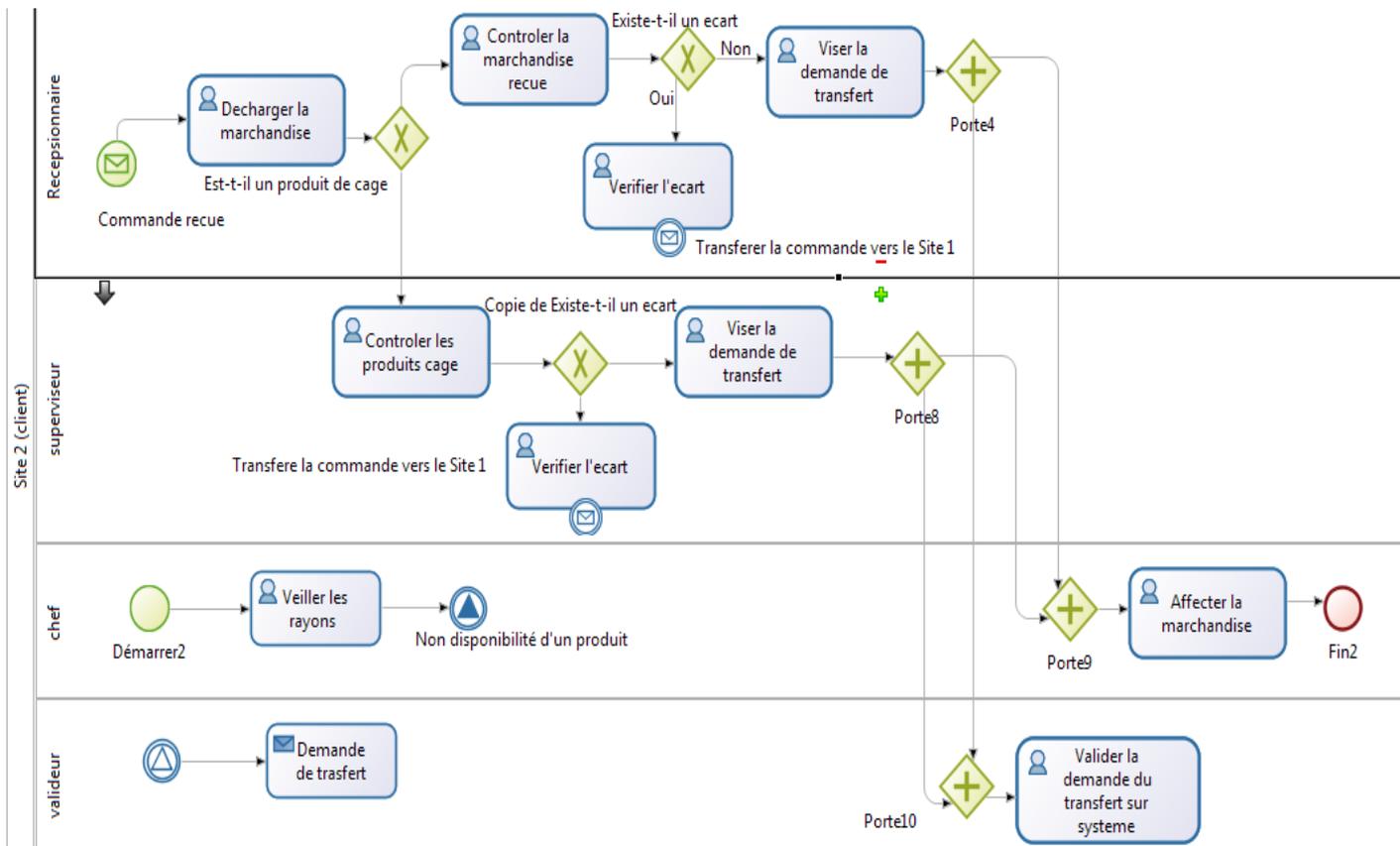


Figure III-8 Cartographie du processus transfert- Site 2

Description du processus :

Le programme de transfert est établi par le responsable Gestion de stock. Ce programme précise les produits à transférer d’une façon journalière.

L’assistant de transfert du logiciel SAP permet au responsable Gestion de Stock de suivre les quantités disponibles en salle de préparation pour une meilleure planification du programme de transfert.

Les chefs de rayons doivent veiller à la bonne tenue de leurs rayons respectifs et signaler tout manque ou non disponibilité dans leurs rayons.

Lors de journée de vente exceptionnelle dans le cas où l’entreprise fait des promotions pour ses clients, la direction opérationnelle doit informer la direction logistique pour organiser le transfert exceptionnel. Préciser ce qu’est une vente exceptionnelle

Les demandes de transfert provenant de la salle Préparation sont établies sur système par les chargés de transfert.

Les marchandises sont prélevées selon le programme de transfert préalablement établis ou selon la demande de la salle préparation. Toutes les adresses sources sont établies sur système.

Les marchandises sont contrôlées, chargées et véhiculées vers le point de réception interne du deuxième site.

A l'arrivée de la marchandise au deuxième site, la marchandise est déchargée et contrôlée avec la demande de transfert et déplacée par la suite vers la salle Préparation selon les emplacements correspondants. La validation du transfert est effectuée par les chargés de validation.

En cas d'erreur constatée lors du contrôle, un second contrôle est effectué avec la préparation et donne lieu à une fiche d'anomalie.

iii. Processus de préparation de commande :

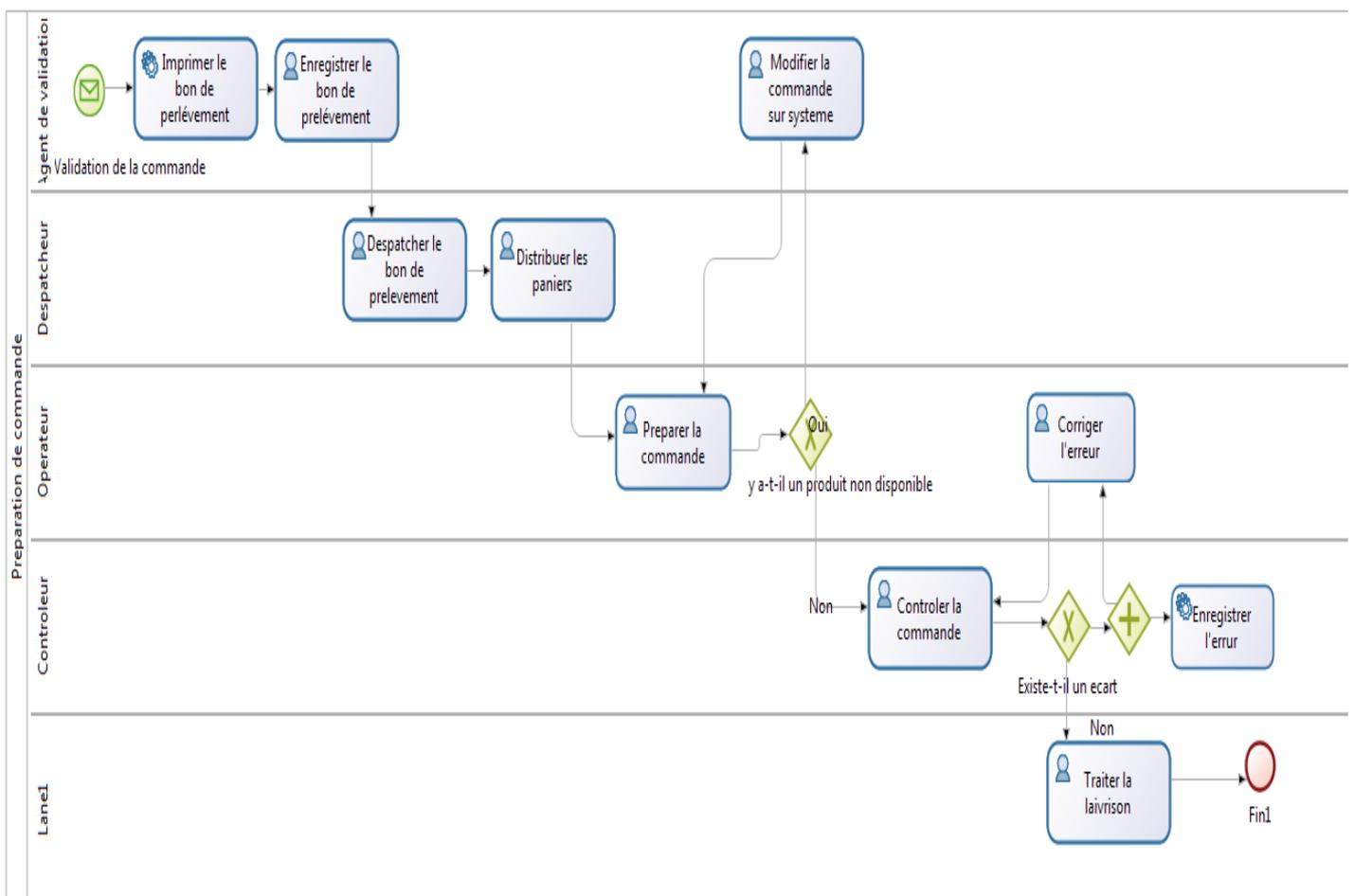


Figure III-9 Cartographie du processus préparation de commande

Description du processus :

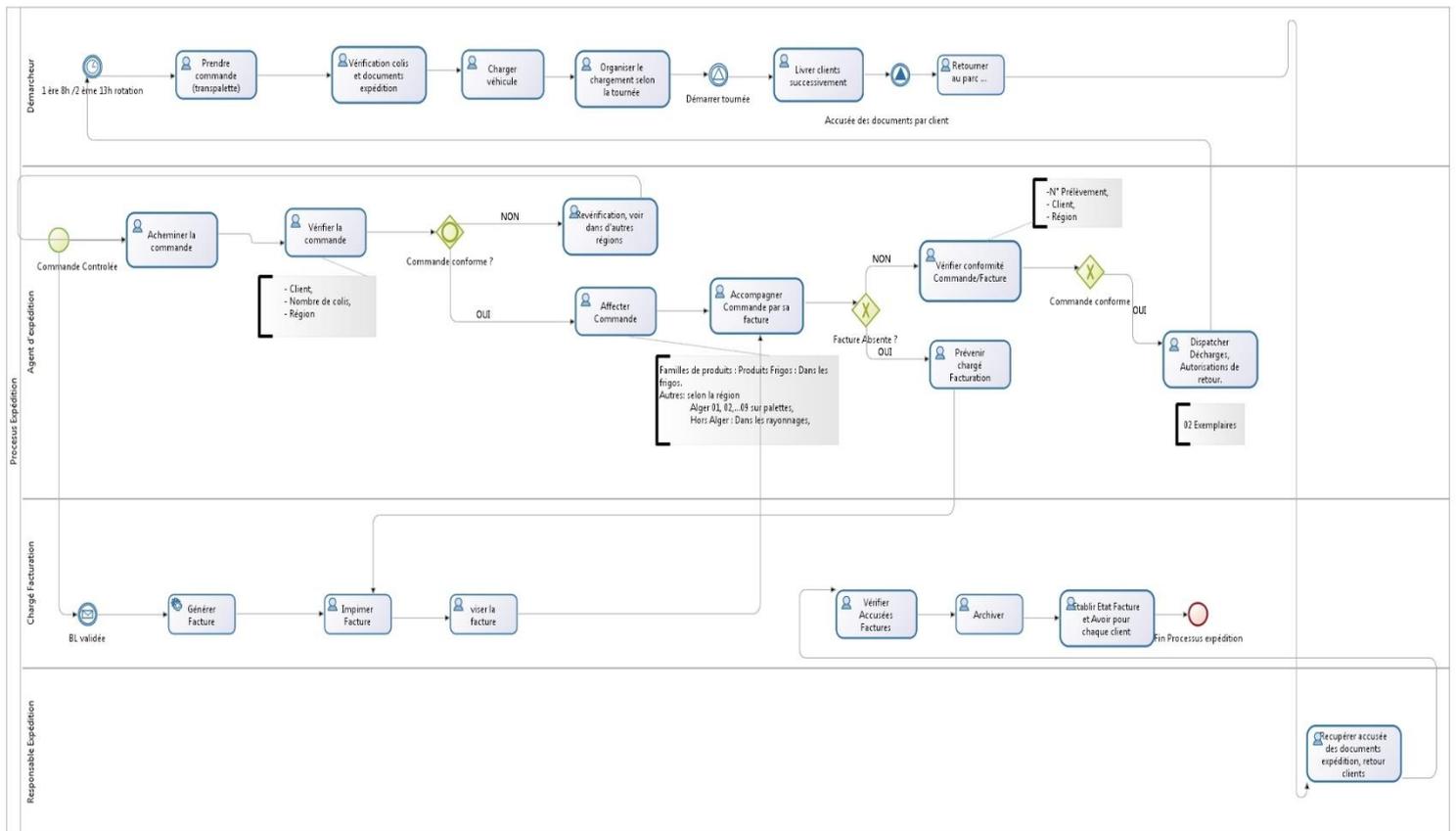
Une fois les marchandises arrivées à la salle Préparation, elles sont déplacées vers leurs emplacements en respectant la règle FIFO par les chefs de rayons. Les produits seront disponibles et les commandes seront prêtes à être prélevées par la suite.

La non disponibilité des produits implique toujours la déclaration par les chefs de rayons aux responsables concernés.

Après avoir préparé les commandes, un contrôle exhaustif se fait avant de les envoyer à la zone d'expédition.

En cas d'une erreur constatée lors du contrôle, la commande sera corrigée par le même opérateur et un enregistrement se fait au niveau du contrôle.

iv. Processus d'expédition :



Description du processus :

Le processus expédition est le dernier processus du cycle de commande. Il suit les étapes suivantes :

- Vérification des commandes.
- Affectation des colis à des zones organisées par région ; chaque zone rassemble les commandes qui ont comme destination la même région géographique.
- Vérification des colis et des factures lors du chargement dans les transporteurs.
- Livraison vers les clients : elle se fait deux fois chaque jour ; la première tournée à 8h et la deuxième à 13h. Cette tâche est assurée par les démarcheurs de l'entreprise.
- Ce processus est le dernier dans la chaîne. Pour cela, chaque retard dans l'exécution des autres processus impacte l'activité de l'expédition. Nous remarquons des retards dans la livraison des commandes, et cela est dû au retard dans la préparation.

III.2.3.L'analyse critique des processus clés :

Cette étude met à l'épreuve l'analyse fondée sur les processus, limitée aux dysfonctionnements internes. Plus généralement, elle interroge sur l'adéquation et l'interaction des processus métiers. Elle montre que, dans ce système, coexistent des processus spécifiques sous-performant et présentent des dysfonctionnements pour l'organisation.

Enfin, la méthode d'investigation adoptée sur le terrain montre que les interactions des processus, lorsqu'ils sont considérés un à un, produisent des effets non souhaitables.

Au départ de ce simple constat, il apparaît que les dysfonctionnements majeurs de toute l'organisation proviennent soit d'un manque d'adaptation des processus standards ou bien d'un problème de gestion des ressources disponibles.

Après avoir représenté les processus clés d'IMPISA, nous avons repéré des dysfonctionnements au niveau de ces derniers. Pour mener une analyse détaillée de ces hypothèses et identifier les causes racines des pertes de temps et de ressources nous allons analyser les données extraites du système SAP et qui a pour but d'identifier les goulots d'étranglements majeurs.

III.3. Au niveau des données :

III.3.1.Introduction :

Cette partie est consacrée à l'analyse des données. Dans cette optique, nous analyserons les réclamations clients et les ruptures de stock.

Le choix de ces deux sources est basé sur les raisons suivants :

- L'importance et la criticité du processus transfert pour l'activité de l'entreprise

- Les réclamations reçues représentent un feedback important des clients autour de la qualité de service fournie par l'entreprise, et une bonne étude de ces derniers nous permet de détecter les dysfonctionnements majeurs.

III.3.2. Analyse des réclamations des clients :

Dans le domaine pharmaceutique, le dernier maillon de la chaîne c'est le pharmacien qui est en contact direct avec le client final. Vu la criticité de l'activité, ce dernier est de plus en plus exigeant. Cette situation pousse les pharmaciens à déclarer toute erreur via le service réclamation client de l'entreprise.

Nous prenons les réclamations comme une source d'information afin de repérer les sources de dysfonctionnements.

L'étude est organisée comme suit :

i. Démarche de l'analyse :

Tableau III-1 La démarche d'analyse des réclamation clients

Etape	Livrable	Outils
Collecte des données	Liste des erreurs	Brainstorming
classification des erreurs	Classification des origines d'erreurs	Brainstorming Carte heuristique
Analyse	Classes majeurs	Loi de Pareto

ii. Collecte des données :

Cette étape consiste à regrouper toutes les réclamations exprimées par les clients pour une période donnée. Nous avons exploité les données les plus récentes à notre disposition, à savoir celles du mois de février 2016. Pour ce faire, nous avons procédé aux étapes suivantes :

- Organiser une séance de travail avec le responsable réclamation afin de comprendre toutes les anomalies signalées par les clients.
- Définir tous les types de réclamation et les standardiser pour éviter les redondances et les erreurs dans l'étape Analyse.
- Faire un brainstorming final avec le responsable réclamation, pour fixer la liste finale exhaustive.

La finalité de cette étape :

- Une liste exhaustive des réclamations possible.
- Un standard bien défini pour faciliter le traitement des réclamations dans le futur pour le service concerné.

iii. Classification des origines des réclamations :

Après avoir identifié une liste de toutes les réclamations possibles, nous les classons selon les origines des erreurs.

Pour une classification efficace, nous passons par les étapes suivantes :

- Faire un brainstorming autour des sources de réclamation pour identifier toutes les origines possibles.
- Identification et définition exacte des origines : fournisseur, préparation, client, commercial et livraison. Nous prenons l'exemple suivant :

La source de réclamation préparation : une réclamation est d'origine préparation si l'erreur est arrivée lors du prélèvement de la commande dans la salle préparation.

- Synthétiser les résultats avec une carte heuristique qui englobe tous les types de réclamation avec leurs origines.

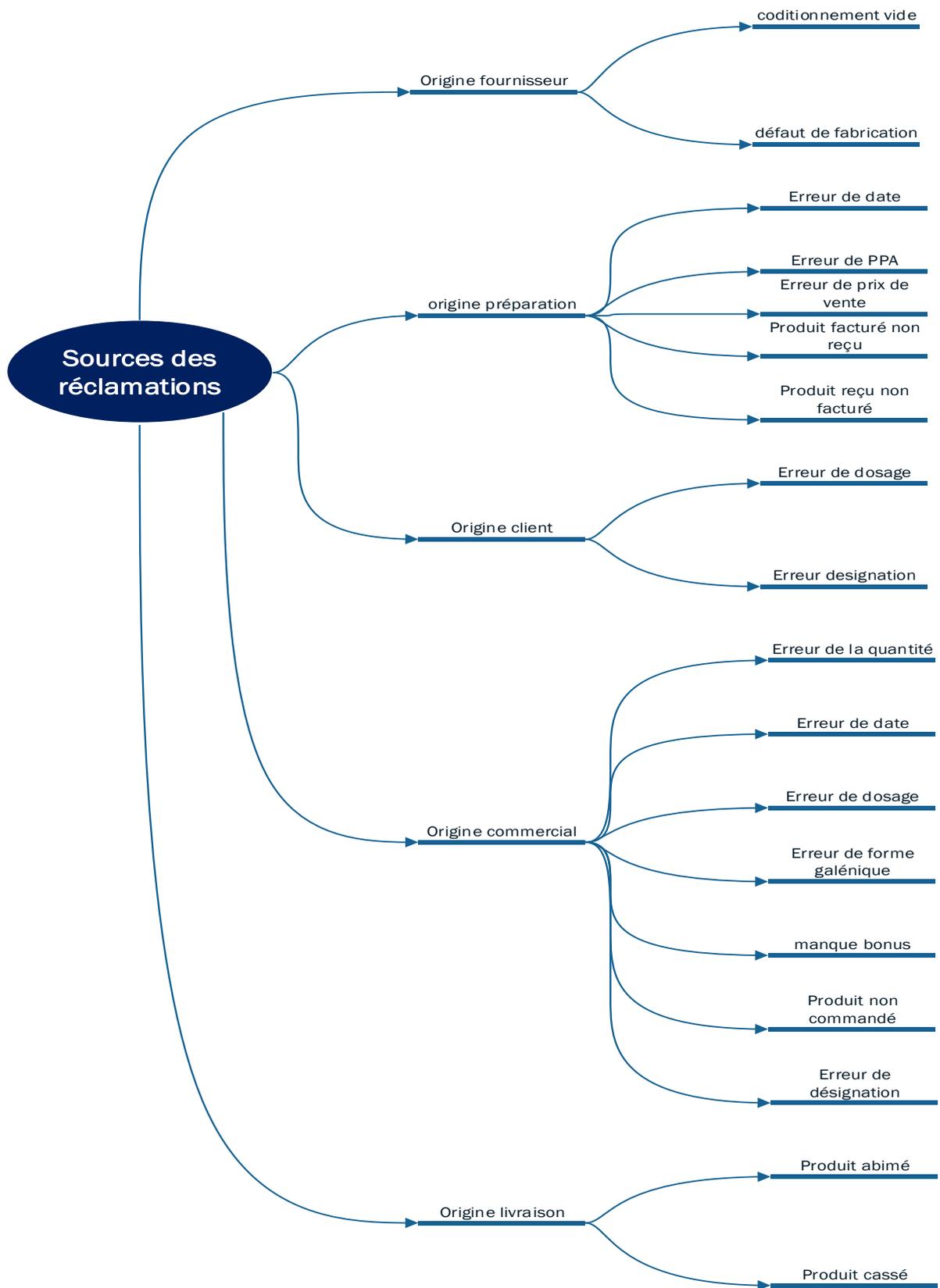


Figure III-10 Les différents types de réclamation et leurs origines

iv. Analyse des données :

Cette étape consiste à analyser les origines de réclamation, afin de les classer selon leurs fréquences. Puis nous finirons avec une synthèse de cette étude.

Nous organisons les données des réclamations suivant les classes identifiées au préalable dans un fichier Excel. Puis nous établissons le nombre d'occurrences, comme le montre le tableau suivant :

Tableau III-2 Nombre d'occurrence des origines de réclamations clients

Origine Réclamation	Nombre d'occurrence/mois	%
Commercial	42	17%
Fournisseur	6	2%
Livraison	18	7%
Client	8	3%
Préparation	171	70%
Total	245	100%

Pour plus de visibilité nous présenterons les résultats du tableau sur la figure suivante :

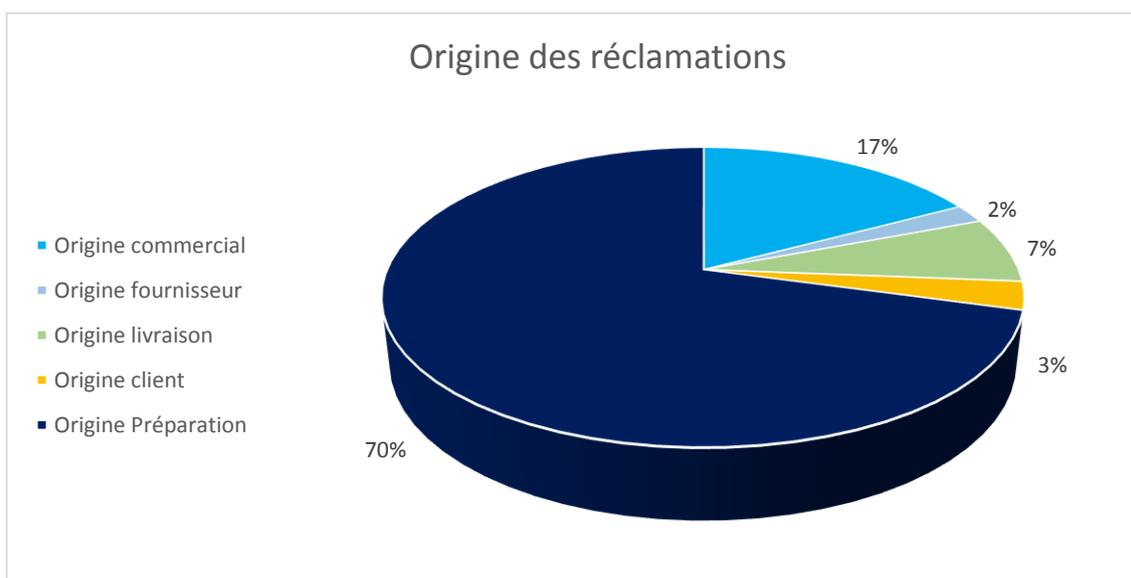


Figure III-11 Pourcentage des origines de réclamations clients

Le calcul des pourcentages de nombre d'occurrence de chaque origine nous permet d'affirmer que l'origine 'salle préparation' représente la plus importante des sources de réclamation.

A. Application de loi de Pareto

L'analyse précédant nous a permis de tirer les informations suivantes :

Dans notre cas nous disposons de cinq origines de réclamation, donc chaque origine représente 20% de l'ensemble des causes (une sur cinq).

70% des réclamations sont des réclamations de la salle préparation.

Donc 70% des erreurs sont le produit de 20% des causes. L'intérêt de la loi de Pareto vient du fait que la maîtrise de 20% des causes va nous permettre d'éviter 70% de réclamations.

B. Analyse des résultats

Après l'analyse de la loi de Pareto, les résultats nous affirment que la salle de préparation présente une source majeure des erreurs. Ce qui nous a poussé à faire une investigation sur terrain, afin d'identifier le dysfonctionnement principal.

Les résultats trouvés sont présentés dans les points suivants :

- La majorité des erreurs commises par les préparateurs sont entre 16h et 19h du soir.
- Due à la charge de travail, les opérateurs restent souvent jusqu'à 20h.

Nous constatons alors que la capacité logistique à l'état actuelle (avec l'organisation et les ressources disponibles) est loin de satisfaire la demande des clients dans les 8H de travail sans aucune erreur commise.

III.3.3. Analyse de Rupture de stock (salle Préparation)

Dans la partie précédente, nous avons déjà décrit le processus du transfert et nous constatons qu'il y a deux événements déclencheurs de cette opération entre les deux sites de l'entreprise :

- Un programme de transfert établi par le responsable Gestion de stock, qui précise les produits à transférer d'une façon journalière.
- Une demande de transfert de la salle Préparation est établie dans le cas de la non disponibilité de certains produits pour préparer une commande client.

Nous effectuons une analyse sur les données extraites du système d'information SAP. Cela nous a permis de trouver l'information suivante :

- Le nombre de rupture dans les 3 mois précédents est de 62.

Nous jugeons que ce nombre est très important par rapport à l'activité de l'entreprise.

Les ruptures fréquentes dans la salle Préparation entraînent un retard d'exécution des tâches et donc un retard dans la livraison des commandes. Ce qui crée une insatisfaction des clients et une mauvaise image de l'entreprise.

Cet épuisement provisoire peut être lié à différentes causes, et ses conséquences peuvent être désastreuses pour IMPSA.

Afin de limiter les impacts de ces ruptures nous commençons tout d'abord par une identification des causes racines, puis à une analyse pour déterminer les causes majeures. Enfin nous proposons des solutions dans les chapitres suivants.

i. Identification des causes racines

Dans cette partie nous proposons une liste des causes racines des ruptures. Pour y parvenir, nous avons effectué une réunion avec le responsable gestion de stock.

Nous avons identifié les causes racines de rupture de stock (salle préparation) suivantes :

- Retard de transfert.
- Non disponibilité des produits au grand stock.
- Affectation inexacte des quantités de produits.
- Mauvaise planification des approvisionnements (stock minimum, stock maximum, délais d'approvisionnement...).
- Variation brutale de la demande et une augmentation inattendue de la consommation habituelle.
- Mauvaise politique d'approvisionnement.
- Autres.

ii. Analyse des causes racines

Dans cette partie, nous analyserons les causes racines des ruptures, afin d'en déterminer les causes majeures. Pour ce faire, nous nous basons sur les résultats trouvées dans les parties du diagnostic préalable et les données extraites du système d'information SAP.

Nous commençons par l'analyse du tableau suivant en utilisant Excel pour étudier les données faisant l'objet de notre étude, en regroupant tous les cas possibles de rupture pendant une période de trois mois :

Tableau III-3 Les différents cas de ruptures pendant trois mois

G TO P	Quantité trasferée	Date		P TO G	Quantité recue/ demandé	Date
1	88	12.01.2016	0	1	88	12.01.2016
2	91	13.01.2016	-23	2	114	13.01.2016
3	61	14.01.2016	-48	3	109	14.01.2016
4	332	15.01.2016	31	4	301	15.01.2016
5	218	16.01.2016	-6	5	224	16.01.2016
6	44	17.01.2016	44			
7	15	18.01.2016	0	6	15	18.01.2016
8	16	19.01.2016	-150	7	166	19.01.2016
9	231	20.01.2016	165	8	66	20.01.2016
10	1	21.01.2016	-69	9	70	21.01.2016
11	208	23.01.2016	-89	10	297	23.01.2016
12	318	24.01.2016	-55	11	373	24.01.2016
13	27	25.01.2016	-3	12	30	25.01.2016
14	87	26.01.2016	16	13	71	26.01.2016
15	87	27.01.2016	8	14	79	27.01.2016
16	44	28.01.2016	8	15	36	28.01.2016
17	53	30.01.2016	0	16	53	30.01.2016
18	76	31.01.2016	-98	17	174	31.01.2016
19	67	01.02.2016	-11	18	78	01.02.2016
20	227	02.02.2016	189	19	38	02.02.2016
21	62	03.02.2016	-10	20	72	03.02.2016
22	163	04.02.2016	76	21	87	04.02.2016
23	182	06.02.2016	20	22	162	06.02.2016
24	70	07.02.2016	-23	23	93	07.02.2016
25	130	08.02.2016	23	24	107	08.02.2016
26	90	09.02.2016	-7	25	97	09.02.2016
27	78	10.02.2016	-10	26	88	10.02.2016
28	68	11.02.2016	-14	27	82	11.02.2016
29	31	13.02.2016	26	28	5	13.02.2016
30	75	14.02.2016	-2	29	77	14.02.2016
31	91	15.02.2016	-24	30	115	15.02.2016
32	107	16.02.2016	-2	31	109	16.02.2016
33	88	17.02.2016	28	32	60	17.02.2016
34	82	18.02.2016	-13	33	95	18.02.2016
35	18	20.02.2016	16	34	2	20.02.2016
36	70	21.02.2016	-6	35	76	21.02.2016
37	152	22.02.2016	23	36	129	22.02.2016
38	67	23.02.2016	-17	37	84	23.02.2016
39	125	24.02.2016	-14	38	139	24.02.2016
40	140	25.02.2016	22	39	118	25.02.2016
41	87	27.02.2016	-66	40	153	27.02.2016
42	78	28.02.2016	-48	41	126	28.02.2016
43	123	29.02.2016	65	42	58	29.02.2016
44	131	01.03.2016	72	43	59	01.03.2016
45	58	02.03.2016	-72	44	130	02.03.2016
46	82	03.03.2016	-85	45	167	03.03.2016
47	160	05.03.2016	160			
48	57	06.03.2016	-54	46	111	06.03.2016
49	109	07.03.2016	20	47	89	07.03.2016
50	71	08.03.2016	-116	48	187	08.03.2016
51	187	09.03.2016	-47	49	234	09.03.2016
52	159	10.03.2016	-27	50	186	10.03.2016
			-24	51	24	12.03.2016
53	299	13.03.2016	183	52	116	13.03.2016
54	148	14.03.2016	21	53	127	14.03.2016
55	123	15.03.2016	4	54	119	15.03.2016
56	208	16.03.2016	43	55	165	16.03.2016
			-1	56	1	22.03.2016
57	24	23.03.2016	-32	57	56	23.03.2016
58	150	24.03.2016	-1	58	151	24.03.2016
59	40	26.03.2016	9	59	31	26.03.2016
60	63	27.03.2016	-35	60	98	27.03.2016
61	65	28.03.2016	-19	61	84	28.03.2016
62	82	29.03.2016	52	62	30	29.03.2016
63	79	30.03.2016	-17	63	96	30.03.2016
64	55	31.03.2016	12	64	43	31.03.2016

Nous analysons toutes les données présents dans le tableau précédent et nous regroupons les mêmes types de ruptures en indiquant chaque catégorie de transaction physique par une couleur différente.

Tableau III-4 Les catégorie de ruptures et les transactions physiques des marchandises

	: une demande de la salle de preparation au grand stock (Qt complète disponible)
	: une demande de la salle de preparation au grand stock (Qt NON complete)
	: une demande de la salle de preparation au grand stock (Qt NON Disponible)
	: une Qt envoyée du Grand stock a la salle de preparation
	: une demande de la salle de preparation + qlqs petites qts + d'autres qts envoyées du grand stock

Après l'analyse de ces derniers tableaux nous constatons qu'il y a deux types de causes de rupture : Un premier type correspondant à la non disponibilité des produits dans le grand stock, et le deuxième lié directement à la mauvaise gestion du transfert.

Les pourcentages de nombre d'occurrence de chaque type sont présentés dans le graphe suivant.

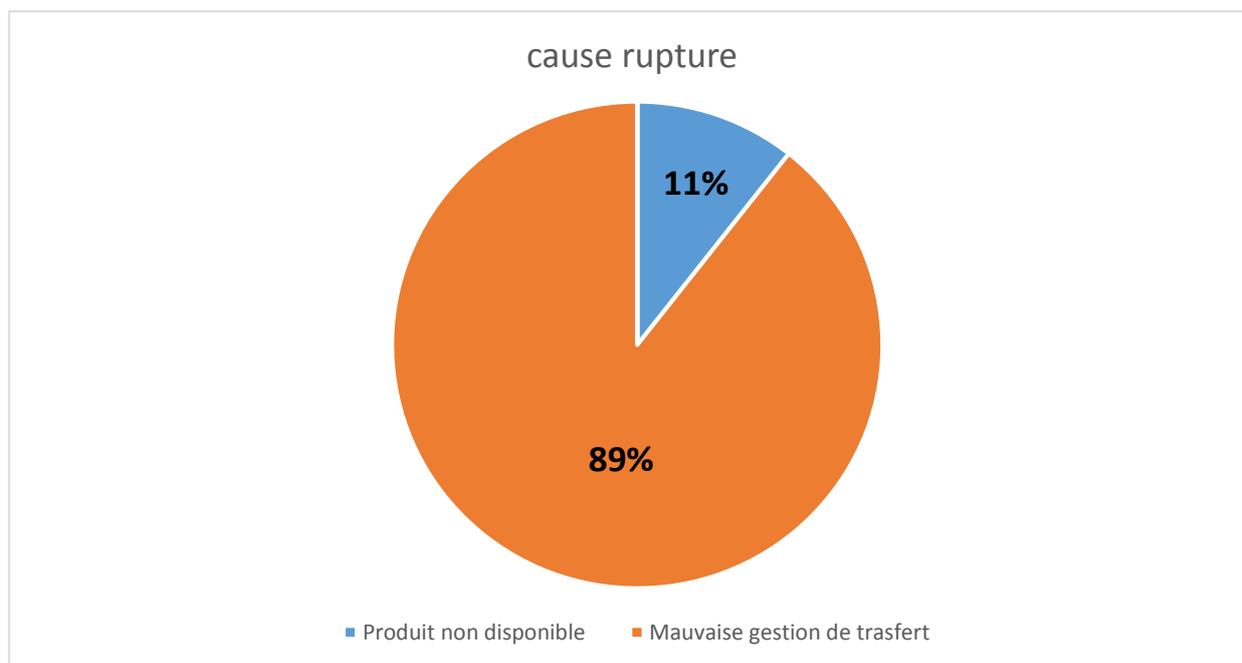


Figure III-12 Les causes racine principales de rupture de stock (salle préparation)

Nous remarquons que le premier type représente uniquement 11% de toutes les causes. On note que la majorité des causes est fortement liée à la mauvaise planification du transfert.

Une deuxième analyse sur terrain a été faite en nous basant sur la modélisation effectuée préalablement. Nous constatons que la détermination des quantités à transférer par le

responsable Gestion de stock chaque jour se fait d'une façon intuitive et la complexité des références, bien trop nombreuses, rend l'opération de plus en plus difficile.

III.4. Conclusion

Dans cette première étape de la méthodologie d'amélioration que nous avons développée, le diagnostic préliminaire effectué nous a permis d'évaluer les processus de l'entreprise afin de repérer les dysfonctionnements qui vont être expliqués dans l'étape suivante.

IV. Repérer les dysfonctionnements

Après une analyse d'état de l'existant dans des différents axes au sein d'IMPISA, nous présenterons la synthèse des résultats du diagnostic sous forme d'un ensemble de dysfonctionnements, qui touche deux processus clés de l'entreprise :

- Processus de transfert : Les ruptures de stock sont dues à une mauvaise anticipation de la demande habituelle et à une évaluation incorrecte des besoins de produits.
- Processus de préparation de commande : la capacité logistique d'IMPISA est loin de satisfaire toutes les commandes clients sans aucune erreur commise.

La suite de la méthodologie présentée dans les chapitres suivants, explique bien la mise en œuvre des solutions et les résultats obtenus.

V. Conclusion

Nous avons commencé ce chapitre par l'explication de notre méthode de travail. La première étape de la démarche qui est le diagnostic a été réalisé sur trois niveaux : au niveau de l'entreprise, des processus et des données avec l'aide de plusieurs outils. Puis nous avons détecté les pistes d'amélioration dans l'étape repérage des dysfonctionnements.

Les chapitres suivants sont consacrés à la planification, la résolution de la problématique et la mise en place des actions d'amélioration.

Ainsi, nous nous focaliserons dans la suite du projet sur les processus suivants :

- Le processus de transfert.
- Le processus de préparation des commandes

Chapitre IV

Elaboration d'un modèle de transfert

I. Introduction

Après le déroulement des deux étapes de diagnostic et de repérage des dysfonctionnements qui nous ont permis de clarifier les pistes d'amélioration, nous entamons la résolution et la validation de la problématique en suivant les étapes : réaliser et évaluer.

Nos contributions au sein de l'entreprise IMPSA SPA étaient en mode projet : nous avons commencé par le processus de transfert avec l'élaboration d'un modèle de transfert des produits, puis nous avons clôturé avec l'optimisation de la salle de préparation.

Nous présentons dans ce chapitre la résolution et la validation du premier projet. Le projet de l'optimisation de la salle de préparation sera traité par la suite.

Dans le cadre de la création de la nouvelle plateforme logistique, nous présentons la mise en place d'un magasin de préparation doté des rayonnages dynamiques pour la préparation des commandes. Ce dernier doit être réapprovisionné par un magasin de réserve (dédié essentiellement pour la réception de la marchandise et la mise en stockage) comme le montre la figure IV.1.

L'objectif est d'assurer le réapprovisionnement de la salle préparation par les bons produits, avec les bonnes quantités, et avec les bonnes fréquences, tout en évitant les ruptures de stocks. L'objectif est donc une préparation des commandes plus efficace, en optimisant l'utilisation des ressources (fourgons de transferts, magasiniers). Ainsi, cela permettra une exploitation optimale des emplacements au niveau des rayonnages dynamiques.

Pour ce faire, nous suivons les étapes suivantes :

- **Planifier**
 - Identification du besoin.
 - Collecte et analyse des données.
- **Réaliser**
 - Détermination des paramètres.
 - Formulation et résolution du problème.
 - Exploitation du système d'information
- **Evaluer**
 - Evaluation des résultats obtenus.

II. Planifier

II.1. Identification du besoin

L'opération de transfert des marchandises consiste à alimenter la salle préparation depuis le stock de réserve 'grand stock' (distance entre les deux magasins est estimée à 300 mètres. La salle préparation contient les zones fonctionnelles importantes pour l'activité de l'entreprise : préparation des commandes, contrôle des commandes et expédition des commandes. Nous rappelons qu'il est fondamental d'assurer une bonne qualité de service pour les clients, et donc des commandes de produits pharmaceutiques complètes et de bonne qualité. La bonne quantité en produits doit être présente dans leurs emplacements respectifs. Les deux sites logistiques, donc peuvent être considérés comme un site d'un client, qui exprime son besoin en transfert et un site fournisseur qui doit réapprovisionner son client suite à une demande de transfert

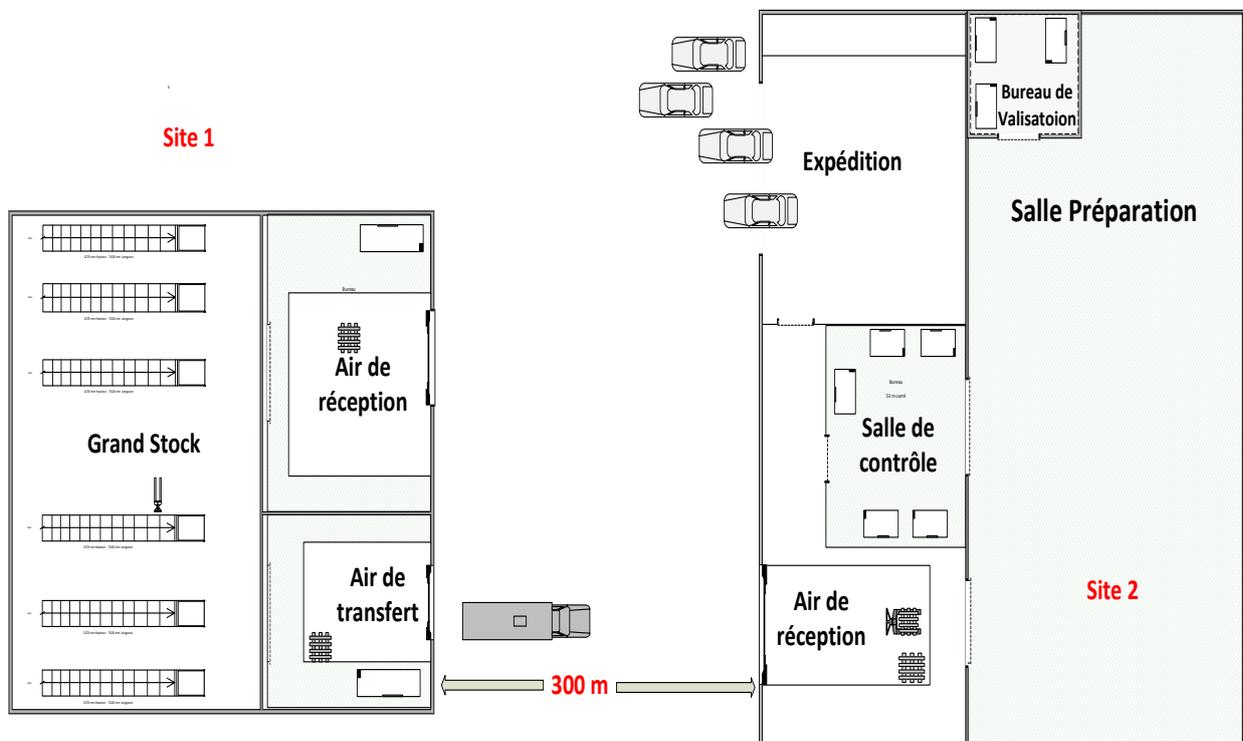


Figure IV-1 Plan du grand stock et salle préparation

Afin de mieux gérer ces transferts inter-magasins, une méthode d'approvisionnement est nécessaire pour :

- Eviter les ruptures au niveau de la salle préparation, pour couvrir les commandes quotidiennes pour une gamme de produits importante et très variée (2700 références).

- Eviter les sur-stockages et les engorgements des allées de prélèvements pour ne pas perturber les préparateurs de commandes.
- Optimiser les fréquences des transferts pour mieux exploiter les ressources nécessaires pour cette opération (fourgons, ressources humaines), et les affecter dans d'autres processus (réception, mise en stock).
- Avoir une répartition optimale des produits dans leurs emplacements au niveau de la salle préparation (au niveau des rayonnages et du stock tampon, voir la figure IV.3), selon la rotation des produits, le colisage, le volume des cartons, le poids des produits tout en respectant la capacité maximale de stockage.

Parmi les politiques d'approvisionnement que nous avons cité dans l'état de l'art, nous avons opté pour la politique à point de commande. Cette méthode correspond très bien au besoin de l'entreprise pour gérer les transferts inter-magasins. Avec son principe de réapprovisionnement des quantités fixes à des périodes variables, elle sert à :

- Minimiser les ruptures de stocks en définissant un seuil de commande adapté (couvrir la consommation pendant le délai de transfert, des commandes exceptionnelles).
- Cette méthode est mieux adaptée pour des consommations irrégulières (Courtois et al, 2003), et c'est le cas dans la distribution pharmaceutique : la demande sur les produits pharmaceutiques est très spécifiques et régie par plusieurs exceptions (promotions, saisonnalité, rappel de lot, l'apparition des nouveaux produits avec un historique de consommation non fiable).

La politique à point de commande vise à lancer un réapprovisionnement dès qu'un seuil de commande est atteint, avec une quantité qui peut arriver à un maximum prédéfini. Le seuil de commande tient en considération implicitement le stock de sécurité.

Il s'agit maintenant de déterminer avec plus d'exactitude les trois paramètres suivants de la politique à point de commande :

- Stock de sécurité,
- Seuil de commande,
- Quantité maximale.

En nous basant sur les formules indiquées dans l'état de l'art, voir Chapitre II (les politiques d'approvisionnement), nous avons besoin des informations nécessaires afin de déterminer ces 3 paramètres susmentionnés.

II.2. Collecte et analyse des données

Les calculs sont basés sur des informations commerciales, logistiques et de planification.

II.2.1. Données commerciales

Représentent les consommations moyennes (les quantités vendues) journalières pour chaque produit qui possède un emplacement au niveau du magasin préparation.

Un état mensuel des ventes est généré depuis le système d'information SAP pour la période 28/02/2015 jusqu'à 31/03/2016. Pour chaque produit, la rotation journalière est calculée à partir de la moyenne des rotations mensuelles.

- **Rotation Journalière A = Moyenne Rotations mensuelles / 22 jours**

Les 22 jours représentent le nombre de jours ouvrables moyen par mois.

II.2.2. Données Logistiques

La quantité maximale est définie par l'entreprise comme étant la capacité que peut supporter le magasin préparation. Pour déterminer avec précision le nombre de cartons pour chaque produit, au niveau de chaque emplacement, les informations suivantes ont été récoltées sur terrain (Voir Annexe 2) :

- Les mesures des étages dynamiques.
- Dimensions du stock tampon.
- Dimensions des cartons.
- Colisage.

La figure suivante illustre le rayonnage dynamique et les dimensions de ces composantes

II.2.3. Données de planification

Afin d'avoir une vision plus globale sur le magasin préparation, un plan d'entreposage a été exploité qui illustre la répartition des produits selon leurs catégories (en fonction des rotations) dans les rayonnages.

Dans la première phase d'installation des rayonnages, les ingénieurs d'IMPSA ont pris la charge équilibrée de travail comme un facteur clé dans l'affectation des produits aux rayons.

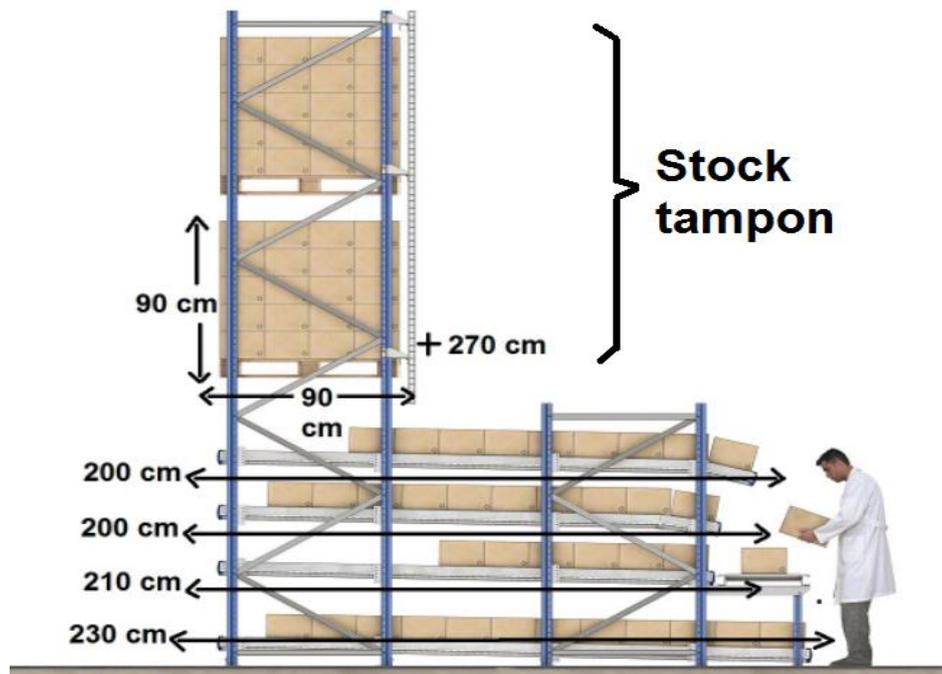


Figure IV-2 Exemple d'un rayonnage dynamique

C'est pour cela qu'une classification a été faite et qui permet également d'identifier les produits ayant un impact important en terme de valeur (rotation journalière). On distingue 4 catégories (A, B, C, D) pour plus de 2700 produits regroupés et ordonnés selon leurs rotations.

- A : produit de très forte rotation ;
- B : produit de forte rotation ;
- C : produit de faible rotation ;
- D : produit de très faible rotation ;

III. Réaliser

Après la définition du besoin en gestion de transfert et la récolte d'information, nous passerons à la détermination des trois paramètres de la politique à point de commande.

III.1. Détermination des paramètres

III.1.1. Stock de sécurité Z

Le stock de sécurité a été défini suite à une séance de travail avec l'équipe Organisation et Système d'information. Après étude et analyse empirique des historiques, il a été retenu une quantité équivalente à 4 jours. L'objectif est d'éviter la situation de rupture au niveau de la salle préparation compte tenu du flux important des commandes préparées. Il s'agit aussi de réagir face aux différentes exceptions :

- Vente exceptionnelle : campagnes de promotions.
- Ecart de stocks : dans le cas où il y a une différence entre le physique et les quantités introduites dans le système d'information.

Pour les deux cas le stock de sécurité assure la continuité de l'activité jusqu'à l'approvisionnement de la salle préparation ou bien la correction de l'écart après un inventaire tournant.

III.1.2. Seuil de commande M

Le seuil de commande est déterminé par la formule $M = (A \times d) + Z$, tel que d est le temps de cycle de transfert, Z est le stock de sécurité et A représente la rotation journalière du produit. Après suivi sur le terrain et validation avec les chargés de transfert, le temps de cycle de transfert d a été estimé à 1 jour. Cette durée a été prise comme étant le temps maximum pour effectuer un seul transfert entre le stock de réserve et le magasin préparation.

III.1.3. Quantité maximale

La salle préparation est constituée de quatre zones (cage, statique, frigo et dynamique)

- La zone cage : c'est un emplacement qui regroupe les produits psychotropes et les produits chers.
- La zone statique : un ensemble de rayonnages dédiés pour les produits de faible rotation.
- La zone frigo : un grand réfrigérateur pour les produits frigorifiques.
- La zone dynamique : un système de rayonnage pour les produits de forte rotation.

Chaque zone est composée d'un ensemble de rayonnages pour contenir les produits.

Les quantités maximales sont définies par l'entreprise comme étant la capacité maximale de stockage des rayonnages. Nous nous sommes focalisés sur la zone des rayonnages dynamiques vue qu'elle contient 60% de la gamme des produits et des produits ayant des rotations importantes.

La zone dynamique contient 8 rayonnages ; chaque rayon contient 11 colonnes et la colonne est composée de 4 étages. La colonne peut contenir 20 produits (05 produits par étage) de rotations différentes comme le montre la figure IV.2.

III.2. Formulation et résolution du problème

Afin de déterminer les maximums avec plus de précision, une répartition optimale des produits au niveau du stock tampon a été déterminée. Le modèle de calcul permet de trouver le nombre de cartons optimal pour chaque produit à mettre dans le tampon, en tenant compte les ratios relatifs entre les produits (importance en termes rotation et volume de carton) et le volume maximum du tampon.

Les emplacements des produits dans les étages des différents rayons sont de catégories différentes (A B C D) en fonction de rotation.

Le stock tampon est dédié aux produits de catégories A et B.

Un seul tampon est partagé avec plusieurs produits de rotations et de volumes différents. Donc on peut déterminer un ratio relatif entre ces produits en termes d'importance. Ce ratio prend en considération à la fois la rotation journalière A et le colisage du produit.

On prend l'exemple suivant pour mieux expliquer la relation :

- Soient deux produits 'a' et 'b' de catégories A, B respectivement, qui partagent le même stock tampon.

Soit X_i le nombre de carton d'un produit 'i' dans le stock tampon (i valant a ou b).

Dire que : $X_a = 3X_b$; cela veut dire que 'a' est plus important que 'b' 3 fois.

Cette importance relative, notée S_i , est mesurée en termes de carton par jour.

Donc entre chaque couple de produits a et b quelconques nous établissons la relation :

$$X_a / S_a = X_b / S_b.$$

- **Ratio relatif d'un produit 'i' $S_i = \text{Rotation journalière par boitiers } A_i / \text{colisage } C_i$;**

i. Fonction objectif :

- ✓ Trouver le nombre de cartons optimal pour chaque produit à mettre dans le tampon tout en maximisant les quantités allouées.

ii. Contrainte :

- ✓ Volume tampon à ne pas dépasser.
- ✓ En tenant compte des ratios relatifs entre les produits qui partagent le même tampon.

iii. Paramètres du modèle :

- Volume du carton : V_i , (Cm^3)
- Volume du stock tampon : V_m
- Rotation : nombre boitiers consommés par jour : A_i , (boite/jour)
- Colisage produit : C_i (le nombre de boitiers dans un colis)

iv. Le modèle de calcul :

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{Max} F (X_1, X_2, \dots, X_n) = X_1 + X_2 + \dots + X_n ; \\ \mathbf{S/C:} \\ V_1 * X_1 + V_2 * X_2 + \dots + V_n * X_n \leq V_m ; \\ X_i / S_i = X_j / S_j ; \text{ tel que } i, j \in (1, n), i \neq j ; \\ 0 \leq X_i \quad \text{tel que } i \in (1, n) \end{array} \right.$$

En prenant l'exemple suivant pour bien expliquer la relation citée entre les deux 'a' et 'b' :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Soient : } A_a = 100 \text{ (boite/jour), } A_b = 50 \text{ (boite/jour) ;} \\ C_a = 300, C_b = 100 ; \end{array} \right\} \begin{array}{l} S_a = 100 / 300 = 0.33 \text{ (carton / jour) ;} \\ S_b = 50 / 100 = 0.5 \text{ (carton / jour) ;} \end{array}$$

$$\blacktriangleright X_a / S_a = X_b / S_b \quad \longrightarrow \quad X_a / 0.33 = X_b / 0.5 \quad \longrightarrow \quad 1.5 X_a = X_b ;$$

Interprétation :

Selon le dernier résultat nous constatons que le produit 'b' est plus important en termes de carton par jour que le produit 'a'. Cette information qui lie nos deux produits est introduite dans notre modèle en tant que contrainte à respecter afin de bien trouver les quantités optimales pour chaque produit.

III.3. Utilisation du solveur

Afin d'optimiser la fonction objective, nous allons utiliser la fonction Solveur de MS Excel 2016.

Nous utilisons le solveur pour rechercher la valeur optimale de la cellule qui indique la fonction objective, par ajustement des valeurs de plusieurs autres cellules (les variables) respectant des conditions limitées supérieurement ou inférieurement (c'est à dire les contraintes).

- Les variables sont les quantités de cartons respectives des différents produits X_i .
- Les contraintes sont les valeurs imposées dans le modèle lié aux S_i . (S_i = Rotation journalière par boitiers A_i / colisage C_i).
- La cellule cible est celle contenant la formule exprimant la valeur à optimiser Max (X_1, X_2, \dots, X_n)

Pour cela nous suivons les étapes suivantes :

Première étape : Configurer l'outil Solveur

Nous avons installé le Solveur sur MS Excel. L'interface est de cette forme :

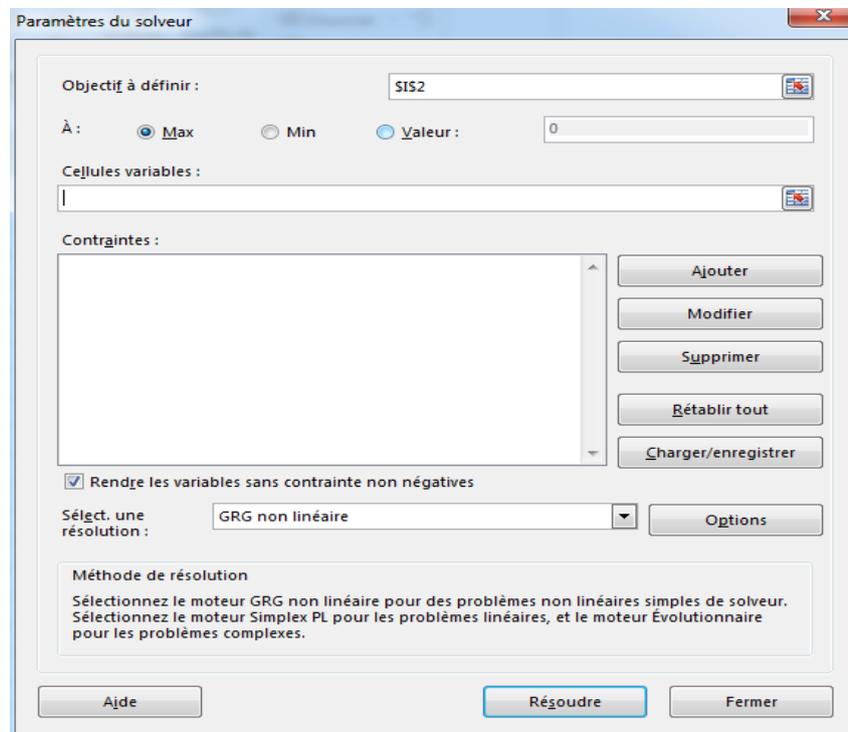


Figure IV-3 L'interface du solveur

Deuxième étape : Spécifications de la cellule cible

Dans la zone Cellule cible à définir, on saisit la référence de la cellule que nous voulons maximiser : $\text{Max } F(X_1, X_2, \dots, X_n) = X_1 + X_2 + \dots + X_n$

Nous sélectionnons l'option Max pour maximiser.

Troisième étape : Spécification des cellules variables

Nous saisissons dans la zone 'Cellule variables' les références des cellules devant être modifiées par le solveur jusqu'à ce que les contraintes du problème soient respectées et que la cellule cible atteigne le résultat recherché.

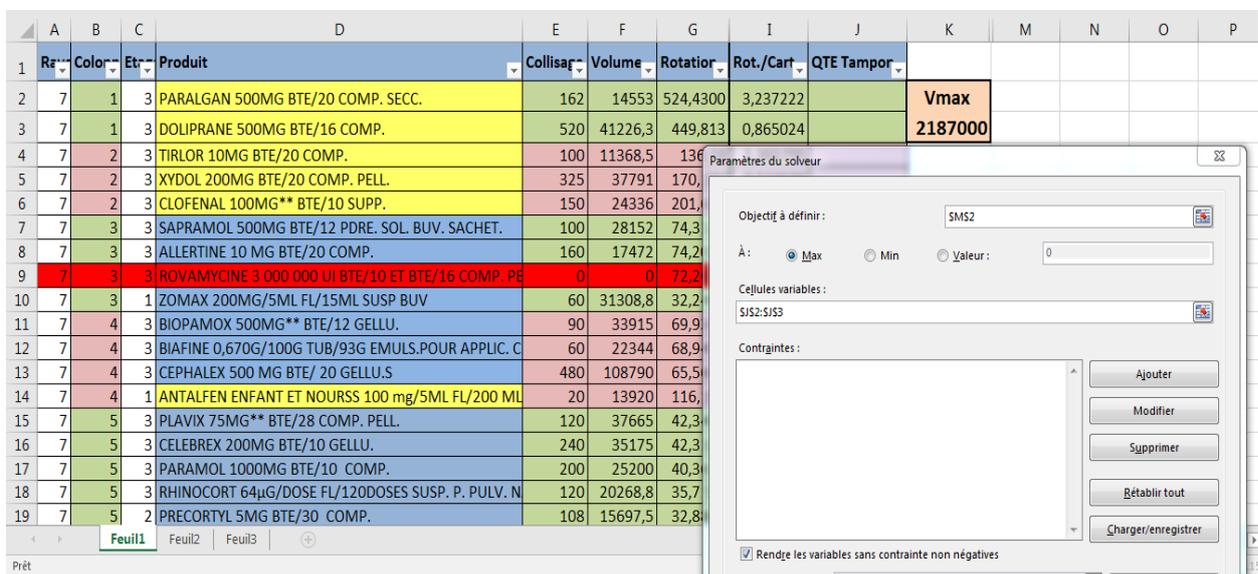


Figure IV-4 Saisie des variables

Dans notre exemple, les deux cellules \$J\$3 et \$J\$3 représentent l'endroit dans le fichier Excel où s'afficheront les deux résultats X1 et X2 des deux produits.

Quatrième étape : Spécifications des contraintes

A l'aide des boutons Ajouter, nous complétons la boîte de dialogue et nous établissons notre liste de contraintes dans la zone Contraintes.

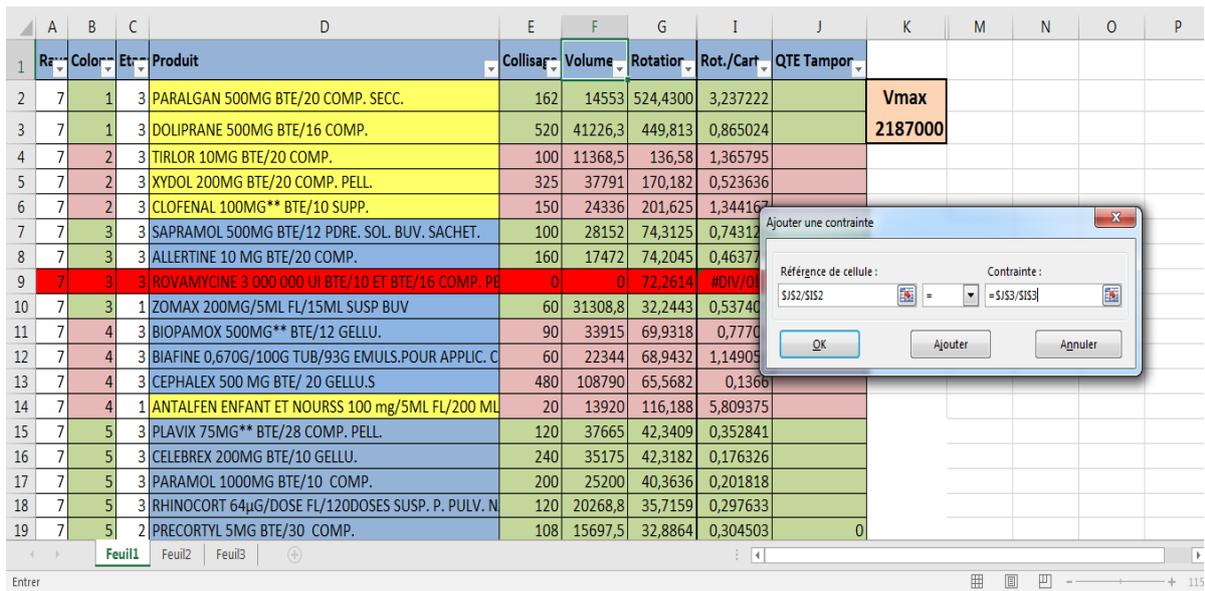


Figure IV-5 Saisie de la première contrainte

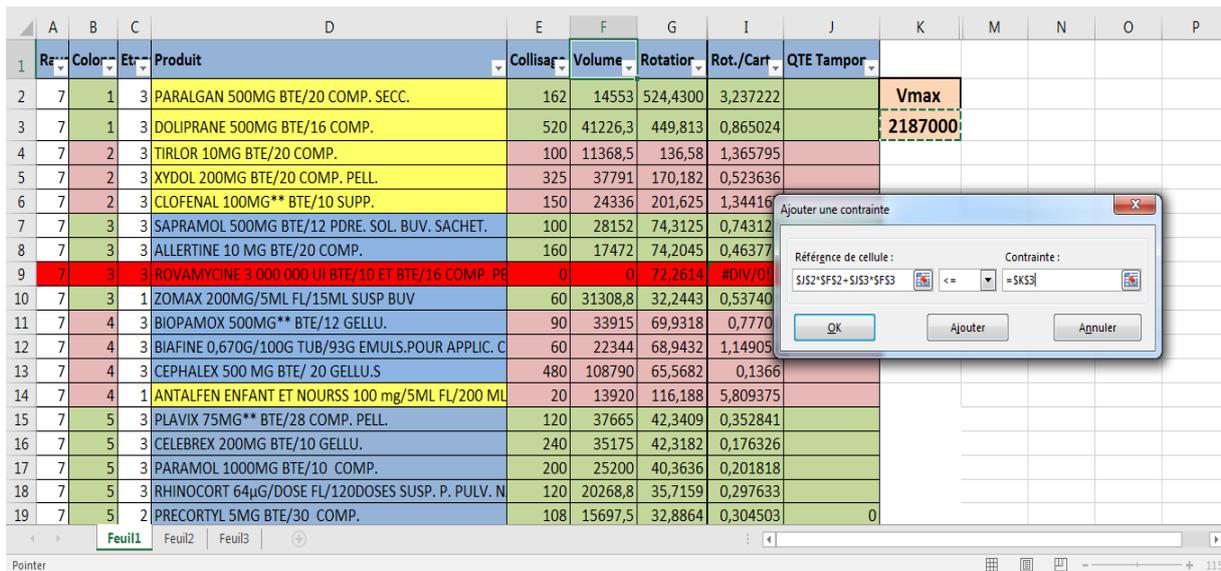


Figure IV-6 Saisie de la deuxième contrainte

Cinquième étape :

Les résultats s'affichent sur le tableau prédéfini.

Et nous effectuons les mêmes opérations sur les autres produits afin d'obtenir toutes les quantités optimales pour chaque emplacement (stock tampon) (Voir Annexe 3).

	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Ray	Colc	Etag	Produit	Collisag	Volun	Rotatic	Rot./Car	QTE Tampon						
2	7	1	3	PARALGAN 500MG BTE/20 COMP. SECC.	162	14553	#####	3,237222	171,0655808	Vmax					
3	7	1	3	DOLIPRANE 500MG BTE/16 COMP.	520	41226	449,813	0,865024	45,71074502	2187000					
4	7	2	3	TIRLOR 10MG BTE/20 COMP.	100	11369	136,58	1,365795							
5	7	2	3	XYDOL 200MG BTE/20 COMP. PELL.	325	37791	170,182	0,523636							
6	7	2	3	CLOFENAL 100MG** BTE/10 SUPP.	150	24336	201,625	1,344167							
7	7	3	3	SAPRAMOL 500MG BTE/12 PDRE. SOL. BUV. SACHE	100	28152	74,3125	0,743125							
8	7	3	3	ALLERTINE 10 MG BTE/20 COMP.	160	17472	74,2045	0,463778							
9	7	3	3	ROVAMYCINE 3 000 000 UI BTE/10 ET BTE/16 COM	0	0	72,2614	#DIV/0!							
10	7	3	1	ZOMAX 200MG/5ML FL/15ML SUSP BUV	60	31309	32,2443	0,537405							
11	7	4	3	BIOPAMOX 500MG** BTE/12 GELLU.	90	33915	69,9318	0,77702							
12	7	4	3	BIAFINE 0,670G/100G TUB/93G EMULS.POUR APPL	60	22344	68,9432	1,149053							
13	7	4	3	CEPHALEX 500 MG BTE/ 20 GELLU.S	480	108790	65,5682	0,1366							
14	7	4	1	ANTALFEN ENFANT ET NOURSS 100 mg/5ML FL/20	20	13920	116,188	5,809375							
15	7	5	3	PLAVIX 75MG** BTE/28 COMP. PELL.	120	37665	42,3409	0,352841							
16	7	5	3	CELEBREX 200MG BTE/10 GELLU.	240	35175	42,3182	0,176326							
17	7	5	3	PARAMOL 1000MG BTE/10 COMP.	200	25200	40,3636	0,201818							
18	7	5	3	RHINOCORT 64µG/DOSE FL/120DOSES SUSP. P. PUL	120	20269	35,7159	0,297633							
19	7	5	2	PRECORTYL 5MG BTE/30 COMP.	108	15698	32,8864	0,304503							

Figure IV-7 Les résultats du modèle établi

III.4. Exploitation du système d'information

Le système d'information de l'entreprise dispose d'une application, l'ERP SAP, qui permet de gérer et suivre les opérations de transfert et d'enregistrer les mouvements de commandes.

Pour les transferts de stock, le système offre les fonctions complémentaires suivantes :

- Contrôle et affichage de la disponibilité : la fonction permet de suivre en temps réel les volumes de produits dans leurs emplacements, en se basant sur le calcul du stock actualisé après chaque mouvement interne.
- Comportement du système en cas de couverture insuffisante : des notifications d'alerte seront envoyées en cas d'atteinte ou de dépassement d'un seuil de commande inséré préalablement.

Dans l'ancien système, un contrôle manuel s'effectuait pour vérifier la disponibilité des produits dans la salle préparation. L'assistant de transfert SAP permet au responsable de stock de suivre les quantités disponibles pour la planification des programmes d'une façon intuitive. Mais la complexité des références trop nombreuses rend l'opération difficile à gérer.

D'après la dernière description, nous constatons qu'il n'y a pas une exploitation optimale du système SAP.

C'est la raison pour laquelle nous avons opté pour reconfigurer la fonction pour automatiser la tâche en changeant le principe de déclenchement.

Afin de :

- Eliminer les ruptures dans la salle de préparation.
- Minimiser la fréquence de transfert et minimiser les erreurs commises lors des transferts.

L'intervention effectuée sur le processus vise à automatiser la tâche du transfert et changer le mode du déclenchement de l'opération :

➤ Situation actuelle :

Les modes de déclenchements du transfert de marchandises sont :

- Demande de la salle de préparation dans le cas d'une rupture de stock
- Un programme journalier du gestionnaire de stock en se basant sur les quantités disponibles dans la salle préparation afin de déterminer les quantités à envoyer intuitivement.

➤ Situation visé :

- Demande de la salle préparation uniquement dans le cas de campagnes de promotion (vente exceptionnelle).
- Un déclenchement automatique des notifications d'alerte en indiquant les quantités exactes à envoyer.

Pour mettre en place la fonction du transfert, nous utiliserons les trois paramètres déterminés dans la première partie :

- Stock de sécurité.
- Seuil de commande.
- Quantité maximale.

III.4.1.Principe de fonctionnement

- $C_i(t)$: quantité à transférer du produit « i » au moment « t ».
- $S_i(t)$ = état du stock du produit « i » à la salle préparation au moment « t ».

- X_i = le stock maximum : la quantité maximale d'un produit « i » dans son emplacement au stock tampon (limite supérieure à ne pas dépasser).
- Stock minimum : niveau du stock correspondant au délai normal de livraison $S_m = d * A$ tel que 'd' est le délai de livraison et 'A' représente la rotation journalière.
- Z_i = Stock de sécurité : supplément au stock minimum nécessaire en cas de retard de livraison ou d'accroissement de la demande.
- M_i = le stock d'alerte (seuil de commande d'un produit 'i') c'est le niveau du stock entraînant le déclenchement de la commande tel que :
Stock d'alerte = Stock minimum + Stock de sécurité
- $C_i(t) = X_i - S_i(t)$.
- Si $S_i(t) = M_i \Rightarrow$ Lorsque le niveau d'alerte est atteint ou dépassé pour un produit 'i' une notification d'alerte s'affiche au responsable de stock avec la quantité exacte à envoyer.

Après avoir déterminé les paramètres nécessaires pour chaque produit, les données ont été injectées sur le système d'information SAP pour assurer le bon fonctionnement de la fonction.

Les figures suivantes illustrent l'interface de l'application sur le système d'information en affichant les quantités à transférer :

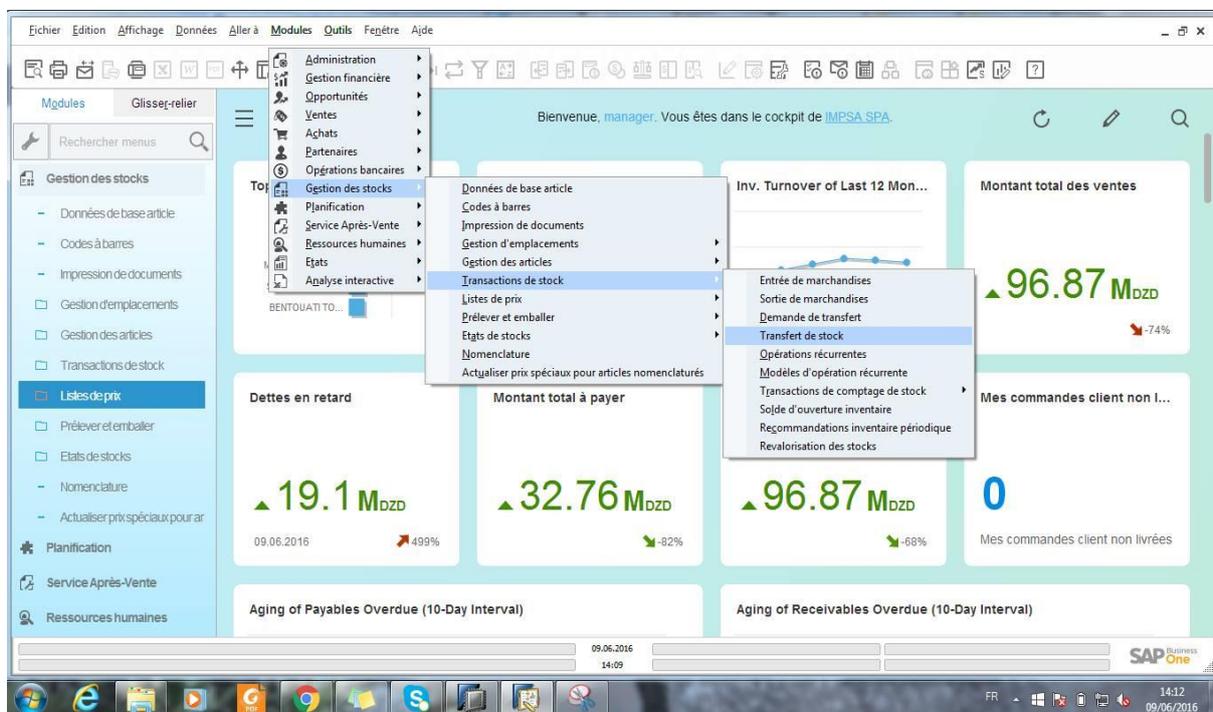


Figure IV-8 L'interface de La fonction transfert de stock

La demande de transfert nécessite un enregistrement sur le système d'information pour actualiser le stock après chaque mouvement interne des marchandises.

La figure suivante représente l'interface de l'application lors de la création d'une demande de transfert.

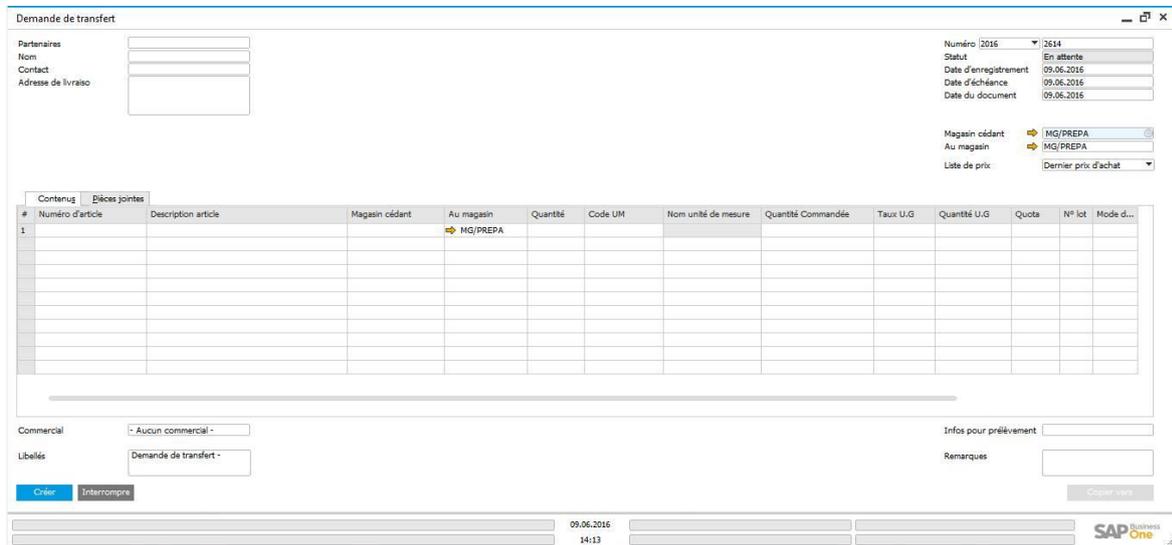


Figure IV-9 Création d'une demande de transfert

Dans le cas où le niveau du stock d'alerte est atteint, un message s'affiche au responsable pour lui indiquer les produits qui manquent dans la salle préparation et les quantités optimales qu'il doit envoyer pour l'approvisionnement de la salle (afin d'assurer une bonne qualité de service en préparant toutes les commandes demandées par les clients).

La figure suivante représente la fenêtre d'alerte qui s'affiche au responsable gestion de stock :

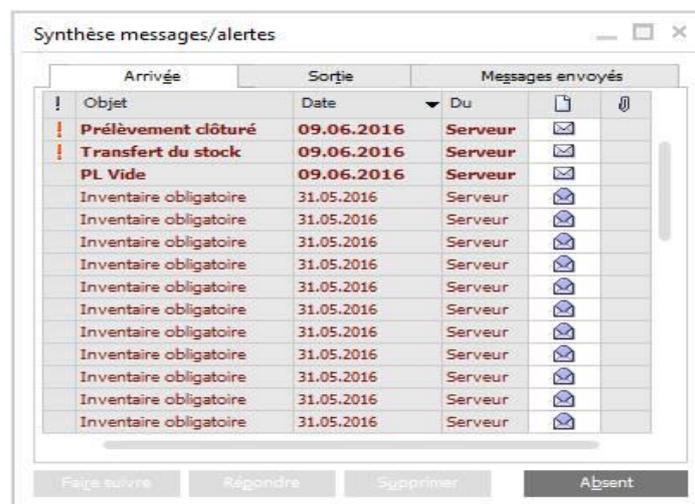


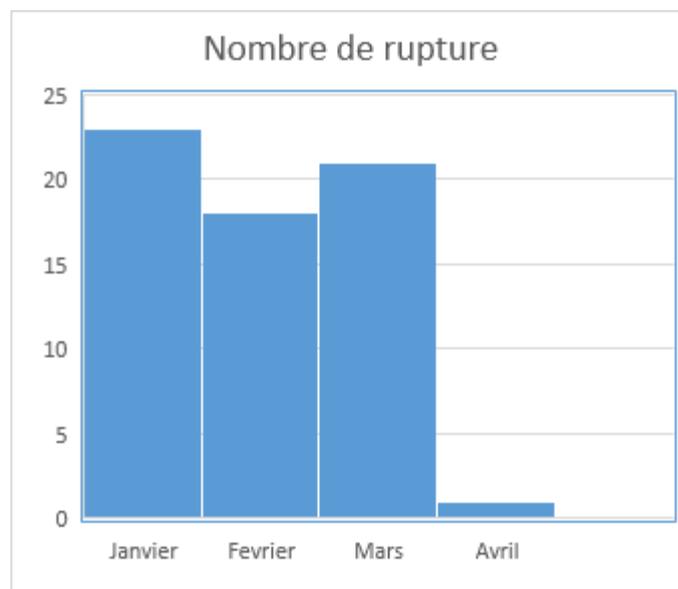
Figure IV-10 Notification d'alerte de rupture

IV. Evaluer

Cette section se propose d'analyser les deux états « avant » et « après » la contribution que nous avons effectuée. Partant de nos hypothèses, nous nous assurons que l'entreprise connaît un dysfonctionnement dans le processus du transfert, qui connaît des limites liées au manque d'information ainsi que dans l'organisation du système d'approvisionnement.

En analysant les données, il ressort que pendant les trois premiers mois de l'année, il s'est remarqué plusieurs cas de rupture. L'un des indicateurs majeurs de la mauvaise gestion des stocks est certainement la rupture de stock. En effet, cette situation peut influencer très négativement la crédibilité de l'entreprise vis-à-vis de ses clients et sa compétitivité.

L'intervention effectuée afin d'éliminer ce dysfonctionnement par la mise en place d'une gestion par point de commande, en exploitant et en paramétrant correctement le niveau d'alerte de stocks. Cela a permis d'identifier précisément les besoins de commande de la salle préparation pour chaque produit. Cette fonction nous a permis aussi de bien optimiser le transfert entre les deux sites en terme de ressources (personnel, fourgons) et d'éviter les ruptures.



Au regard des états de stock, il ressort que le nombre de ruptures de la salle préparation ont diminué d'une façon très significative durant le mois d'avril.

En observant ces résultats, il ressort que le modèle établi permet à l'entreprise d'assurer une meilleure organisation des transferts et une bonne gestion de stock.

V. Conclusion

L'étude de l'existant nous a permis de nous orienter vers l'optimisation du processus de transfert. Dans ce chapitre, nous avons présenté notre solution qui est l'élaboration d'un modèle basé sur le point de commande, ainsi que les résultats de l'application de la solution au sein de l'entreprise.

Nous poursuivons la présentation de nos propositions dans le chapitre suivant qui est dédié au projet d'optimisation de la salle préparation.

Chapitre V

**Optimisation de la salle
préparation**

I. Introduction

L'étude de l'existant nous a permis de cerner deux pistes d'amélioration. Ce chapitre est dédié à présenter le deuxième projet qui consiste à augmenter la capacité logistique de la salle préparation afin de satisfaire les besoins.

Nous commençons par l'étape « planifier », qui définit le choix de la méthode de résolution et l'analyse de l'état actuel. Puis dans l'étape « réaliser », une simulation de l'état actuel sera effectuée afin de déterminer les dysfonctionnements et de proposer une solution qui va être simulée, analysée et validée par la suite. Pour l'étape finale « évaluer », nous présenterons les résultats obtenus avec la solution développée.

II. Choix de l'approche de résolution

Les résultats des chapitres précédents nous ont amenés à proposer l'amélioration de la capacité de la salle de préparation. Pour ce faire, nous devons commencer par l'analyse de l'état actuel afin de déterminer les dysfonctionnements et les goulots d'étranglement, puis nous proposerons une solution adéquate. Pour cela, nous proposons ici une approche de résolution.

Après une étude, nous distinguons les approches suivantes :

- Approche analytique :

C'est une approche qui consiste à résoudre analytiquement ou numériquement les problèmes afin de déterminer la solution optimale. Cette approche suppose qu'il existe une relation plus ou moins complexe liant directement l'ensemble des événements. La méthode analytique consiste à approximer cette relation théorique par un modèle mathématique permettant par la suite de modéliser le système actuel et trouver le modèle optimisé à partir d'un nombre raisonnable de paramètres d'entrée décrivant les caractéristiques du système.

- Approche physique :

Elle consiste à tester les propositions sur terrain. Le test se fait sur une partie du système ou sur des produits non destinés à la vente. Puis les résultats de comparaisons entre les différentes situations nous permettent de trouver la solution optimale.

- Approche de simulation :

La simulation consiste à créer un modèle qui est une représentation d'un système réel, capable de reproduire son fonctionnement, à l'aide d'un support informatique. Elle ne permet pas de trouver directement et de façon optimale des solutions mais elle offre la capacité d'imitation et de prédiction qui permet d'obtenir des renseignements sur les conséquences de changements ou de modifications dans un système, avant que ceux-ci ne soient effectués.

Le processus de préparation de commande est un processus complexe caractérisé par un grand nombre de flux entrants et sortants, de multiples zones de préparation et de contrôle, et plusieurs paramètres à contrôler. Pour cela, Il n'est pas imaginable de l'analyser de manière analytique en raison de sa complexité. Le modèle mathématique correspondant est très complexe pour être décrit et probablement plus encore pour être résolu. L'approche analytique donne des résultats exacts pour des modèles simples et/ou de petite taille. Les résultats sont approximatifs pour les modèles complexes car il nécessite une simplification qui les éloigne de la réalité.

Aussi, nous éliminons la possibilité d'utiliser une approche analytique.

Pour l'expérimentation physique, la création d'un modèle test dans la salle de préparation est quasiment impossible vue la criticité de l'activité et les volumes en jeu. D'autre part, le coût d'un tel test est très élevé.

L'approche par la simulation consiste à modéliser et simuler le système actuel afin de déterminer les dysfonctionnements. Puis des modifications dans le modèle théorique seront simulées afin d'évaluer les améliorations possibles. La simulation permet d'avoir des niveaux de détails multiples sans contrainte majeures. Donc elle semble la meilleure perspective pour faire l'analyse de cas à échelle réelle.

Par ailleurs, pour la salle de préparation de commande une simulation permet de réaliser une estimation réaliste du comportement du système :

- Évaluer et analyser l'ajout, la modification ou la suppression des zones.
- Évaluer la modification des flux et les durées des processus.
- Évaluer la modification dans l'ordonnancement et la répartition des tâches.
- Évaluer l'ajout ou la suppression du personnel.

Grâce aux avantages qu'elle offre, la simulation se présente comme un outil idéal pour cette tâche.

Dans la littérature, plusieurs auteurs se sont intéressés à la simulation des chaînes logistiques, via des outils qu'ils ont développés par eux-mêmes ou en utilisant des logiciels qui existent sur le marché, dont le logiciel ARENA.

Le choix du logiciel de simulation ARENA est basé sur :

- Les connaissances déjà acquises en matière de modélisation et de programmation ARENA durant notre formation d'ingénieur industriel.
- La haute performance d'ARENA en matière de modélisation, simulation et analyse des résultats.
- L'existence d'autres logiciels compléments d'ARENA comme INPUT ANALYZER, qui facilite l'analyse des données.

Pour cela, nous utiliserons ARENA ROCKWELL version 14 .5 pour la simulation.

Remarque :

L'exploitation d'ARENA nécessite une réflexion afin de modéliser le système réel sur le logiciel ; ainsi que la détermination d'un certain nombre de données et de lois pour arriver à simuler avec un niveau de détail significatif. Les informations trouvées sur les forums indiquent que les projets de simulation pareils sont généralement réalisés par une équipe expérimentée sur une durée qui s'étend au moins sur 6 mois.

De plus, il ressort de notre recherche bibliographique que les travaux basés sur ARENA sont nombreux mais nul ne propose un modèle complet pour un cas à échelle réelle, et la phase de création du modèle est rarement présentée.

Nous présentons dans ce travail une modélisation/simulation d'un maillon de la chaîne logistique à échelle réelle avec ARENA/SIMAN. Nous nous intéressons en premier lieu à la création du modèle de simulation : comment elle se fait à partir du cas réel et les différentes techniques utilisées pour aboutir au modèle final.

D'un point de vue managérial, une étude de simulation est un projet dont le succès nécessite une gestion comme tout autre projet. Ce qui implique une décomposition du projet de simulation en plusieurs phases.

La démarche que nous avons adoptée dans notre projet s'articule autour de six étapes principales, qui ont été présentées dans l'état de l'art.

Cette démarche nous a permis de cerner les besoins du projet et d'élaborer le modèle de simulation pour l'état actuel et proposer d'autres scénarios d'amélioration.

La figure suivante illustre la démarche suivie :

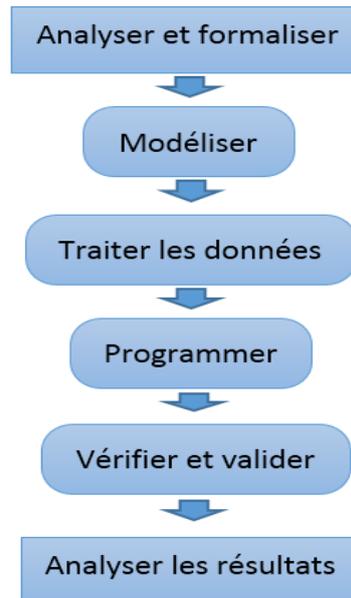


Figure V-1 *Méthodologie de travail*

III. Planifier

III.1. Analyse et formulation du problème

A IMPSA, la réception et la livraison sont l'interface de l'entreprise pour des flux de matières entrants et sortants. Des produits arrivent à l'entrepôt puis passent par un certain nombre d'étapes appelées processus. Les ressources se réfèrent à tous les outils, équipements et personnel nécessaire pour assurer un bon fonctionnement. Enfin, l'organisation comprend tous les aspects de la planification et les procédures de contrôle utilisés pour exécuter le système de préparation de commandes.

Pour atteindre nos objectifs, une étude de simulation a été réalisée afin de résoudre les principaux problèmes identifiés dans la salle de préparation de commandes. En particulier, nous soulignons que les bons de prélèvement et les commandes subissent des délais d'attente

important durant le processus de préparation. Ces longs délais d'attente signifient que les opérateurs vont perdre la possibilité de servir d'autres clients (temps morts) et qu'ils doivent souvent faire des heures supplémentaires.

La direction a estimé que le problème est dû au manque d'installations et de travailleurs. En outre, la direction vise également à réduire au minimum les dépenses totales. Par conséquent, nous avons proposé une étude de simulation pour modéliser tout le système afin de trouver une stratégie qui permettra d'optimiser le temps de préparation et de surmonter le problème des heures supplémentaires tout en augmentant la capacité de logistique, et ce en rationalisant l'utilisation des ressources.

III.2. Modélisation

A l'entrepôt du site 1 'grand stock', les marchandises entrantes sont réceptionnées, contrôlées, chargées et stockées sur les rayonnages du grand stock. Suite à une opération de transfert (approvisionnement), des quantités de produits sont acheminées au site 2 où se fait la préparation de commandes, déchargées, contrôlées, validées et acheminées vers leurs emplacements en respectant la règle FIFO par les chefs de rayons, pour être prête au prélèvement.

Dans la salle préparation de commandes, tous les processus dans les systèmes de déchargement de validation de préparation, de contrôle et chargement sont exécutés simultanément.

Les commandes sont prélevées et préparées par des opérateurs, en utilisant des chariots et des paniers et expédiés aux clients par le biais des démarcheurs (chauffeurs-livreurs).

Un produit est défini par un type d'une marque, par exemple un médicament d'un certain laboratoire. Une commande client est constituée de la combinaison de plusieurs produits en différentes quantités.

Le bon de prélèvement est une fiche qui indique les produits commandés par un client sous forme d'un ensemble de lignes. On l'appelle par la suite BP.

Une ligne d'un bon de prélèvement est une ligne qui indique le nom de produit, sa quantité et son emplacement (zone, rayon, colonne, étage).

Rappelons les différentes zones du magasin de préparation :

- La zone cage : c'est un emplacement qui regroupe les produits psychotropes et les produits chers.
- La zone statique : un ensemble de rayonnages dédiés pour les produits de faible rotation.
- La zone frigo : un grand réfrigérateur pour les produits frigorifiques.
- La zone dynamique : un système de rayonnage pour les produits de forte rotation.

Les processus dans le système de préparation de commande sont : le dispatching, la cueillette et le prélèvement, l'organisation, le contrôle et le traitement de l'ordre de livraison.

Lorsqu'une commande client est validée par un commercial, un bon de prélèvement est transmis via le système et s'imprime au bureau de validation ; puis il est dispatché pour faire le tour des différentes zones afin que la commande indiquée soit préparée.

Pour un bon de prélèvement regroupant toutes les catégories de produits, il passera par toutes les zones. La priorité de passage est pour la cage en premier, puis la zone statique, le frigo et enfin le rayonnage dynamique avec ses 8 rayons.

Après le prélèvement des produits, un contrôle exhaustif s'effectue pour corriger les erreurs éventuellement constatées lors de la préparation.

Le schéma suivant explique le système de préparation de commande :

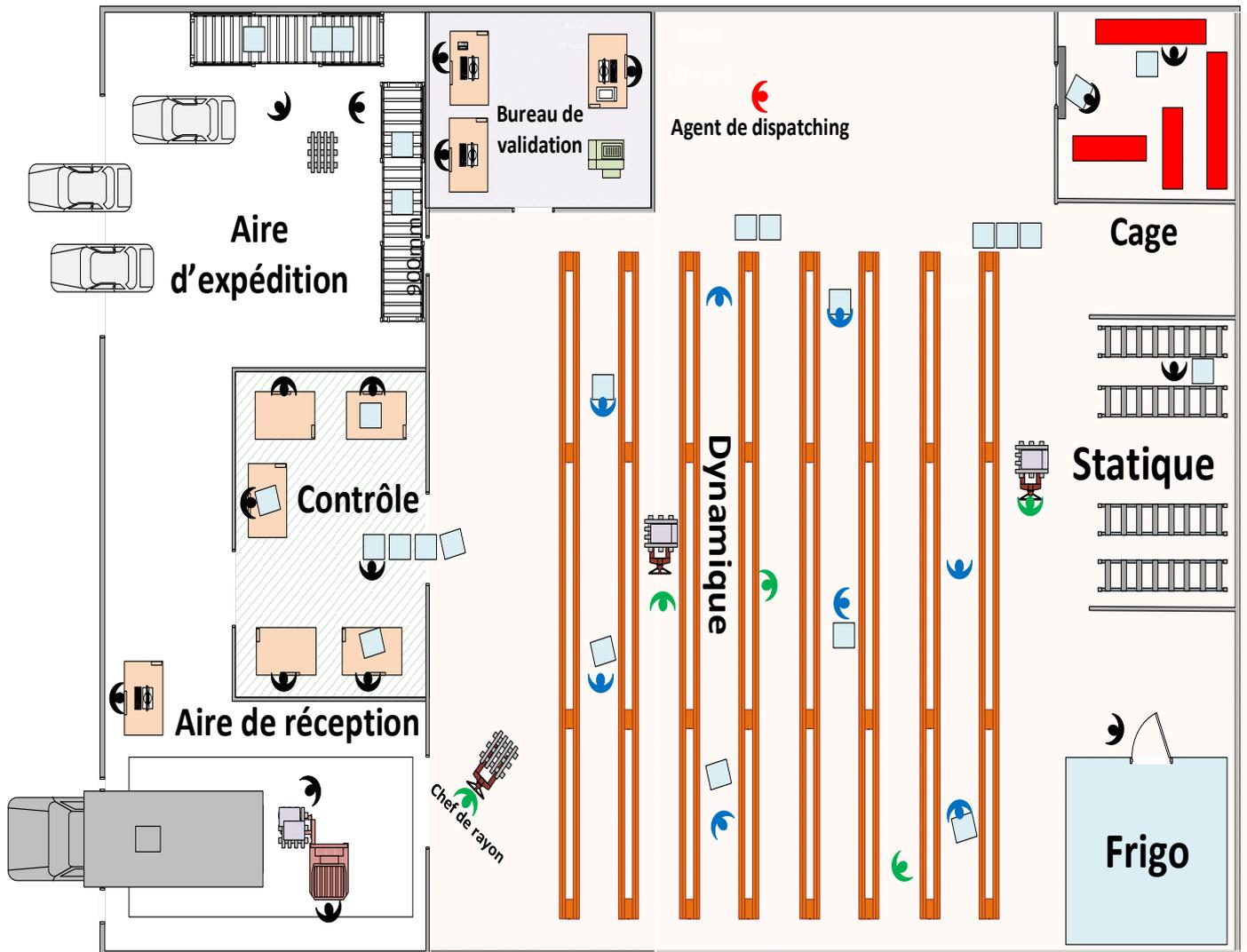


Figure V-2 Plan de la salle préparation

Le temps inter-arrivée des commandes clients, le temps d'attente à la préparation des commandes, le processus de contrôle et le nombre de chariots et d'opérateurs sont des facteurs qui contribuent à la performance du système de préparation.

Le travail sur le terrain nous permet également de comprendre et de visualiser les opérations actuelles et définir la réorganisation à venir avec la meilleure conception possible. Les données réelles pour chaque opération à la salle de préparation ont été recueillies en temps réel sur une période de 10 jours à l'entrepôt. Des entretiens avec le superviseur et les travailleurs à la salle ont également été menés afin d'obtenir plus d'informations et pour une meilleure compréhension des processus. En outre, des observations sur la capacité de ressources disponibles, des biens, et des équipements ont également été enregistrées.

Le temps inter-arrivée des commandes clients, le temps d'attente à la préparation des commandes, le processus de contrôle et le nombre de chariots et d'opérateurs sont des facteurs qui contribuent à la performance du système de préparation.

Le travail sur le terrain nous permet également de comprendre et de visualiser les opérations actuelles et définir la réorganisation à venir avec la meilleure conception possible. Les données réelles pour chaque opération à la salle de préparation ont été recueillies en temps réel sur une période de 10 jours à l'entrepôt. Des entretiens avec le superviseur et les travailleurs à la salle ont également été menés afin d'obtenir plus d'informations et pour une meilleure compréhension des processus. En outre, des observations sur la capacité de ressources disponibles, des biens, et des équipements ont également été enregistrées.

III.3. Acquisition et traitement des données

La modélisation et la simulation des flux se basent principalement sur l'analyse et le traitement des données. Pour la réalisation de cette étude, nous allons suivre une démarche qui consiste à :

- Identifier les besoins du projet ;
- Organiser les données ;
- Traiter les données.

Tout d'abord nous décomposons le système en six sous-systèmes principaux qui contribuent directement à la préparation de commandes. La figure suivante illustre les six sous-systèmes et les éléments de chacun.

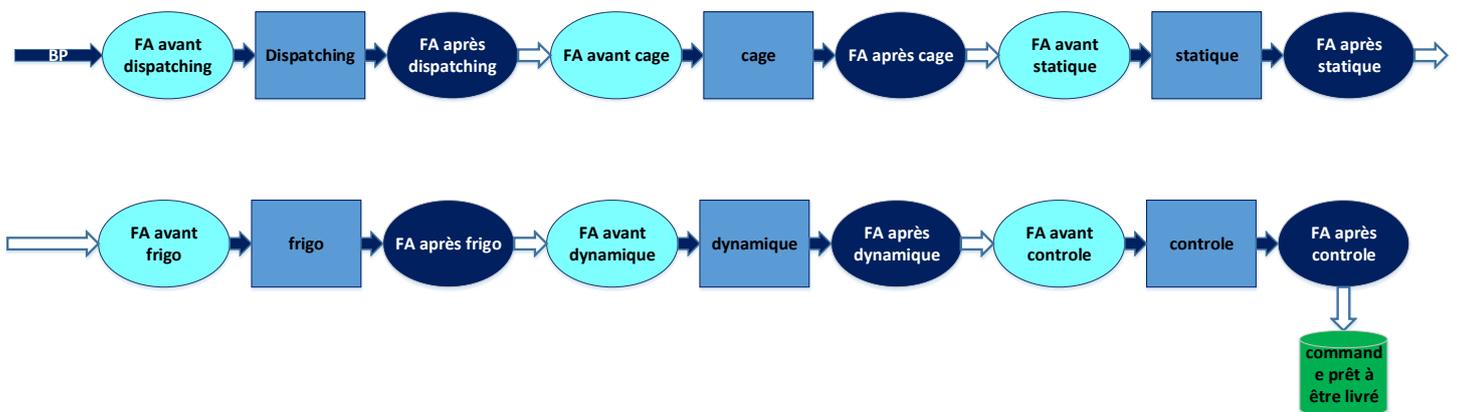


Figure V-3 Les composantes du processus préparations de commande

III.3.1. Identification du besoin

La modélisation nous a permis d'identifier les données nécessaires pour la simulation en utilisant Aréna. Nous résumons ces variables dans la liste suivante :

A. Les durées & loi d'arrivée :

1. La loi d'arrivée des BP.
2. La durée de dispatching.
3. La durée de préparation dans la zone cage.
4. La durée de préparation dans la zone statique.
5. La durée de préparation dans la zone frigo.
6. La durée de préparation dans chaque rayon en fonction du nombre de lignes prélevées
7. La durée de contrôle par BP en fonction de nombre de ligne.

B. Le nombre de lignes :

8. Le nombre de ligne prélevé dans chaque rayon pour chaque BP.
9. Le nombre de ligne par BP.

C. Les probabilités de passage par zone :

10. La probabilité que le BP commence par une des trois premières zones (cage, statique, frigo)
11. La probabilité que le BP commence directement par la zone dynamique.
12. La probabilité que le BP passe par la zone cage.
13. La probabilité que le BP passe par la zone statique.
14. La probabilité que le BP passe par la zone frigo.
15. La probabilité que le BP passe par chacun des rayons 1...8.

III.3.2. Classification des données

D'abord, nous analysons les données, puis nous les regrouperons dans des classes selon leurs sources, pour mieux organiser l'étape de la recherche d'information.

Pour ce faire, nous utilisons une carte heuristique.

Nous définissons les sources des données comme suit :

- Source 1 : des données à mesurer sur terrain.
- Source 2 : des données à extraire du système d'information SAP.

La figure suivante représente la classification de toutes les données.

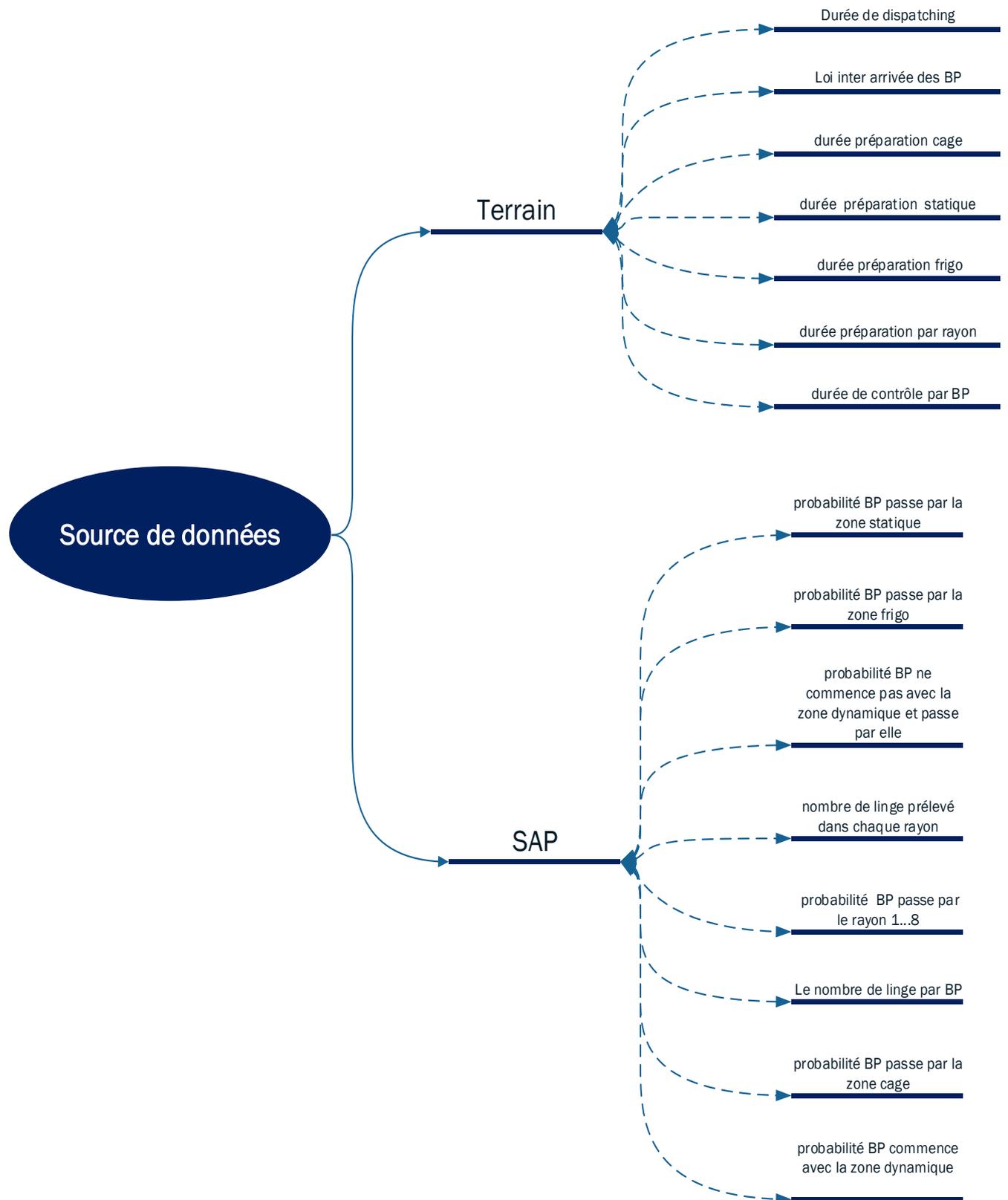


Figure V-4 Les types de données collectées

III.3.3. Traitement des données

Cette étape consiste à extraire les données de leurs sources et les lier les unes aux autres afin de satisfaire le besoin exprimé en termes d'information. Nous commençons avec les données qui ont comme source le système d'information SAP.

i. Données extraites du système d'information

L'extraction des données se fait à l'aide de l'outil SAP High-Performance Analytical Appliance (HANA).

1- Probabilité de passage par rayon

Afin de déterminer la probabilité de passage d'un BP dans un rayon i tel que $i \in 1,8$, nous prenons le nombre d'occurrence des BPs dans chacun des rayons et le nombre total des BP qui sont passés par la zone dynamique, sur une période de 4 mois (données disponibles dans le système depuis sa mise en place). Puis nous calculons la probabilité de passage d'un BP par chaque rayon (approche fréquentiste).

Le tableau suivant montre le calcul de probabilité de passage dans chaque rayon pour chaque mois (mois numérotés de 1 à 4) :

Tableau V-1 les probabilités de passage dans chaque rayon pour chaque mois

Mois	1	2	3	4	Moyenne	Écart type
R1/DY	0,401	0,420	0,400	0,410	0,408	0,006
R2/DY	0,411	0,405	0,410	0,409	0,409	0,002
R3/DY	0,411	0,406	0,408	0,412	0,409	0,002
R4/DY	0,397	0,397	0,389	0,425	0,402	0,009
R5/DY	0,402	0,398	0,409	0,397	0,401	0,003
R6/DY	0,410	0,395	0,405	0,401	0,403	0,004
R7/DY	0,402	0,414	0,398	0,411	0,406	0,005
R8/DY	0,408	0,394	0,409	0,410	0,405	0,004

Nous remarquons dans le tableau précédent que pour chaque rayon la probabilité est autour de 0.4, donc la moyenne des 4 mois de la probabilité d'occurrence d'un BP dans l'un des huit rayons ≈ 0.4 , avec un écart type relativement faible. Pour cela nous calculons la moyenne des probabilités comme suit :

Tableau V-2 La moyenne et l'écart type des probabilités

Moyenne	Écart type
0,405	0,002

La petite valeur de l'écart-type signifie que la moyenne est représentative, et que les valeurs sont peu dispersées autour de la moyenne. Donc, par souci de simplification raisonnable, nous prenons 0.405 comme la valeur de la probabilité de passage d'un BP par le rayon i ($i \in 1 \text{ à } 8$).

a) Interprétation

Dans la phase d'implantation des rayons dynamiques les ingénieurs d'IMPSA ont pris la charge équilibrée de travail comme un facteur clé dans l'affectation des produits aux rayons. Ce qui justifie la probabilité équilibrée que nous avons trouvé.

2- Le nombre de ligne par BP :

Afin de déterminer le nombre d'occurrence des lignes pour chaque BP, nous analyserons à nouveau les données extraites d'une période de 4 mois. Pour cela, nous calculons la moyenne d'occurrence de lignes, et nous finirons par la détermination de la probabilité d'avoir un certain nombre de ligne dans un BP.

Nous prenons l'exemple suivant :

La détermination de la probabilité qu'un BP est constitué d'une seule ligne

Tableau V-3 La probabilité d'occurrence d'un BP constitué d'une seule ligne pour chaque mois

Mois	Nombre total	Nombre d'occurrence	Probabilité
1	10406	3466	0,3331
2	10287	3426	0,3330
3	10300	3439	0,3339
4	10290	3421	0,3325

Nous calculons la moyenne et l'écart type des probabilités pour les 4 mois

Tableau V-4 La moyenne et l'écart type des probabilités de quatre mois

Moyenne	Écart type
0,3331	0,0004

Nous remarquons que l'écart type est très faible, ce qui signifie que la moyenne est représentative. Donc la probabilité qu'un BP est composé d'une seule ligne est 0.33.

Nous ferons les mêmes calculs pour trouver les probabilités des autres cas (qu'un BP est composé de 2 lignes, 3 lignes ...), et nous les regrouperons dans un tableau final.

3- Le nombre de lignes prélevées pour chaque rayon

Nous allons déterminer la probabilité que n lignes soient prélevées dans un seul rayon r pour un BP.

- n : 1...8, représente le nombre de lignes prélevées.
- r : 1...8, le rayon où le prélèvement est effectué.

Nous prenons l'exemple suivant : $P(n=x/r=1)$

Le Calcul de la probabilité : que n lignes soit prélevées pour un BP, sachant que le BP est dans un seul rayon. Pour ce faire, nous analyserons les données des 4 mois comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau V-5 Le nombre d'occurrence de lignes d'un BP dans seul rayon

Nombre lignes	Janvier	Février	Mars	Avril
1	2430	2431	2399	2269
2	960	964	939	871
3	417	421	398	420
4	220	222	199	197
5	106	107	105	94
6	39	44	37	45
7	31	32	31	23
8	9	10	14	14

Nous remarquons que l'occurrence des nombres de lignes 4, 5, 6, 7 et 8 est très faible par rapport aux autres, donc nous les regroupons dans une seule catégorie. Puis nous calculons les probabilités en divisant l'occurrence de chaque nombre sur le nombre total, et nous calculons la moyenne et l'écart-type comme suit :

Tableau V-6 Les probabilités d'occurrence de lignes d'un BP dans un seul rayon pour chaque mois

nombre lignes	Janvier	Février	Mars	Avril	Moyenne	Écart type
1	0,575	0,573	0,565	0,588	0,575	0,005
2	0,233	0,227	0,226	0,209	0,224	0,006
3	0,106	0,099	0,104	0,105	0,104	0,002
4≤	0,083	0,098	0,101	0,094	0,094	0,004

Il est clair que l'écart type dans toutes les catégories est petit. Donc ceci nous permet de dire que :

- La probabilité qu'un BP est constitué d'une seule ligne dans un seul rayon est 0.575
- La probabilité qu'un BP est constitué de 2 lignes dans un seul rayon est 0.224.
- La probabilité qu'un BP est constitué de 3 lignes dans un seul rayon est 0.104.
- La probabilité qu'un BP est constitué de 4 lignes ou + dans un seul rayon est 0.094.

4- Les probabilités de passage dans les différentes zones :

Dans cette partie nous calculons les probabilités de passages dans les différentes zones suivant :

- La probabilité qu'un BP commence avec la zone dynamique.
- La probabilité qu'un BP ne commence pas directement par la zone dynamique.
- La probabilité qu'un BP passe par la zone cage.
- La probabilité qu'un BP passe par la zone frigo.
- La probabilité qu'un BP passe par la zone statique.

Pour trouver ces probabilités nous extrairons des données de l'outil HANA SAP. Puis nous les étudions afin d'aboutir au résultat final.

Les résultats obtenus seront utilisés dans la modélisation des flux avec ARENA voir figure.V.10

ii. Données de terrain :

Après l'analyse des données de terrain, nous poursuivons avec leur traitement.

Cette étape consiste à déterminer les valeurs des variables de terrain et les lier aux données extraites du système SAP.

Nous adapterons une démarche commune afin de traiter les données, comme suit :

- Définition : cette étape consiste à définir exactement l'intervalle de mesure de la donnée.
- Collecte d'information : cette étape consiste à réaliser l'extraction ou la collecte des données.
- Analyse des résultats : nous analyserons les informations afin de prendre des décisions à propos des paramètres étudiés.

1- Loi inter-arrivée des BP :**a) Définition :**

La durée d'inter-arrivée c'est la durée entre l'arrivée de deux BP, ces durées suivent une loi avec des paramètres, que nous déterminerons par la suite.

b) Collecte des données :

Afin de déterminer la loi inter-arrivée des BP nous prendrons des mesures des durées entre l'arrivée de deux BP avec un chronomètre, puis nous les analyserons avec l'outil INPUT ANALYZER d'ARENA pour trouver la loi de distribution.

Nous avons mesuré cette variable pendant 2 jours de travail et avons obtenu 350 valeurs. Les mesures sont traitées avec l'Excel (Voir Annexe 4).

c) Analyse des résultats :

Les données sont importées sur INPUT ANALYZER, un logiciel d'analyse de données, complément d'ARENA. Il est utilisé pour trouver la fonction de distribution spécifique d'un ensemble de données.

La détermination de la loi s'effectue comme suit :

- Etape 1 : télécharger des données sous un fichier de format .txt qui contient les données mesurées et traitées.
- Etape 2 : représenter les données avec un histogramme, puis trouver la meilleure distribution qui correspond le plus avec les données représentées. Le choix de la loi se fait automatiquement avec Input Analyzer. Le logiciel utilise des tests non paramétriques comme le test de khi2 et de Kolmogorov-Smirnov afin d'étudier l'acceptation ou le refus des hypothèses relatives aux lois de distribution (H_0 et H_1). Il procède aussi au calcul de l'erreur quadratique afin de comparer les lois.

La figure ci-dessous représente la distribution probabiliste déterminée avec INPUT ANALYZER.

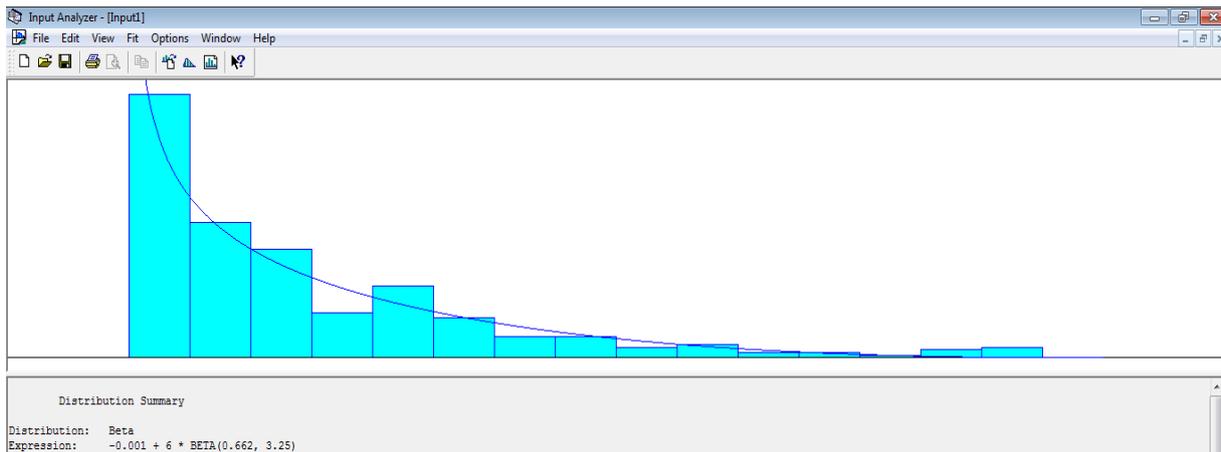


Figure V-5 La distribution probabiliste déterminée avec Input Analyzer

Nous avons une distribution Beta avec l'expression suivante : $-0.001 + 6 * \text{BETA}(0.662, 3.25)$

d) Interprétation :

Nous avons vu en cours de Fiabilité et Statistiques (Aib, 2013), que les temps de service étaient souvent distribués selon une loi exponentielle qui est un cas particulier de la loi Gamma. Ayant affaire à une superposition de plusieurs processus de service distribués exponentiellement, la distribution correspondante est une loi Beta.

2- La durée de préparation dans la zone cage :

a) Définition :

C'est la durée de préparation d'un BP dans la zone cage, cette tâche est assurée par deux agents préparateurs.

Pour calculer cette durée nous considérons la file d'attente avant cage et la file d'attente de la prochaine zone comme des bornes de mesure.

b) Collecte des données :

La collecte des données se fait sur terrain avec un chronomètre et un laptop pour la prise de note. Nous prenons une grande taille d'échantillons afin d'accroître la précision et d'obtenir des résultats significatifs. Après la mesure de 100 échantillons, nous analyserons les données avec des tableaux Excel (Voir Annexe 5), afin de déterminer la loi de distribution correspondante.

c) Analyse des résultats :

Les données sont importées sur INPUT ANALYZER pour déterminer la loi de distribution correspondant le mieux aux données collectées.

La figure suivante représente le résultat obtenu :

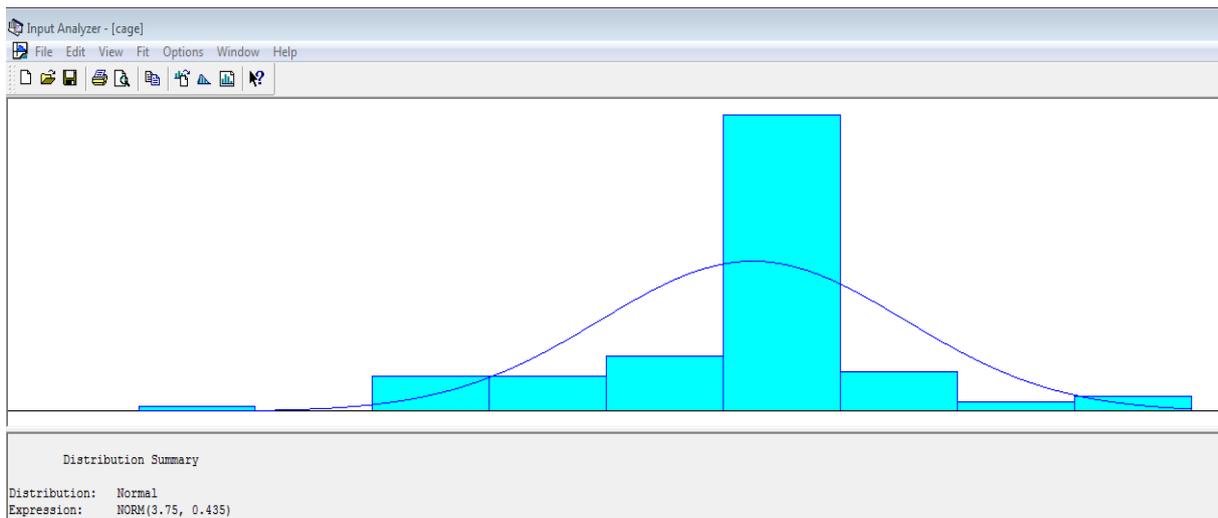


Figure V-6 La distribution probabiliste de la durée de préparations déterminée avec Input Analyzer.

La loi de distribution est la suivante : NORM (3.75, 0.435)

d) Interprétation :

La préparation de commande dans la zone cage est une activité qui contient 3 étapes, l'agent préparateur commence avec le prélèvement des commandes, puis le contrôle exhaustif à cause de la criticité des produits, et l'emballage des commandes représente la dernière étape de préparation. Toute commande doit passer par ces étapes donc la durée de préparation d'une commande dépendra principalement de la taille de la commande qui est traduit par le nombre de lignes prélevées.

Une donnée extraite du HANA SAP affirme que plus de 95% des commandes prélevées dans la zone cage ne contient qu'une ou deux lignes.

Le contrôle exhaustif allonge la durée de préparation qui est représentée par la moyenne 3.7 min qui est grande par rapport au faible nombre de lignes dans chaque commande.

Nous constatons que la loi de distribution avec les paramètres déterminés représente très bien le phénomène réel

3- La durée de préparation dans la zone statique :

a) Définition :

C'est la durée de préparation d'un seul BP dans la zone statique. Cette tâche est assurée par l'agent de préparation de la zone statique. Pour calculer cette durée, nous considérons la sortie

du BP de la file d'attente avant statique et l'entrée dans l'une des files d'attentes avant frigo, avant dynamique ou avant contrôle comme des bornes de mesure.

b) Collecte des données :

Une collecte de données a été effectuée sur terrain. Les résultats de 75 échantillons sont traités avec un fichier Excel, puis exporté sur INPUT ANALYZER. (Voir Annexe 6).

c) Analyse des résultats :

Le traitement des données se fait avec l'outil INPUT ANALYZER.

La figure ci-dessous représente la distribution issue de l'échantillon et la courbe de la loi correspondante :

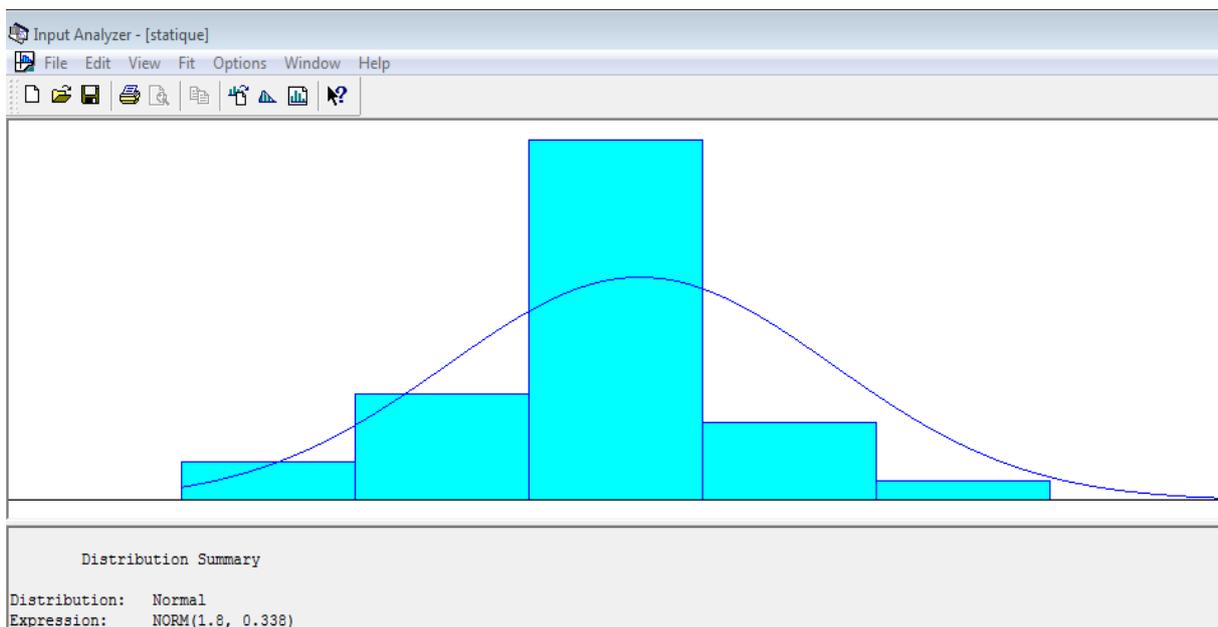


Figure V-7 La distribution probabiliste de la durée de préparations déterminée avec Input Analyzer

La loi de distribution est la suivante : NORM (1.8, 0.338)

d) Interprétation :

La durée de préparation dans la zone statique dépend principalement du nombre de lignes prélevées. Ce nombre est petit car la zone statique ne contient que les produits à très faibles rotation. Ce qui explique la distribution normale des durées autour d'une petite moyenne de 1.8 min.

4- La durée de préparation dans la zone frigo :

a) Définition :

C'est la durée de préparation d'un seul BP dans la zone frigo, cette tâche est assurée par l'agent de préparation de la zone frigo.

Pour calculer cette durée nous considérons la sortie du BP de la file d'attente avant frigo et l'entrée dans l'une des files d'attentes avant dynamique ou avant contrôle comme des bornes de mesure.

b) Collecte des données :

Nous prenons 75 échantillons et nous les traitons avec un fichier Excel. Puis nous les exportons sous un fichier texte vers INPUT ANALYZER (Voir Annexe 7).

c) Analyse des résultats :

Nous utiliserons INPUT ANALYZER pour déterminer la loi de distribution correspondant à la variable durée de préparation frigo. La figure suivante représente les résultats.

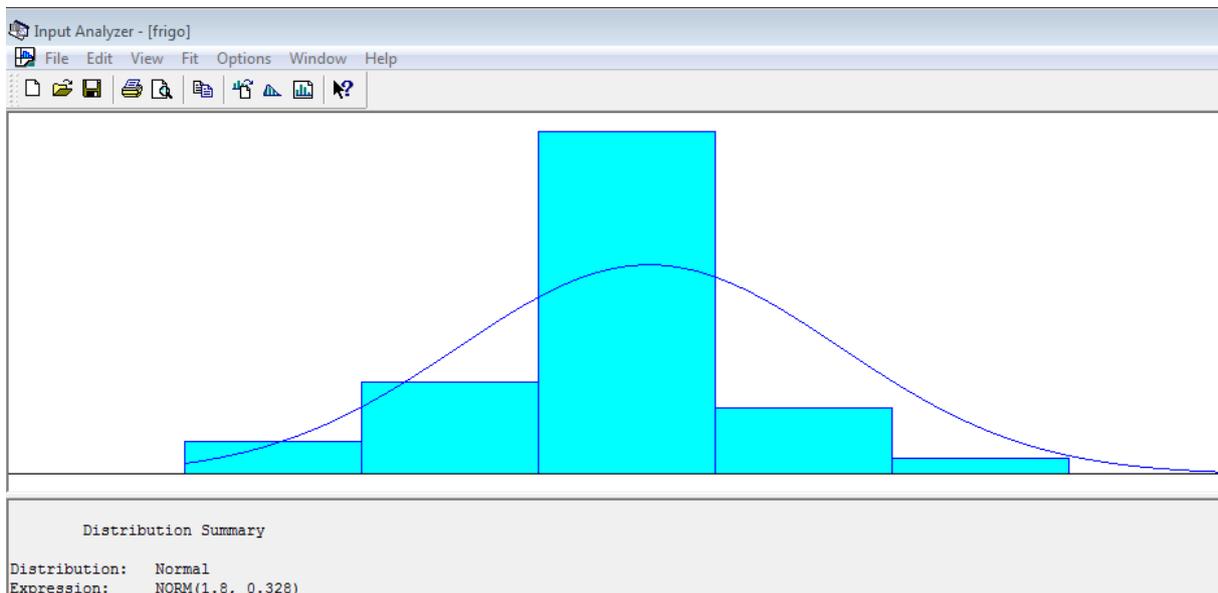


Figure V-8 La distribution probabiliste de la durée de préparations déterminée avec Input Analyzer

La loi de distribution est la suivante :

NORM (1.8, 0.328)

d) Interprétation :

La zone frigo est la zone la moins visitée par les BP ; seulement 8% des commandes passent par cette zone. Par ailleurs, lors de la mesure des durées sur terrain, nous avons remarqué que la plupart des commandes qui passent par la zone frigo sont composées d'une ou deux lignes à prélever dans cette dernière. La petite valeur de la moyenne est due au nombre réduit des lignes préparés dans cette zone.

5- Durée de dispatching**a) Définition :**

C'est la durée de transfert d'un seul BP de la salle d'impression vers la première zone de préparation. Cette tâche est assurée par l'agent de dispatching. Pour calculer cette durée, nous considérons la sortie du BP de la file d'attente après impression et l'entrée dans la file d'attente avant préparation comme des bornes de mesure.

b) Collecte des données :

Afin de déterminer la durée de dispatching pour chaque BP, nous enregistrons des mesures avec le chronomètre et nous déterminons la distribution de cette variable. (Voir Annexe 8).

c) Analyse des résultats

L'utilisation d'INPUT ANALYZER nous permet de déterminer la loi de distribution correspondante à la variable durée de dispatching. La figure suivante représente les résultats.

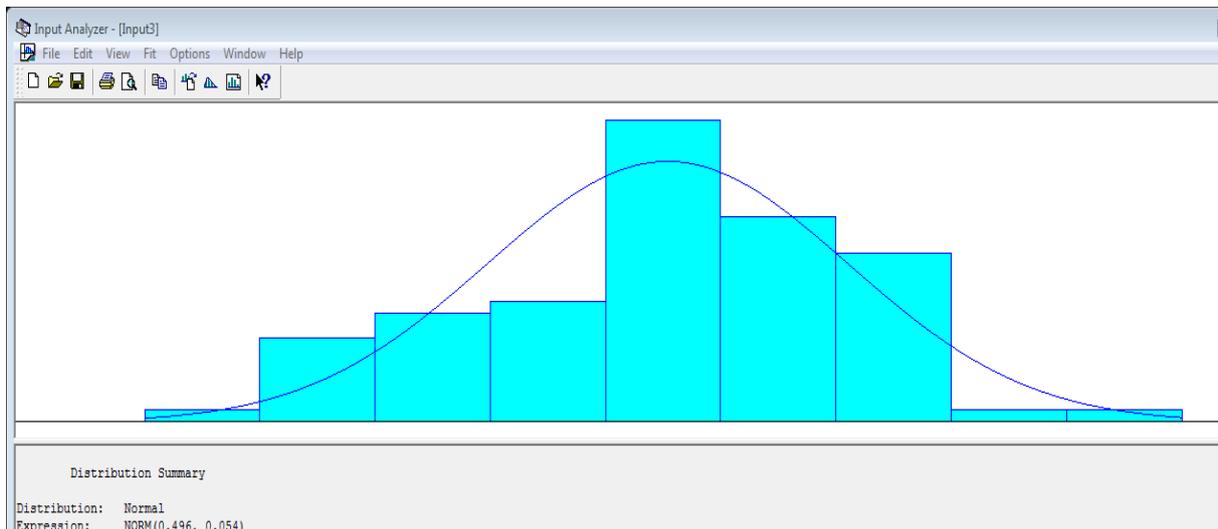


Figure V-9 La distribution probabiliste de la durée de dispatching déterminée avec Input Analyzer

La loi de distribution c'est une loi normale avec les paramètres suivants : NORM (0.496, 0.054)

d) Interprétation :

Une distribution normale autour d'une moyenne de 0.496 et un écart-type de 0.054, est représentative par rapport à l'activité de dispatching qui se fait régulièrement pour chaque BP avec la même vitesse de déplacement de l'agent responsable, sur la même distance approximativement. Donc la variable durée de dispatching est représentée par une loi normale avec une moyenne de 0.496 et l'écart type 0.054.

6- La durée préparation d'BP par rayon :**a) Définition :**

La durée de préparation d'un BP par rayon c'est la durée que prend un seul BP dans un rayon pour être préparé. Cette tâche est assurée par les opérateurs-préparateurs. Pour calculer cette durée nous considérons la file d'attente du rayon (r) et la file d'attente du rayon prochain (r+1), (r+2) ... (r+7) ou la file d'attente avant contrôle comme des bornes de mesure.

b) Collecte des données :

Afin de déterminer la durée de préparation d'un BP pour chaque rayon, nous nous basons sur les données extraites du système d'information et des constats sur terrain pour poser les hypothèses suivantes :

- La durée de préparation dépend du nombre de lignes prélevées par rayon.
- Nous distinguons 4 catégories des BP selon le nombre de ligne (une seule ligne, 2 lignes, 3 lignes et ≥ 4 lignes).
- Les durées dans la même catégorie ne dépendent que de la vitesse de préparation et de déplacement de l'agent. Pour cela nous prévoyons que les durées dans la même catégorie seront bien représentées par une moyenne.

Nous représentons les données collectées dans un tableau (Voir Annexe 9).

c) Analyse des résultats :

Pour prendre une décision pour la valeur de chaque catégorie, nous calculons la moyenne et l'écart-type. Puis nous calculons l'intervalle de confiance à 95% afin de définir la marge d'erreur des résultats.

Nous commençons avec la première catégorie : une seule ligne est prélevée dans le rayon.

Les résultats des calculs de la moyenne et l'écart-type sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau V-7 La moyenne et l'écart type de la première catégorie

	(hh:mm:ss)	(décimale)/min
Moyenne	00:01:42	1,701
Écart type	00:00:04	0,071

La moyenne : 01 min et 42 second ou 1.7 min.

L'écart type : 04 Secondes, nous remarquons que l'écart-type n'est pas important donc la dispersion des durées n'est pas importante.

Nous calculons aussi l'intervalle de confiance avec les paramètres qui suit :

- m : La moyenne
- S : seuil de confiance (on prend $S=95\%$)
- t : Coefficient de marge déduit du Taux de confiance ($S=95\% \Rightarrow t = 1.96$)
- n : Taille d'échantillon
- σ : L'écart-type

$$I = \left[m - t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} ; m + t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right]$$

Nous remplaçons avec nos paramètres et nous trouverons

$$I = [1.68 ; 1.72]$$

Donc dans 95% des cas la valeur de la durée de préparation est dans l'intervalle [1.68 ; 1.72].

Nous remarquons que la longueur d'intervalle : 0.04 min ou 2.4 secondes. Nous jugeons que cette longueur est courte.

la valeur moyenne est une très bonne représentation du paramètre durée de préparation pour la catégorie 1. Donc nous considérons la durée de dispatching : 1.7 min.

L'analyse de l'écart-type et l'intervalle de confiance nous a permis de prendre une décision sur la valeur du variable durée préparation pour le rayon pour un BP de la catégorie 1.

Nous allons faire la même étude pour les BP des catégories 2,3 et 4.

Catégorie 2 :

Tableau V-8 La moyenne et l'écart type de la deuxième catégorie

	(hh:mm:ss)	(décimale)/min
Moyenne	00:02:30	2.5
Écart type	00:00:06	0,1

$$I = [2.47 ; 2.53]$$

Après l'analyse de l'écart type et l'intervalle de confiance, Nous prenons 2.5 comme valeur du paramètre durée de préparation rayon pour la catégorie 2.

Catégorie 3 :

Tableau V-9 La moyenne et l'écart type de la troisième catégorie

	(hh:mm:ss)	(décimale)/min
Moyenne	00:03:30	3.5
Écart type	00:00:03	0,06

$$I = [3.46 ; 3.54]$$

La valeur du paramètre durée de préparation rayon pour la catégorie 3 est 3.5. Cette valeur est fixée après l'analyse de la moyenne par rapport à l'écart type et l'intervalle de confiance.

Catégorie 4 :*Tableau V-10 La moyenne et l'écart type de la quatrième catégorie*

	(hh:mm:ss)	(décimale)/min
Moyenne	00:05:00	5
Écart type	00:00:11	0,19

$$I = [4.94 ; 5.06]$$

Nous prenons la valeur du paramètre durée de préparation rayon pour la catégorie 4 égale à 5 min, suite à l'étude de l'écart type et l'intervalle de confiance.

7- La durée de contrôle**a) Définition**

La durée de contrôle d'un BP c'est la durée que prend un seul BP dans la zone contrôle. Cette tâche est assurée par un contrôleur. Pour calculer cette durée, nous considérons la sortie du BP de la file d'attente avant contrôle et la fin de l'emballage final de la commande comme bornes de mesure.

b) Collecte des données

Une analyse profonde des données extraites à partir du système d'information, et un diagnostic sur terrain, nous permettent de poser les hypothèses suivantes :

- La durée de contrôle dépend du nombre de lignes contrôlées.
- Après classification, nous distinguons 5 catégories de BP selon le nombre de ligne (une seule ligne ; 2 et 3 lignes ; 4, 5 et 6 lignes ; 7, 8, 9, 10 et 11 lignes ; ≥ 12 lignes).
- Les durées dans la même catégorie dépendent principalement de la vitesse du contrôleur dans le contrôle et l'emballage des produits. Pour cela nous prévoyons que les durées dans la même catégorie seront bien représentées par une moyenne.

Nous représentons les données collectées dans un tableau Excel (Voir Annexe 10).

Remarque :

Afin de déterminer les catégories des BP, nous avons classé les durées de préparation selon le nombre de ligne dans un tableau et nous avons remarqué que certains BP ont presque les mêmes durées. Donc nous les avons regroupés dans la même catégorie. Le tableau suivant représente un exemple de regroupement des catégories.

Tableau V-11 Exemple de détermination des catégories de BP lors du contrôle

Nombre de ligne	Durée	
1	1,4	CAT1
1	1,5	
2	3,5	CAT2
2	3,4	
2	3,3	
2	3,5	
2	3,6	
2	3,5	
2	3,5	
2	3,4	
2	3,8	
3	3,6	
3	3,5	
3	3,4	
3	3,5	
3	3,6	

c) Analyse des résultats

Après détermination des durées pour chaque catégorie, nous calculons la moyenne et l'écart-type afin d'évaluer la signification de la valeur moyenne. Puis nous calculons l'intervalle de confiance à 95% afin de définir la marge d'erreur des résultats.

Catégorie 1 : les BP avec une seule ligne.

Les résultats des calculs de la moyenne et l'écart-type sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau V-12 *La moyenne et l'écart type de la première catégorie*

	(hh:mm:ss)	(décimale)/min
Moyenne	00:01:30	1.5
Écart type	00:00:04	0.07

La valeur de l'écart type est petite par rapport à la moyenne. Ce qui nous permet de dire que les valeurs sont dispersées autour de la moyenne avec des petites distances.

Nous développons un intervalle de confiance avec un seuil de confiance 95%. Après les calculs nous trouvons :

$$I = [1.48 ; 1.52]$$

Donc la valeur de la durée de contrôle pour la première catégorie se trouve, dans 95% des cas, autour de la moyenne 1.5 ± 0.02 .

Après l'analyse de l'écart type et l'intervalle de confiance, nous prenons 1.5 comme une valeur du paramètre durée de contrôle pour la catégorie 1.

Nous allons faire la même étude pour les catégories restantes.

Catégorie 2 : les BP avec 2 ou 3 lignes.

Tableau V-13 La moyenne et l'écart type de la deuxième catégorie

	(hh:mm:ss)	(décimale)/min
Moyenne	00:03:30	3.5
Écart type	00:00:07	0.12

$$I = [3.47 ; 3.53]$$

Après l'analyse de la moyenne, nous prenons cette dernière comme valeur du paramètre durée de contrôle pour la catégorie 2.

Catégorie 3 : les BP avec 4 ,5 et 6 lignes.

Tableau V-14 La moyenne et l'écart type de la troisième catégorie

	(hh:mm:ss)	(décimale)/min
Moyenne	00:04:30	4.5
Écart type	00:00:09	0.15

$$I = [4.45 ; 4.55]$$

Donc nous prenons la durée de contrôle égale à 4.5.

Catégorie 4 : les BP avec 7, 8, 9, 10 et 11 lignes.

Tableau V-15 La moyenne et l'écart type de la quatrième catégorie

	(hh:mm:ss)	(décimale)/min
Moyenne	00:06:30	6.5
Écart type	00:00:11	0.19

$$I = [6.44 ; 6.56]$$

La durée de contrôle pour la catégorie 5 est 6.5 min.

Catégorie 5 : les BP avec ≥ 12 lignes.

Tableau V-16 La moyenne et l'écart type de la cinquième catégorie

	(hh:mm:ss)	(décimale)/min
Moyenne	00:08:00	8
Écart type	00:00:12	0.21

$$I = [7.93 ; 8.07]$$

Après l'analyse, nous prenons la valeur moyenne de 8 minutes comme la durée de contrôle pour la catégorie 4.

IV. Réaliser

Nous représentons les flux physiques par un model adapté à l'utilisation d'ARENA

Nous résumerons les probabilités de passage des BP dans les différentes zones avec le schéma suivant :

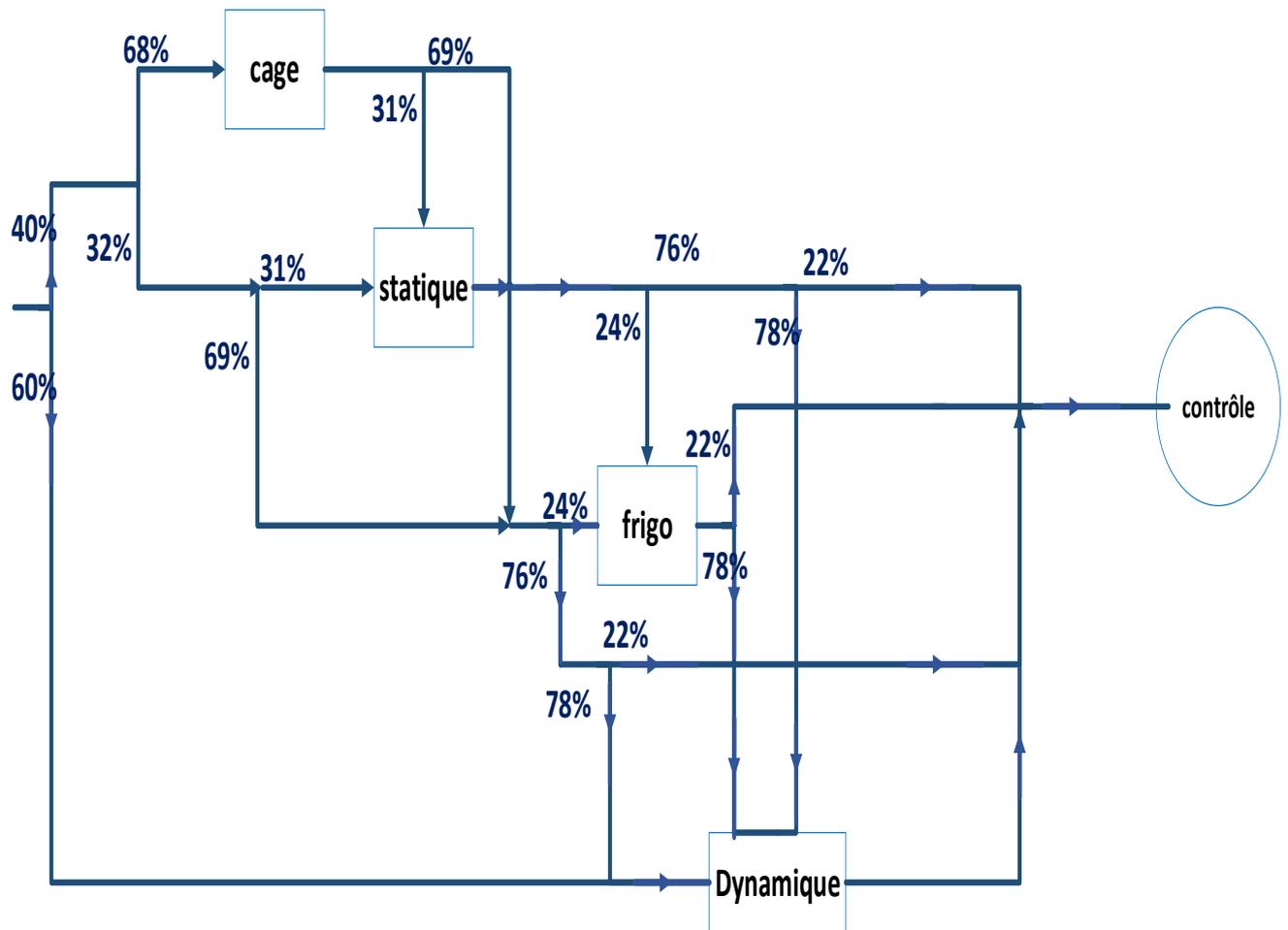


Figure V-10 Les probabilités de passage des entités entre les différentes zones

IV.1.1. Explication des probabilités de passage

- Avec l'arrivée des BPs 60% d'eux vont directement vers la zone dynamique
- Pour les autres 40 %, ils se diviseront : 68% passent directement par la zone cage, par ailleurs les autres passeront sur un autre test, 31% d'eux vont directement vers la zone statique et les 69% restants passeront par un deuxième test, où 24% se dirigent directement vers la zone frigo, et 76% restants passeront par un test final, où 22% passerons directement au contrôle, et les autres 78% vont vers la zone dynamique.
- Les BPs préparés dans la zone cage ont 2 destinations par la suite, une vers la zone statique avec une probabilité de 31%, les autres 69% vont passer par un autre test, 24% d'eux se préparent dans la zone frigo, tandis que les 76% restant doivent passer par un dernier test, la zone dynamique reçoit 78% d'eux et le reste passe directement par le contrôle.

- Les BPs préparés dans la zone statique se dirigent directement vers la zone frigo avec une probabilité de 24%. Les autres 76% quitteront la zone statique vers la zone dynamique avec une probabilité de 78%, et 22% vers le contrôle.
- Les BPs préparés dans la zone frigo vont directement vers le contrôle avec une probabilité de 22%, tandis que les 78% restants se prépareront par la suite dans la zone dynamique.
- Tous les BP préparés dans la zone dynamique se dirigent après vers la zone contrôle.

i. Remarque

Lors de la simulation il existe des entités qui ne passent par aucune des zones de préparation. Ces entités représentent un pourcentage de 0.005% du nombre total

Nous considérons ce type d'entités comme une erreur de simulation d'ordre négligeable. (Tolérable)

IV.2. Programmation

Dans notre étude, plusieurs modèles de simulation ARENA pour le système de préparation de commande sont discutés. Un modèle de simulation du système existant a été développé et implémenté sur ARENA afin de mieux comprendre l'état actuel des opérations. Le but de l'étude est de trouver une stratégie qui permettra d'optimiser le temps de passage de tout bon de prélèvement dans la salle préparation.

La présente section vise à présenter l'implémentation du modèle conceptuel grâce au logiciel de simulation général ARENA.

Dans ce qui suit, nous décrivons les différentes parties du modèle ARENA pour la salle préparation étudiée. Ce modèle se compose de deux parties : une partie qui décrit les différents processus identifiés et une deuxième qui permet d'animer les différentes composantes du système.

IV.2.1. Partie 1

Nous commençons d'abord avec la détermination de l'élément de base de la simulation, qui est l'entité passé dans le système. Nous considérons le bon de prélèvement (BP) comme l'entité de base.

i. Identification des processus

Nous avons recensé neuf processus :

- Un processus d'entrée ;
- Un premier processus de distribution : le dispatching des bons de prélèvement.
- Des processus d'affectation : pour transférer les entités entre les processus
- Un premier processus de préparation : la zone cage.
- Un deuxième processus de préparation : la zone statique.
- Un troisième processus de transformation : la zone frigo.
- Un quatrième processus de transformation : la zone dynamique.
- Un processus de contrôle.
- Un processus de sortie.

ii. Identification des blocks

Tableau V-17 Les blocks utilisés dans la programmation

Eléments	Blocks	Explication
Stations	CAGE STATITQUE FRIGO R1...R8 CONTROLE	La zone CAGE. La zone STATIQUE. La zone FRIGO. Les huit rayons de la zone DYNAMIQUE. Zone de contrôle
Ressources	DESPATCHEUR R_CAGE R_STATIQUE R_FRIGO R_R1... R_R8 CONTR1... CONTR6	L'agent de dispatching. Opérateur CAGE. Opérateur STATIQUE. Operateur FRIGO. Les huit operateurs des huit rayons de la zone DYNAMIQUE. Les six contrôleurs.
Queues	FA_ARRIVEE	L'entrée du système.

	<p>FA_CAGE</p> <p>FA_STATIQUE</p> <p>FA_FRIGO</p> <p>FA_R1... FA_R8</p> <p>FA_CNTROLE</p>	<p>File d'attente de la zone cage.</p> <p>File d'attente de la zone statique.</p> <p>File d'attente de la zone frigo.</p> <p>Huit files d'attente de huit rayons de la zone dynamique.</p> <p>File d'attente de la station contrôle.</p>
Stes	<p>RAYONS</p> <p>R_RAYONS</p> <p>FA_RAYONS</p>	<p>Ensemble des stations des huit rayons de la zone dynamique.</p> <p>Ensemble des opérateurs pour chaque rayon de la zone dynamique.</p> <p>Ensemble des files d'attente des opérateurs de la zone dynamique</p>
Attributes	<p>TYPE</p> <p>DATE_ARRIV</p> <p>DATE_ARRIV_CNTROLE</p> <p>DATE_ARRIV_DYNAMIC</p> <p>ETAT</p> <p>POSITION</p>	<p>Représente la probabilité d'affectation des entités entre les différentes stations.</p> <p>Représente la date d'arrivée d'une commande client.</p> <p>Représente la date d'arrivée d'une entité au contrôle.</p> <p>Représente la date d'arrivée d'une entité a la zone dynamique.</p> <p>Pour distinguer les entités qui arrivent directement à la zone dynamique du bureau de validation ou bien celles qui ont déjà passé par les autres zones.</p> <p>Représente la position de l'entité dans la zone dynamique.</p>

	RAYON	Représente le rayon dans lequel l'entité est en train de se préparer avant son affectation a une zone.
--	-------	--

IV.2.2. Partie 2

Nous avons conçu un programme sous Rockwell ARENA 7.01. Cette étape du processus de simulation est la plus délicate de toutes, car en plus de la création d'un modèle informatique fidèle au système étudié, elle nécessite la reproduction exacte de son comportement ainsi que de ses composantes.

Le programme (modèle) élaboré avec ARENA est sauvegardé dans un fichier ayant pour extension .doe.

Le transfert des entités dans notre modèle de simulation est effectué entre sous-modèles en utilisant des blocs particuliers (*Station*, *transfert* et *Route*). Les entités entrent ainsi dans le sous-modèle par un bloc *Station* puis le quittent par un bloc *Route* qui assure le transfert des entités vers la destination déterminée. Les sous-modèles sont représentés par des zones.

La figure ci-dessous représente les différents éléments déclarés dans le programme ARENA

Sets	Stations	Queues	Resources	Attributes	Tallies
R_RAYONS FA_RAYONS RAYONS	CONTROLE CAGE STATIC FRIGO DYNAMIC R1 R2 R3 R4 R6 R7 R8 R5	FA_R1 FA_R2 FA_R3 FA_R4 FA_R5 FA_R6 FA_R7 FA_R8 FA_ARRIVEE FA_CONTROLE FA_CAGE FA_STATIC FA_FRIGO	DESPATCHEUR CONTR3 CONTR4 CONTR5 CONTR6 CONTR7 CONTR8 CONTR1 CONTR2 R_CAGE R_STATIC R_R1 R_R2 R_R3 R_R4 R_R5 R_R6 R_R7 R_R8 R_FRIGO	ETAT DATE_ARRIV_CONTROLE ARRIV_DYNAMIC POSITION CATEGO CATEGO_BL PRIO TYPE DATE_ARRIVEE RAYON	DUREE_DE_SEJOUR_FRIGO DUREE_DE_SEJOUR_CAGE DUREE_DE_SEJOUR_STATIC DUREE_DE_SEJOUR_DYNAMI_1 DUREE_DE_SEJOUR_CONTROLE DUREE_DE_SEJOUR_TOTAL

Figure V-11 l'ensemble des éléments déclarés dans le programme

i. Modélisation de l'entrée du système

L'entrée de la cellule est conçue tel que montré dans la figure suivante :

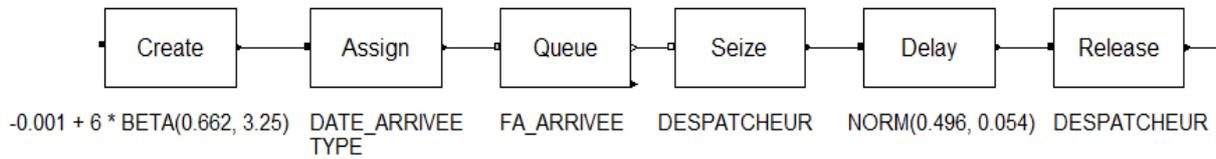


Figure V-12 Modélisation de l'entrée du système par RockWell ARENA 14.5

Nous avons utilisé le block *Create* afin de créer les différents types d'entités (bons de prélèvement) suivant une loi BETA.

Grâce au module *Assign*, nous avons affecté différents attributs aux entités créées :

Le premier attribut DAT_ARRIVEE est la date d'arrivée de l'entité créée.

Le second attribut TYPE représente la probabilité que l'entité passe par une zone et ne passe pas par un autre.

Une fois l'entité créée, elle est stockée dans une file d'attente d'entrée nommée FA_ARRIVEE à l'aide de la fonctionnalité *Queue* ; où elle reste jusqu'à ce que la ressource DESPATCHEUR se libère. Dès que la ressource DESPATCHEUR est libérée, elle est réquisitionnée pour transporter le bon de prélèvement tel que la durée de dispatching suit une loi normale NORM(0.496, 0.054).

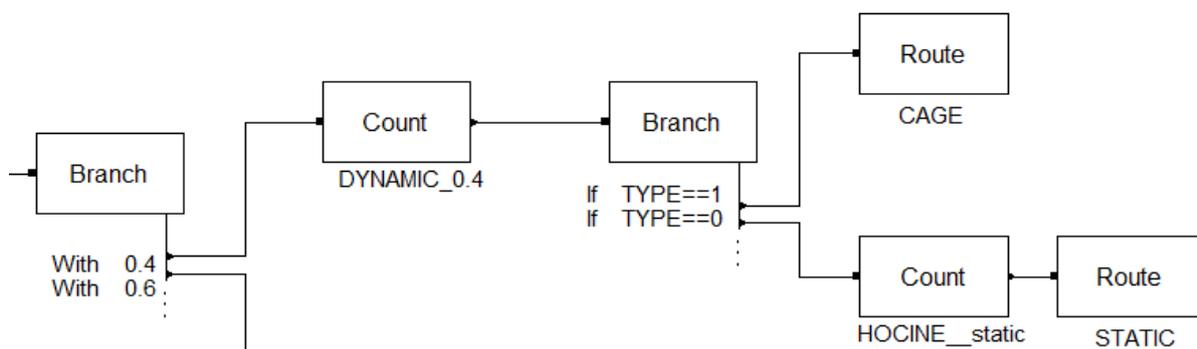


Figure V-13 Modélisation de l'affectation des entités par RockWell ARENA 14.5

Une fois l'entité est libérée (dispatchée), 40% des bons de prélèvement passe à une des trois premières zones (cage, statique, frigo) et 60% passe directement à la zone dynamique.

L'entité est alors directement mise en mouvement vers la première station à l'aide de la fonctionnalité *Route* suivant une probabilité initialisée au block *Assign* en utilisant l'attribut *TYPE*.

ii. Modélisation des stations

Le modèle ARENA de notre travail est composée de quatre stations. Chacune représente une zone à la salle préparation et chacune contient une file d'attente d'entrée, une ressource (un opérateur) et une sortie, tel que montré dans la figure V.15.

Une station est modélisée en trois étapes :

- L'entrée de la station.
- La ressource ainsi que la file d'attente d'entrée.
- La sortie de la station.

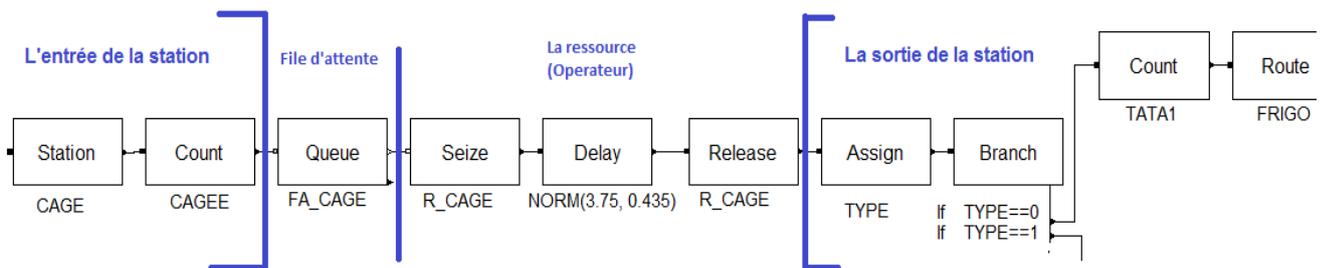


Figure V-14 Modélisation de la station cage par RockWell ARENA 14.5

Les conditions d'entrée dans une station, définies par les probabilités d'affectation, ont été initialisées au niveau des blocs *Assign*.

Une fois l'entité admise dans la file d'attente, elle y reste jusqu'à ce que la ressource soit libérée (La règle de priorité appliquée au niveau de la file d'attente est la règle FIFO). Le temps de préparation de chaque ressource est défini par une loi indiquée dans les blocs *Delay* du modèle.

Dès que le tour du bon de prélèvement arrive, il est préparé (*Queue, Seize, Delay, Release*). Quand la préparation du bon est fini, il passe par le bloc *Assign* pour préciser sa destination (une autre station) qui va être vérifiée par la suite au niveau du bloc de branchement *Branch*.

La figure suivante illustre le passage entre les différentes stations du modèle.

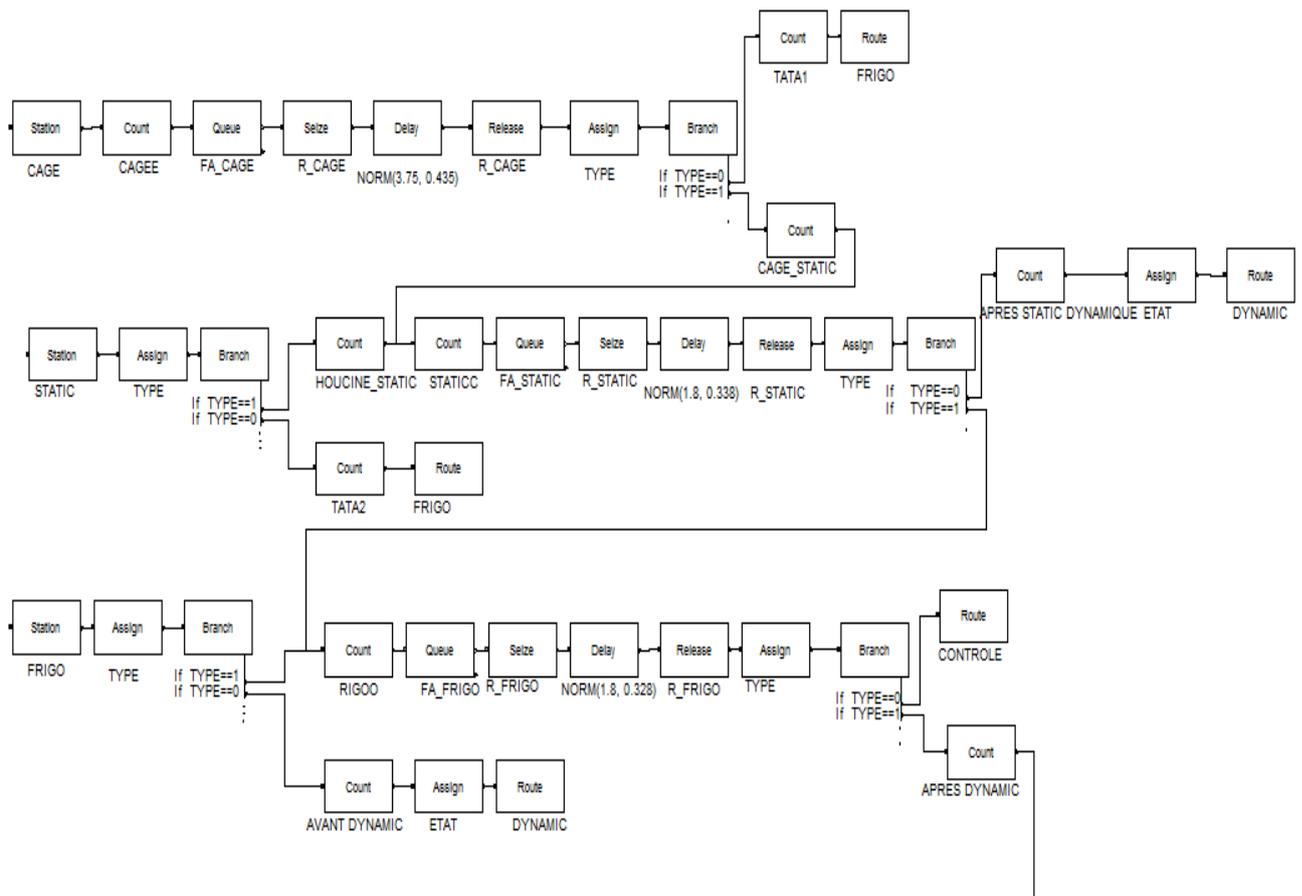


Figure V-15 Modélisation de trois première stations cage par RockWell ARENA 14.5

Après le passage d'une entité par une, deux ou les trois premières zones, sa prochaine destination est le contrôle pour être contrôlée et livrée par la suite ou bien envoyée à la zone dynamique.

La zone dynamique accueille deux types des entités :

- 1- Des entités qui arrivent directement sans passer par les trois premières zones (cage, statique, frigo)
- 2- Des entités qui sont déjà passées par au moins une des trois premières zones

La figure suivante illustre la zone dynamique avec ses deux entrées :

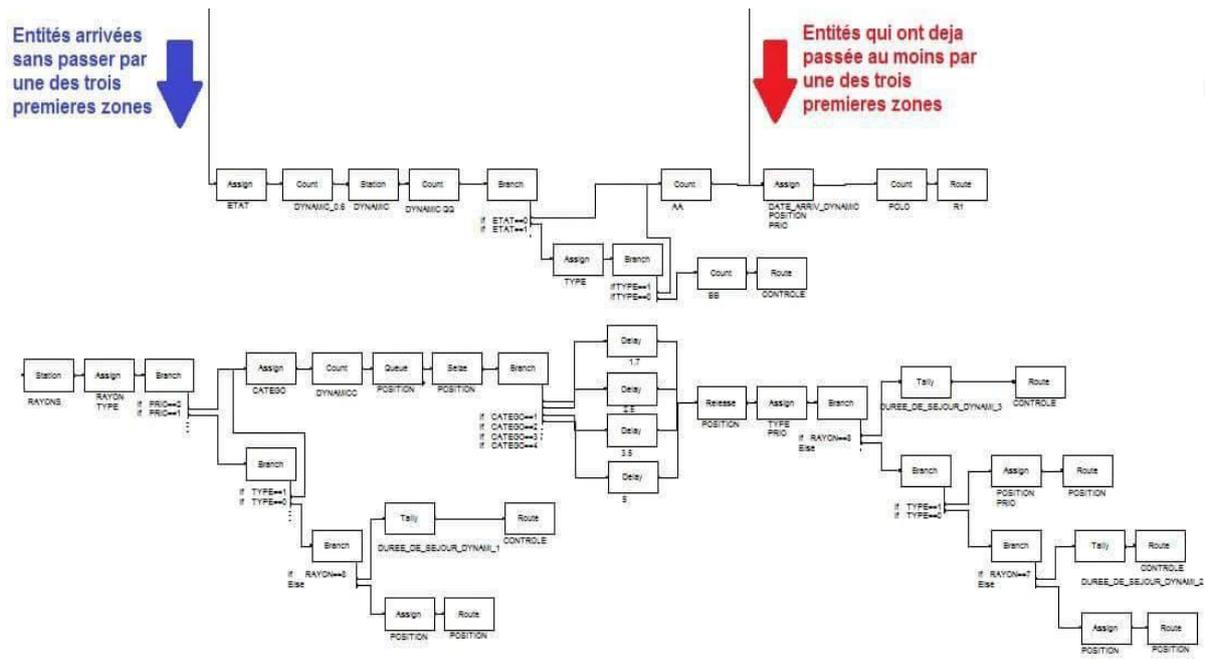


Figure V-16 Modélisation de la zone dynamique par RockWell ARENA 14.5

La zone dynamique est composée de huit stations qui représentent les huit rayonnages et qui sont regroupées dans le même Set RAYONS. Le passage d'un rayon à l'autre est assuré par une boucle définie dans le modèle présent, avec un ensemble de tests au niveau des différents blocs Branch.

La durée de préparation dans chaque rayon dépend du nombre de lignes dans un bon de prélèvement.

Pour assurer la transition entre les différents rayons, entre le dernier rayon de préparation et le contrôle nous utiliserons une variable de type entier appelé 'position', comme suit :

-Nous avons créé 3 sets dans la partie éléments, où un set regroupe les ressources, un deuxième pour les files d'attente, et un dernier pour les rayons dynamiques.

-Dans chaque set, nous avons attribué des numéros spécifiques pour chaque élément ; par exemple dans le set RAYONS qui englobe les stations des rayons dynamiques le numéro 1 est associé à la station 1 (rayon 1), ainsi pour le set R_RAYONS le numéro 1 est associée au ressource R_R1 (responsable rayon 1), de même pour le set FA_RAYONS, où le numéro 1 est associée à la FA_R1(file d'attente avant rayon 1).

La variable POSITION est incrémentée avec un pas défini selon les probabilités identifiées auparavant.

La valeur du variable position détermine la file d'attente et la ressource allouée ainsi que la prochaine station de rayon.

Nous représentons la station de préparation dynamique comme suit sur ARENA :

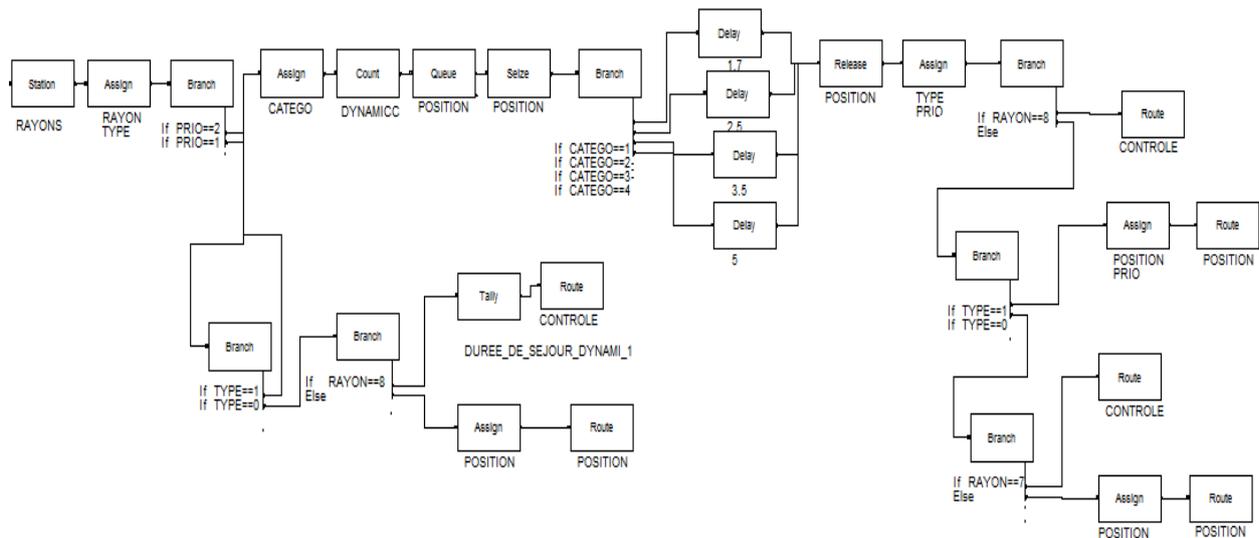


Figure V-17 Modélisation des rayons dynamiques par RockWell ARENA 14.5

Afin de bien comprendre le déroulement, nous prenons l'exemple suivant :

Supposons qu'une entité (un BP) arrive à la station 3 du set RAYONS, qui représente le rayon 3 de la zone dynamique. L'entité passe par les blocs comme suit :

- Le bloc Assign : il donne des valeurs pour les deux attribues RAYON et TYPE.
RAYON = POSITION et TYPE suit les probabilités de passage d'un rayon vers un autre telles que déterminées dans la partie traitement des données.
Dans notre exemple, nous supposons que RAYON=3 et TYPE=1
- Le bloc Branch : il fait un test selon la valeur de l'attribut PRIO, qui indique que si l'entité a eu déjà une affectation à une destination précise dans l'itération précédente, elle ne passera pas par un test au début de cette station ; car ce test est dédié aux entités qui n'ont pas une destination.
Dans notre exemple nous prenons PRIO = 2.

- Le bloc Assign : nous donnons une valeur au paramètre CATEGORIE afin d'identifier le nombre de lignes à préparer, la valeur suit les probabilités déterminées auparavant.
- La station Queue : elle représente la file d'attente avant dynamique, où l'entité va attendre tant que l'opérateur est occupé. La valeur de l'attribut POSITION définit la file d'attente que l'on va utiliser.

Dans l'exemple POSITION =3 alors nous ferons appel à la file d'attente FA_R8, et le BP va rester dans cette dernière tant que l'opérateur 3 est occupé.

- Le bloc seize : il capture la ressource associée à la valeur de l'attribut POSITION, pour une durée déterminée selon la catégorie des BP. Puis la ressource va être libérée avec le bloc Release.

Dans l'exemple traité POSITION=3, donc la ressource R_R3 va être capturée. Supposons que CATEGORIE = 1 donc l'opérateur 3 va prendre 1.7 min pour préparer le BP dans le rayon 3, puis il sera libre et il revient vers la FA pour préparer un autre BP.

- Le bloc Assign va réinitialiser la valeur de l'élément PRIO par 1. D'autre part il va donner une valeur à l'élément TYPE, soit 1 soit 0, où 1 signifie que le BP passe par le rayon suivant et 0 signifie que l'entité ne passera pas par lui. La valeur de TYPE suit les probabilités déterminées antérieurement.
- Les blocs Branch : une succession de tests afin d'envoyer l'entité à la station suivante. Le premier Branch teste si l'entité est dans le rayon 8, dans ce cas elle doit être affectée vers le contrôle. Sinon elle passera un autre test en fonction de la valeur de TYPE. Si TYPE est égal à 1, on incrémente la valeur de l'attribut POSITION =POSITION+1 et nous affectons le BP vers la station POSITION avec le bloc Route. Si la valeur de TYPE est égale à 0, l'entité sera envoyée vers la station POSITION+2, sauf dans le cas où POSITION+2>8 elle sera envoyée vers la station contrôle.

Nous supposons que, pour l'exemple, TYPE égale à 1 donc POSITION = POSITION+1 =4. Donc l'entité sera envoyée vers la station 4 dans le set RAYONS et elle continuera la boucle jusqu'à sa sortie avec le bloc Route vers la station contrôle.

A la fin de la préparation d'une commande, elle est orientée vers la station CONTROLE. Pour vérifier et corriger les erreurs qui peuvent être commises lors de la préparation.

La figure suivante représente la deuxième partie du modèle et qui est composée de six contrôleurs :

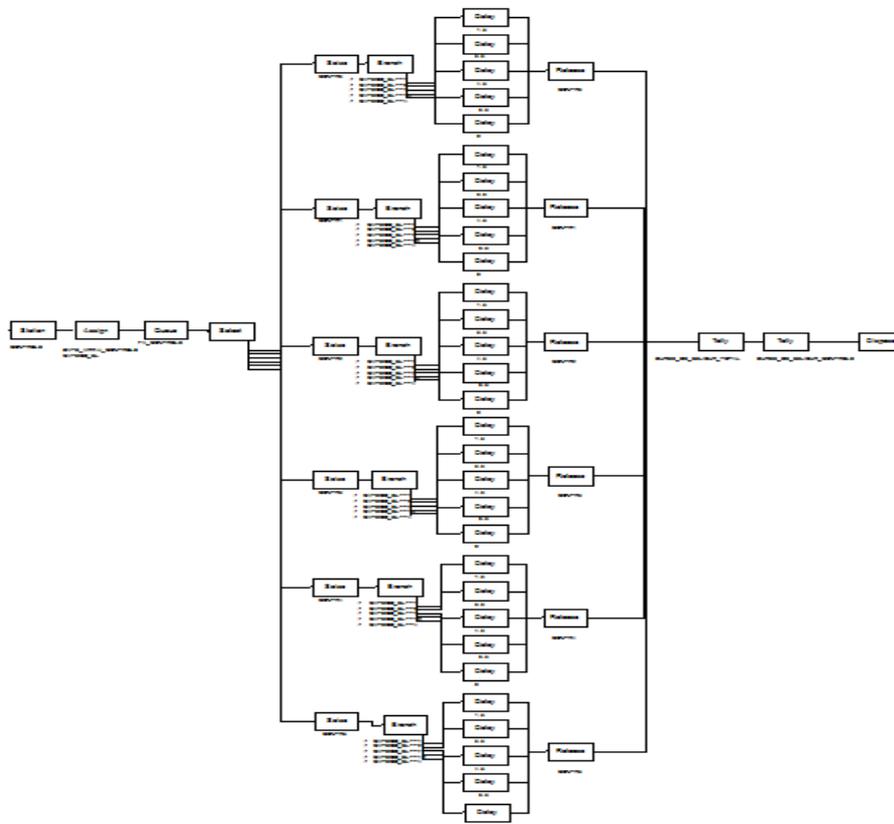


Figure V-18 Modélisation de la station CONTROLE par RockWell ARENA 14.5

La durée de contrôle pour chaque contrôleur dépend de nombre de lignes dans un bon de prélèvement.

La figure suivante représente un contrôle dans le programme établi

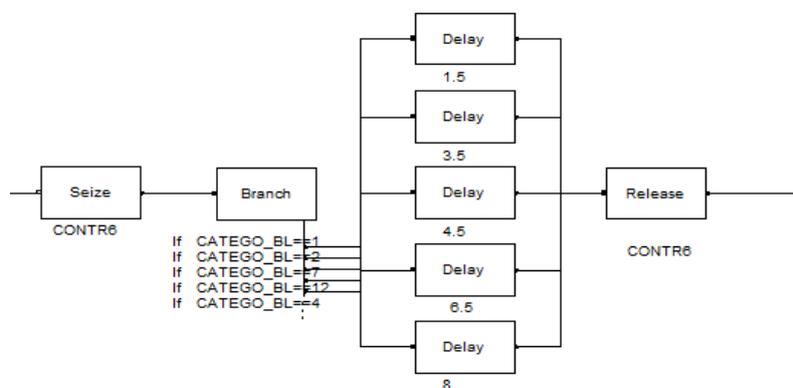


Figure V-19 Modélisation d'un contrôleur de commandes par RockWell ARENA 14.5

Après la dernière phase de contrôle, la sortie d'une commande est modélisée par la destruction de l'entité représentative par le block *Dispose*.



Figure V-20 Modélisation de la sortie du modèle par RockWell ARENA 14.5

A la sortie de chaque entité, le compteur interne dans le bloc *Dispose* est incrémenté de 1. Ce qui nous permet de savoir le nombre des entités exécutées (de bons préparés).

IV.3. Vérification et validation

La finalité des étapes suivies avec la modélisation sous ARENA est d'arriver à une simulation du modèle proche le plus possible du système réel. Afin d'évaluer le modèle développé, nous ferons une simulation d'une journée de travail (l'équivalent de 480 min).

Les données statistiques telles que le temps de cycle, les durées de séjour et le temps d'attente sont enregistrées et affichées automatiquement sous forme de rapport par ARENA (nommé SIMAN Summary Report).

L'information la plus importante dans le rapport est le nombre de BP préparé dans une journée de travail. L'élément System.NumberOut dans le rapport d'ARENA représente les entités passées par le dernier bloc du modèle (*Dispose*). Ce qui signifie les BP qui ont été préparés durant la simulation. Dans notre cas, la valeur du System.NumberOut est égale à 398. Donc selon le modèle simulé, dans une journée de 8h de travail et avec les ressources existantes, nous avons préparé 398 BP.

Nous avons exploité les données des 4 mois avec l'aide de l'outil HANA SAP afin d'arriver à l'information suivante : Le nombre moyen des BP préparés dans une journée est égal à 418.

IV.3.1. Interprétation

Le nombre de BP préparé dans une journée de travail dans la réalité est 418 et le nombre de BP préparé dans la simulation dans une journée est 398.

-Nous expliquons le petit écart dans le nombre de BP entre la simulation et la réalité par le fait que dans le système réel, les opérateurs dépassent les 8h de travail pour préparer toutes les commandes. Par contre la simulation est réalisée sur une durée de 8h de travail. Ce résultat est donc très pertinent et permet de confirmer que le modèle simule bien le système réel.

ARENA Simulation Results
7 Pro

Summary for Replication 1 of 1

Project: Unnamed Project
Analyst: 7 Pro

Run execution date : 5/31/2016
Model revision date: 5/31/2016

Replication ended at time : 480.0 Minutes
Base Time Units: Minutes

TALLY VARIABLES

Identifiant	Average	Half width	Minimum	Maximum	observations
DUREE_DE_SEJOUR_TOTAL	33.399	(Corr)	2.0389	83.774	398
DUREE_DE_SEJOUR_CAGE	14.286	.30600	1.5000	9.3691	111
DUREE_DE_SEJOUR_STATIQUE	1.8767	(Insuf)	.00000	43.618	57
DUREE_DE_SEJOUR_FRIGO	1.9638	(Insuf)	1.7000	44.066	56
DUREE_DE_SEJOUR_DYNAMIQUE	14.188	(Insuf)	2.4894	42.872	366
DUREE_DE_SEJOUR_CONTROLE	4.8861	(Insuf)	2.4894	42.872	398
FA_R1.WaitingTime	3.5981	(Insuf)	.00000	16.635	150
FA_R2.WaitingTime	2.4285	(Insuf)	.00000	10.733	146
FA_R3.WaitingTime	3.0014	(Insuf)	.00000	15.847	156
FA_R4.WaitingTime	2.3293	(Insuf)	.00000	7.7000	125
FA_R5.WaitingTime	1.3827	(Insuf)	.00000	9.1000	148
FA_R6.WaitingTime	2.1323	(Insuf)	.00000	12.776	151
FA_R7.WaitingTime	2.7903	(Insuf)	.00000	11.272	152
FA_R8.WaitingTime	1.6007	(Insuf)	.00000	9.7000	142
FA_STATIC.WaitingTime	.1914	(Insuf)	.00000	1.2857	57
FA_ARRIVEE.WaitingTime	.28042	(Corr)	.00000	2.9775	460
FA_FRIGO.WaitingTime	.1045	(Insuf)	.00000	1.8079	56
FA_CONTROLE.WaitingTime	.57215	.14758	.00000	3.5996	398
FA_CAGE.WaitingTime	11.187	(Insuf)	.00000	36.311	111

Figure V-21 Rapport 1 du modèle par RockWell ARENA 14.5

Identifiant	Value
R_R1.NumberSeized	150.00
R_R1.ScheduledUtilization	.77978
R_R2.NumberSeized	146.00
R_R2.ScheduledUtilization	.70762
R_R3.NumberSeized	156.00
R_R3.ScheduledUtilization	.77016
R_R4.NumberSeized	125.00
R_R4.ScheduledUtilization	.63375
R_R5.NumberSeized	148.00
R_R5.ScheduledUtilization	.66203
R_R6.NumberSeized	151.00
R_R6.ScheduledUtilization	.69557
R_R7.NumberSeized	152.00
R_R7.ScheduledUtilization	.74557
R_R8.NumberSeized	142.00
R_R8.ScheduledUtilization	.66557
R_CAGE.NumberSeized	111.00
R_CAGE.ScheduledUtilization	.88783
CONTR1.NumberSeized	67.000
CONTR1.ScheduledUtilization	.61536
CONTR2.NumberSeized	65.000
CONTR2.ScheduledUtilization	.57542
CONTR3.NumberSeized	70.000
CONTR3.ScheduledUtilization	.63750
CONTR4.NumberSeized	70.000
CONTR4.ScheduledUtilization	.56825
CONTR5.NumberSeized	64.000
CONTR5.ScheduledUtilization	.59000
CONTR6.NumberSeized	62.000
CONTR6.ScheduledUtilization	.58682
R_STATIC.NumberSeized	57.000
R_STATIC.ScheduledUtilization	.20165
R_FRIGO.NumberSeized	56.000
R_FRIGO.ScheduledUtilization	.20236
DESPATCHEUR.NumberSeized	460.00
DESPATCHEUR.ScheduledUtilization	.44690
System.NumberOut	398.00
simulation run time: 0.03 minutes.	
simulation run complete.	

Figure V-22 Figure V.21 Rapport 2 du modèle par RockWell ARENA 14.5

IV.4. Analyse de résultats

Après le développement et l'étude de la validité du modèle sur ARENA, nous allons à présent passer à l'étape la plus importante qui est l'analyse des résultats. La finalité de cette section est la détermination des pistes d'amélioration afin d'éliminer les dysfonctionnements détectés. Pour ce faire, nous analysons les résultats du rapport généré par notre simulateur (SIMAN Summary Report).

IV.4.1. Analyse générale

Nous commençons avec une analyse générale des durées de résidence dans chaque zone. Les résultats sont tirés du rapport d'ARENA.

Tableau V-18 Les durées de séjours dans chaque zone

Zone	Durée de séjour moyenne (min)
Cage	14
Statique	1.8
Frigo	1.9
Dynamique	14.1
Contrôle	4.8

Le graphe suivant illustre la distribution des durées de séjours dans chaque zone par rapport à la durée de séjour totale d'un BP dans tout le système.

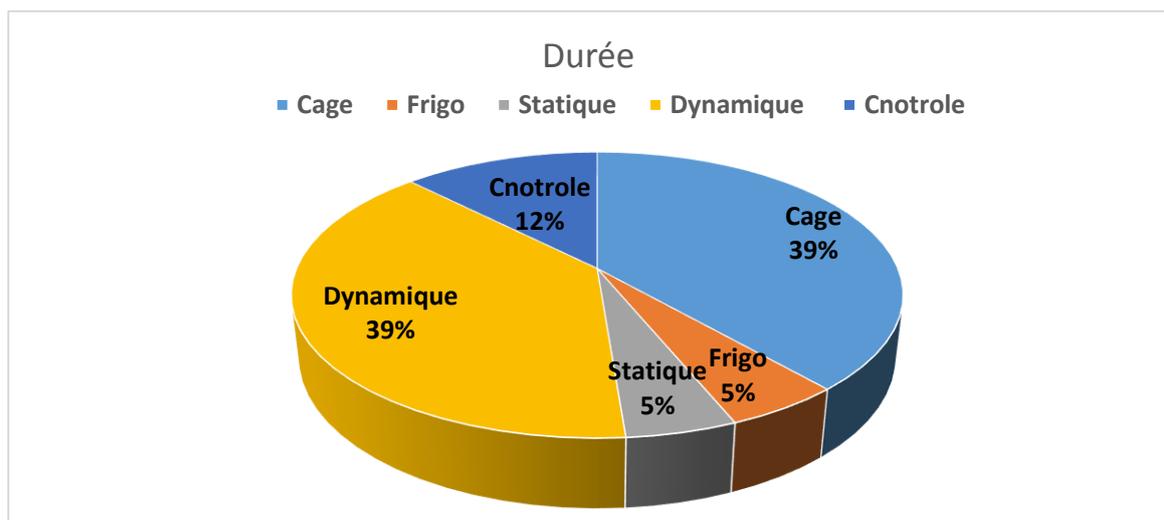


Figure V-23 La distribution des durées de séjours

Nous constatons que les durées de séjour dans la zone dynamique et la zone cage sont les plus importantes.

IV.4.2. Analyse des durées de séjour

Après l'analyse générale nous allons faire une analyse approfondie des durées de séjour des zones. Chaque zone est constituée d'une file d'attente et une action de préparation ou de contrôle.

Le tableau suivant représente les durées de préparation moyenne dans chaque zone.

Remarque : Pour la zone dynamique, nous analyserons la durée de préparation et la durée dans la file d'attente d'un seul rayon, et la durée totale va dépendre du nombre de rayons visités par le BP.

Tableau V-19 Les moyennes des durées de préparations dans chaque zone

Zone	Durée de préparation moyenne (min)
Cage	3.8
Statique	1.7
Friigo	1.7
Dynamique	2.3
Contrôle	4.2

Le tableau suivant représente les files d'attente avant chaque zone

Tableau V-20 Les durées moyennes dans les files d'attentes dans chaque zone

Zone	Durée moyenne FA (min)
Cage	11.1
Statique	0.1
Friigo	0.1
Dynamique	2.2
Contrôle	0.5

Le graphe suivant représente La distribution des files d'attente par rapport au temps d'attente total du système

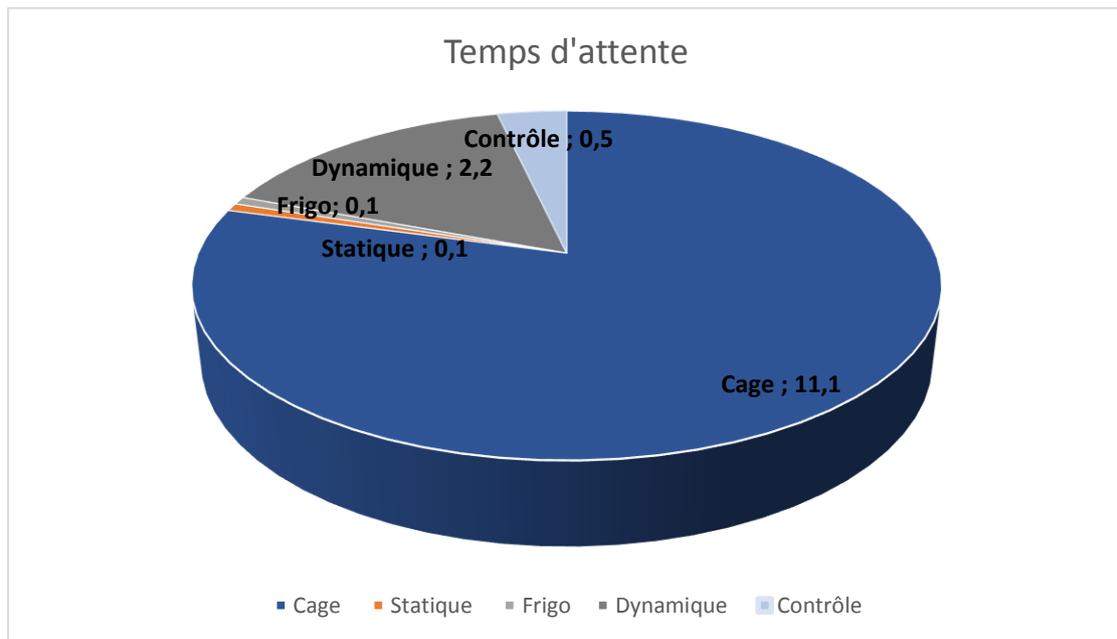


Figure V-24 La distribution des files d'attente par rapport au temps d'attente total

Nous remarquons que la file d'attente avant la zone cage est la plus grande, où elle représente 78% du temps d'attente général des BP.

Un processus devient un goulot d'étranglement lorsque, au cours du temps, il n'arrive plus à suivre la cadence de tout le système. La zone cage représente un goulot d'étranglement par rapport au système.

IV.4.3. Analyse des temps d'occupation

Nous entamons une analyse par rapport au taux d'occupation des ressources dans chaque zone. Le taux d'occupation d'un opérateur est le ratio temps exprimant le temps passé par les opérateurs à préparer ou contrôler des commandes comparées au temps total.

Les résultats sont tirés de SIMAN Summary Report. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau V-21 les taux d'occupation de chaque zone

Zone	Taux d'occupation
Opérateur Cage	88%
Opérateur Statique	20%
Opérateur Frigo	20%
Opérateur Dynamique	70%
Contrôleur	59%

- Le taux d'occupation de l'opérateur de cage est logique suite au nombre des BP qui passent par la cage (27% des BP) et la durée de préparation.
- Les taux bas d'occupation des opérateurs du frigo et statique sont dus au faible nombre des BP qui passent par ces zones (8% et 12%).
- Nous remarquons que 30% du temps de travail de la journée d'un opérateur est un temps à non-valeur ajoutée. Malgré le nombre très important des BP qui passent par la zone dynamique (92% des BP). Nous expliquons ce phénomène par le temps perdu par les opérateurs de la zone dynamique dans l'attente de l'arrivée d'un BP qui se prépare dans les zones cage, statique et frigo.
- Les contrôleurs doivent attendre la fin de la préparation des BP pour contrôler les commandes ; ce qui crée des temps morts dans le début de l'activité et une charge en fin de journée dans cette zone.

IV.4.4. Interprétation des résultats

Une analyse sur terrain nous a permis de trouver les résultats suivants :

- Le chariot existant ne permet pas de préparer les longues commandes ; ce qui augmente le risque de mélanger les commandes entre elles ;
- La préparation des produits de toutes les zones dans un seul chariot mène à créer une charge énorme sur les produits préparés du début de la chaîne ; ce qui augmente le risque de la détérioration des produits, sachant que les produits en début de la chaîne sont généralement onéreux.

Rappelons que la zone cage contient les produits psychotropes et les produits onéreux. Les tâches de préparation et de contrôle dans la zone cage sont réalisées suivant une procédure basée sur les bonnes pratiques de préparation. L'opérateur doit réaliser sa tâche soigneusement en

respectant les normes de contrôle exhaustif. Le nombre d'opérateur dans la zone cage est limité à cause de la criticité de l'activité. Pour cette raison, nous ne pouvons pas agir sur la durée de préparation de cette zone ni sur la file d'attente relative.

Après une analyse approfondie, des séances de brainstorming basées sur l'étude du rapport d'ARENA avec l'analyse générale, l'analyse des durées de séjours et l'analyse des temps d'occupation, accompagnée des remarques provenant du terrain, nous proposons la solution suivante :

Nous proposons un nouveau scénario de préparation de commande. Il consiste à faire une séparation dans la zone de préparation, en créant 2 grandes zones : une pour les BP qui ne passent que par l'une ou toutes les zones cage, statique et frigo ; et une deuxième pour les BP qui passent par le dynamique. Le nouveau scénario engendre aussi la création d'une nouvelle station de contrôle pour la nouvelle zone de préparation.

Nous développerons ce nouveau modèle sous ARENA comme logiciel de simulation. Afin d'évaluer notre proposition, nous suivrons la même démarche utilisée précédemment ; qui consiste à formuler le problème, modéliser, traiter les données, programmer, vérifier et analyser les résultats et enfin les valider.

V. Nouveau scenario

VI. Planifier

VI.1. Analyse et formulation du problème

La chaîne logistique interne d'IMPSA SPA se constitue des processus inter-reliés entre eux, comme les processus réception, transfert, préparation de commande, expédition et livraison. Dans le but d'améliorer la performance du processus de préparation de commande nous proposons une nouvelle organisation dans la salle préparation.

Le scénario proposé sera modélisé et analysé avec ARENA afin d'évaluer les résultats. Mais avant cela nous expliquerons les changements apportés dans l'organisation actuelle.

Pour la nouvelle proposition nous gardons le processus de préparation de commande présent avec les changements suivants :

- Nous allons créer deux grandes zones de préparation séparées. Une première grande zone qui englobe les zones cage, statique et frigo, et une deuxième constituée de la zone dynamique.
- Nous allons créer 2 stations de contrôle. Une station de contrôle spécifique pour les BP préparés dans la première grande zone, avec un seul contrôleur. La deuxième zone de contrôle est dédiée aux BP qui sont passés uniquement par la zone dynamique. Cette station comporte 5 contrôleurs.

Remarque : Dans le nouveau scénario, nous avons gardé le même nombre total de contrôleur que dans le scénario actuel, qui est de 6 contrôleurs. Ainsi, l'organisation actuelle comporte 6 contrôleurs dans une seule station, et la nouvelle organisation comporte un seul contrôleur dans la première station, et 5 pour la deuxième.

VI.2. Modélisation

Afin d'homogénéiser le travail, nous garderons les mêmes notations que la modélisation précédente de l'état actuel. Par ailleurs, nous ajoutons les définitions suivantes :

- Zone A : c'est la zone de préparation de commande constituée des 3 sous zones cage, statique et frigo.
- Station de contrôle A : une zone de contrôle des commandes dédiée aux BP préparés dans la zone A. Elle est constituée d'un seul contrôleur.
- Zone B : c'est la zone dynamique.
- Station de contrôle B : une zone de contrôle des commandes dédiée aux BP préparés dans la zone dynamique. Elle est constituée de 5 contrôleurs.

Le processus de préparation de commande du nouveau scénario se passe comme suit :

Lors de l'impression des BP, si une commande comporte une ligne ou plus préparée(s) dans la zone A, et elle comporte une ligne ou plus préparée(s) dans la zone dynamique, nous imprimons 2 copie du BP. Chaque copie sera préparée dans la zone correspondante.

Le dispatching vers les zones de préparation se fait par un agent de dispatching. Puis le BP se prépare dans chaque zone par l'agent responsable.

Les BP préparés dans la zone A se contrôlent dans la station de contrôle A, et les BP préparés dans la zone dynamique se contrôlent dans la zone B.

Le schéma suivant explique la préparation de commande dans le nouveau scénario

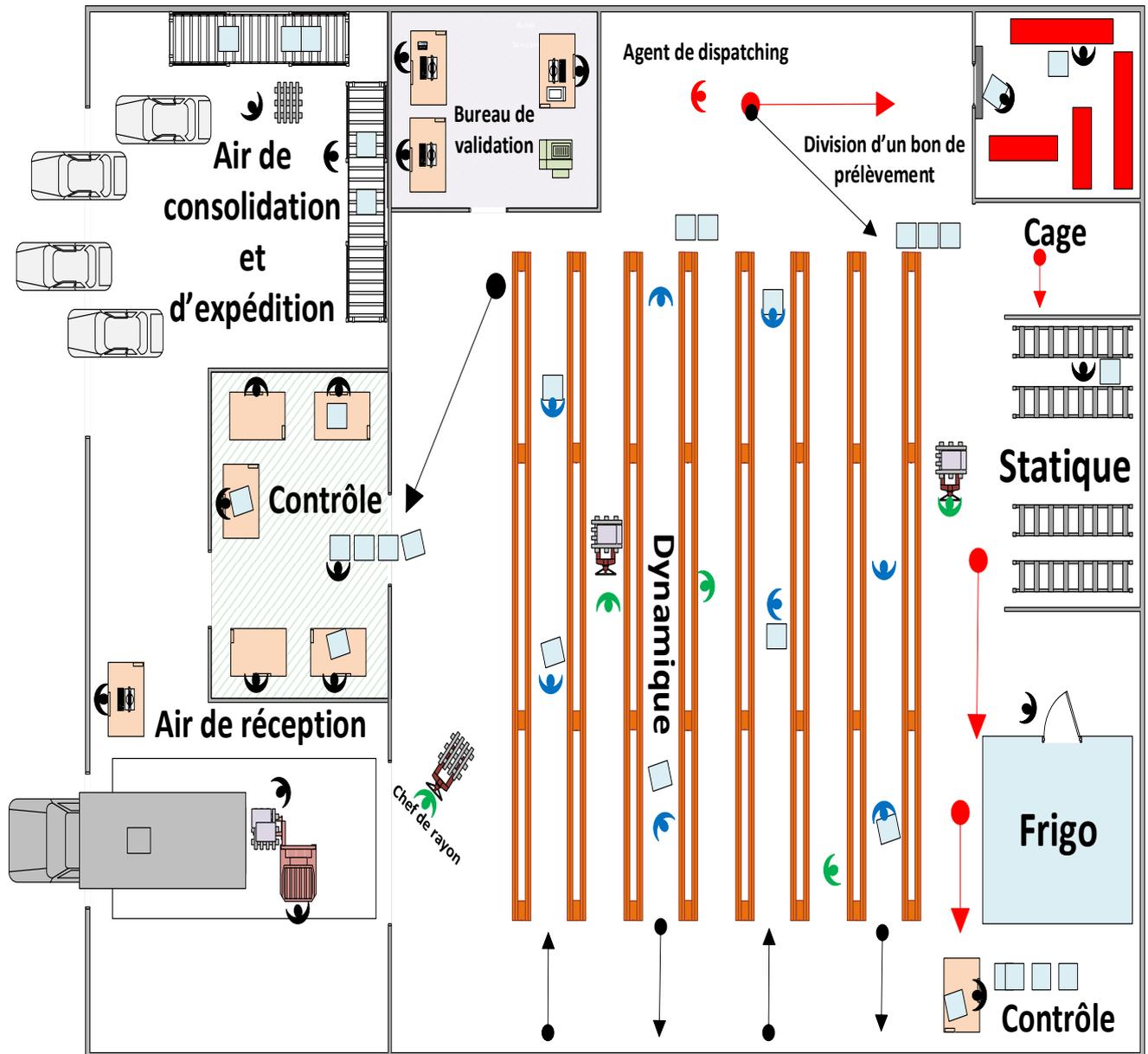


Figure V-25 Principe de fonctionnement de la salle préparations (Nouveau scénario)

VI.3. Acquisition et traitement des données

Pour arriver à simuler le scénario proposé, nous devons d'abord déterminer, traiter et analyser les données nécessaires. Nous suivrons les étapes suivantes :

- L'identification du besoin.

- Le traitement des données.

VI.3.1. Identification du besoin

La modélisation nous permet d'identifier les données nécessaires pour la simulation avec Aréna. Nous constatons que le besoin appartient à l'une des catégories suivant :

- Catégorie 1 : des données déjà étudiées dans la partie traitement et analyse des données de la partie précédente. Pour ce type-là, nous allons prendre directement les données en question.
- Catégorie 2 : des données que nous n'avons pas étudiées précédemment. Ce sont les suivantes :
 - La probabilité qu'un BP passe par la zone cage sans passer par la zone dynamique.
 - La probabilité qu'un BP passe par la zone statique sans passer par la zone dynamique.
 - La probabilité qu'un BP passe par la zone frigo sans passer par la zone dynamique.
 - La durée de contrôle des BP qui ne sont pas passés par la zone dynamique

VI.3.2. Traitement des données

Cette étape consiste à extraire les données de leurs sources, les traiter et les analyser par la suite.

i. Les probabilités de passage dans les différentes zones

Dans cette partie, nous calculons les probabilités de passages suivant :

- 1- La probabilité qu'un BP passe par la zone cage sans passer par la zone dynamique.
- 2- La probabilité qu'un BP passe par la zone statique sans passer par la zone dynamique.
- 3- La probabilité qu'un BP passe par la zone frigo sans passer par la zone dynamique.
- 4- Nous extrairons des données de l'outil HANA SAP (sur la période de 4 mois). Puis nous les analyserons afin de trouver les probabilités nécessaires.

Après l'étude, nous trouvons les valeurs des paramètres comme suit :

- La probabilité qu'un BP passe par la zone cage sans passer par la zone dynamique : 0.28
- La probabilité qu'un BP passe par la zone statique sans passer par la zone dynamique : 0.14

- La probabilité qu'un BP passe par la zone frigo sans passer par la zone dynamique : 0.17

1- La durée de contrôle

a) Définition

La durée de contrôle des BP qui ne sont pas passés par la zone dynamique. Nous considérons la sortie du BP de la queue avant contrôle et la fin du contrôle comme borne de mesure en plus de la durée d'emballage et étiquetage.

b) Collecte des données

Le nouveau scénario que nous proposons nécessite la création d'un poste de contrôle dédié aux zones cage, statique et frigo. Pour cela nous déterminerons cette durée à partir de terrain en posant l'hypothèse suivante :

- La durée de contrôle c'est la somme de la durée de contrôle des lignes de la cage, statique et frigo, et la durée de l'emballage et l'étiquetage d'une commande.

Nous résumons les résultats de mesure de 50 échantillons dans le tableau suivant :

Tableau V-22 La moyenne et l'écart type de la durée de contrôle

	(hh:mm:ss)	(décimale)/min
Moyenne	00:01:30	1.5
Ecartype	00:00:05	0,08

Nous remarquons que l'écart-type des données est faible relativement à la moyenne. Nous calculons un intervalle de confiance avec les paramètres suivants :

- m : La moyenne = 1.5
- S : seuil de confiance (on prend $s=95\%$)
- t : Coefficient de marge déduit du Taux de confiance ($S=95\% \Rightarrow t = 1.96$)
- n : Taille d'échantillon = 50
- σ : L'écart-type = 0.08

$$I = \left[m - t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} ; m + t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right]$$

$$I = [1.48 ; 1.52]$$

Dans 95% des cas la moyenne est représentée par la valeur 1.5 ± 0.2 . Compte tenu de la faible marge d'erreur autour de la moyenne, nous prenons cette dernière comme une valeur représentative pour le paramètre Durée de contrôle pour les BP qui ne passent pas par la zone dynamique.

c) Interprétation

Nous remarquons que la valeur du contrôle pour les BP qui ne passent que par les zones cage, statique et frigo, est approximativement la même que la durée de contrôle d'un BP qui contient une seule ligne étudiée précédemment. Nous interprétons ce résultat comme suit :

- Les lignes prélevées dans la cage sont contrôlées, emballés et étiquetés dans la même zone, donc ces lignes n'affectent pas la durée de contrôle des BP.
- Les lignes prélevés dans la zone frigo sont contrôlées et couvertes par une matière isolante au sein de la même zone.
- 80% des BP préparés dans la zone statique ne contiennent qu'une seule ligne (donnée extraite de SAP HANA)

Donc le contrôle d'un BP dans les zones cage, statique et frigo, revient généralement au contrôle d'une seule ligne de la zone statique. Ce qui explique parfaitement l'adéquation entre la durée de contrôle d'un BP qui contient une ligne, et un BP qui ne passe que par les zones cage, statique et dynamique.

VII. Réaliser

VII.1. Programmation

Pour le modèle de simulation du nouveau scénario proposé, nous ré-exploitions le modèle précédent dédié à la situation actuelle. Nous prenons la modélisation précédente comme référent et nous modifions les parties nécessaires pour décrire le nouveau scénario. Il n'est donc pas nécessaire de réexpliquer les parties du modèle qui n'ont pas été modifiées.

Comme le précédent, le nouveau modèle comporte deux parties : une première partie qui décrit les processus identifiés et une deuxième qui permet d'animer les différentes composantes du système.

VII.1.1. Partie 1

Nous commençons d'abord par définir l'élément de base de la simulation, qui est l'entité passée dans le système : le bon de prélèvement (BP).

i. Identification des processus

Il existe huit processus :

- Un processus d'entrée : création des BP
- Un processus de distribution : dispatching des BP
- Des processus d'affectation : pour transfère les entités entre les processus
- Un premier processus de préparation : la zone cage.
- Un deuxième processus de préparation : la zone statique.
- Un troisième processus de transformation : la zone frigo.
- Un quatrième processus de transformation : la zone dynamique.
- Un processus de contrôle A. : Pour les BP préparés dans les zones cage, statique et frigo.
- Un processus de contrôle B : Pour les BP préparés dans la zone dynamique.
- Un processus de sortie.

ii. Identification des blocks

Dans ce modèle, nous utiliserons les blocs et les éléments utilisés précédemment, ainsi que d'autres spécifiques au nouveau scénario. Nous n'allons mentionner que les nouveaux blocs ajoutés ou modifiés :

Eléments	Blocks	Explication
Ressources	CONTR1... CONTR5 CONTR6	Les cinq contrôleurs de la station de contrôle B. Le contrôleur de la station de contrôle A.
Queues	FA_CONTROLE_1 FA_CNTROLE_2	File d'attente de la station contrôle A. File d'attente de la station contrôle B.

VII.1.2. Partie 2

L'utilisation du logiciel Rockwell ARENA 14.5 nous permet de relier les données et le modèle construit. Nous utiliserons les blocs existants dans le logiciel. Pour ce faire, nous modélisons chacun des huit processus séparément, puis nous les regroupons dans un modèle complet.

Remarque : Comme indiqué, et afin d'éviter les répétitions dans cette partie, nous n'expliquerons que les nouveaux processus ou les processus modifiés.

i. Les processus d'affectation

Dans la réalité un BP est imprimé 2 fois s'il contient des lignes de la zone A et des lignes de la zone dynamique B. Afin de simuler cette situation avec ARENA, nous utiliserons le block Duplicate comme suit :

Nous utiliserons les probabilités établies auparavant pour déterminer les BP qui doivent passer par la zone dynamique après être passés par l'une des sous zones de la zone A (cage, statique et frigo) .

Pour chaque sortie des sous zones d'A, nous ajouterons un bloc Branch avec les probabilités déterminées auparavant. Il existe deux sorties du bloc Branch : une pour les BP qui ne passent pas par la zone dynamique B, et la deuxième sortie est liée avec le bloc Duplicate où nous allons créer une copie des entités. Une entité est transférée vers la zone dynamique et l'autre vers l'une des zones de A.

ii. Modélisation des stations

1- Les stations de la zone A

Les stations de la zone A gardent la même modélisation avec les blocks *Assign* , *Queue*, *Branch* , *Seize*, *Delay*, *Release* , comme nous l'avons expliqué dans le modèle précédent. L'ajout du block Duplicate pour chaque station donne les modélisations suivantes :

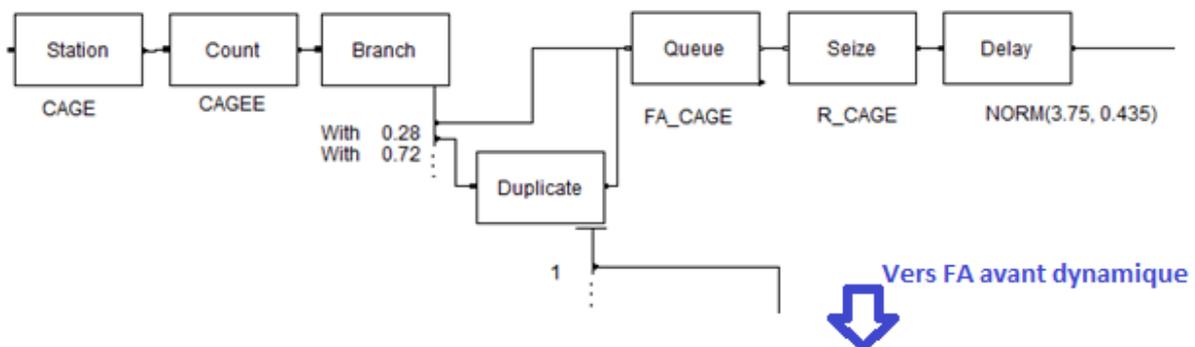


Figure V-26 Modélisation de la station cage de la zone A

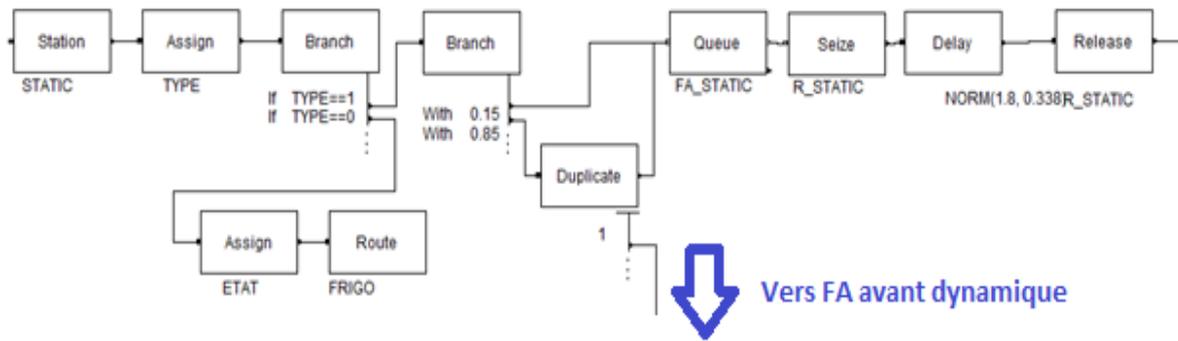


Figure V-27 Modélisation de la station Statique de la zone A

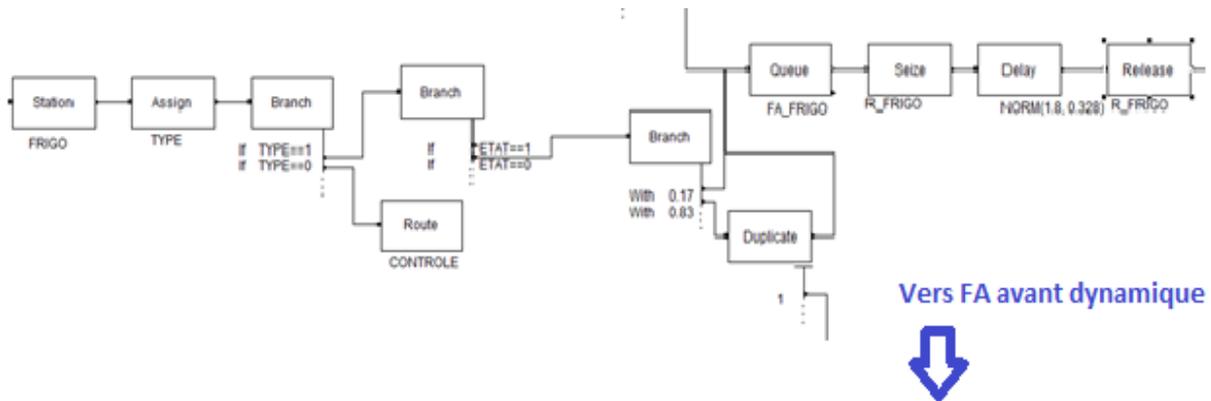


Figure V-28 Modélisation de la station frigo de la zone A

2- La station de préparation dynamique

La station de préparation dynamique possède 4 entrées : les BP des 3 sorties des zones cage, statique et frigo et la dernière entrée est celles des BP qui ne passent pas par la zone A.

Le Processus de préparation dans la zone dynamique se déroule comme celui du premier modèle, donc nous n’allons pas le réexpliquer.

3- La station de contrôle A

Nous nous basons sur les données étudiées. Nous modélisons la zone de contrôle dédié aux BP préparées dans la zone A (cage, statique, frigo), avec les blocs suivants :

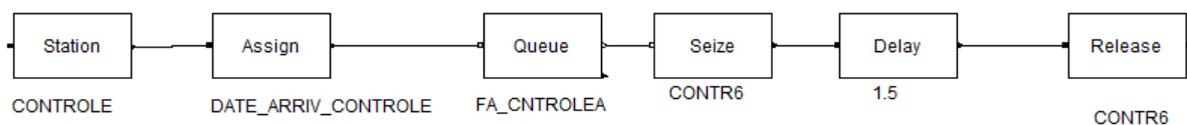


Figure V-29 Modélisation de la station de contrôle A sur RockWell ARENA 14.5

4- La station de contrôle B :

La station de contrôle B est dédié aux BP préparés dans la zone dynamique. Nous gardons le même modèle ARENA de la station de contrôle du premier modèle. Toutefois, nous allons allouer 5 contrôleur et non pas 6.

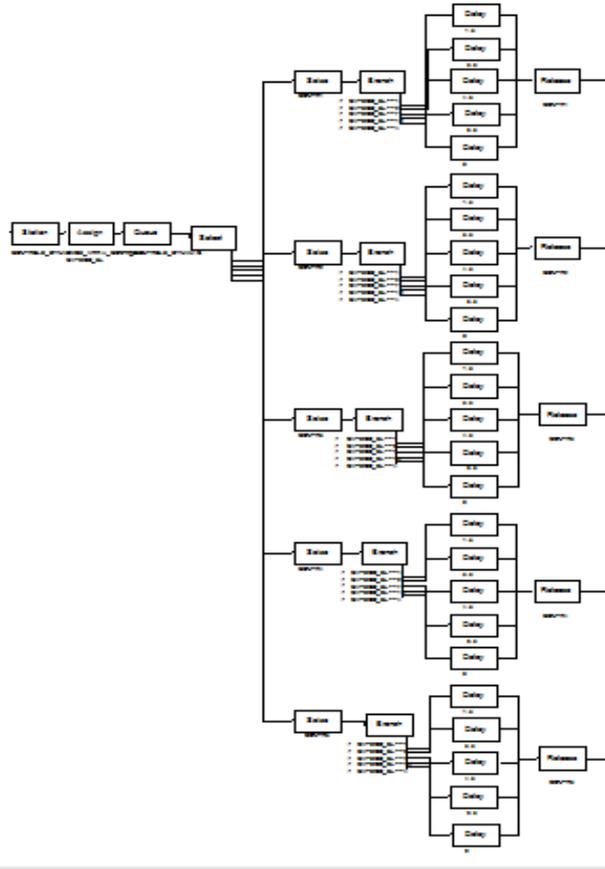


Figure V-30 Modélisation de la station de contrôle B par RockWell ARENA 14.5

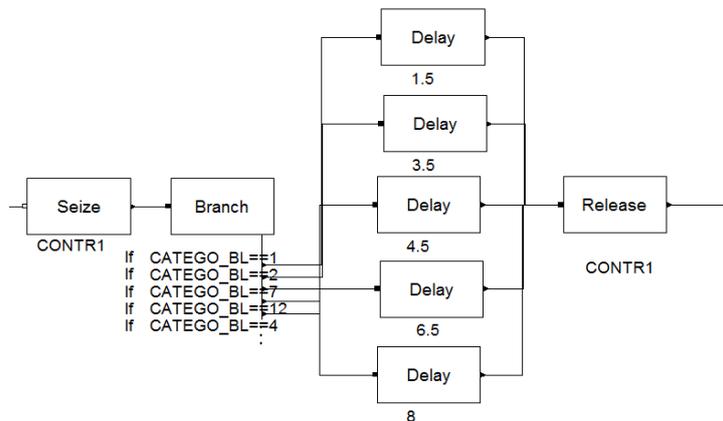


Figure V-31 Modélisation d'un contrôleur par RockWell ARENA 14.5

Identifiant	Value
R_R1.NumberSeized	166.00
R_R1.ScheduledUtilization	.86978
R_R2.NumberSeized	152.00
R_R2.ScheduledUtilization	.78762
R_R3.NumberSeized	172.00
R_R3.ScheduledUtilization	.84016
R_R4.NumberSeized	141.00
R_R4.ScheduledUtilization	.71375
R_R5.NumberSeized	161.00
R_R5.ScheduledUtilization	.74203
R_R6.NumberSeized	168.00
R_R6.ScheduledUtilization	.78557
R_R7.NumberSeized	168.00
R_R7.ScheduledUtilization	.82557
R_R8.NumberSeized	169.00
R_R8.ScheduledUtilization	.74557
R_CAGE.NumberSeized	113.00
R_CAGE.ScheduledUtilization	.89783
CONTROLE_1.NumberSeized	187.00
CONTROLE_1.ScheduledUtilization	.59536
CONTR1.NumberSeized	79.000
CONTR1.ScheduledUtilization	.65536
CONTR2.NumberSeized	77.000
CONTR2.ScheduledUtilization	.59542
CONTR3.NumberSeized	82.000
CONTR3.ScheduledUtilization	.66750
CONTR4.NumberSeized	82.000
CONTR4.ScheduledUtilization	.58825
CONTR5.NumberSeized	72.000
CONTR5.ScheduledUtilization	.62000
CONTR6.NumberSeized	74.000
CONTR6.ScheduledUtilization	.64682
R_STATIC.NumberSeized	60.000
R_STATIC.ScheduledUtilization	.21165
R_FRIGO.NumberSeized	58.000
R_FRIGO.ScheduledUtilization	.20236
DESPATCHEUR.NumberSeized	460.00
DESPATCHEUR.ScheduledUtilization	.44690
System.NumberOut	582.00

Simulation run time: 0.03 minutes.
Simulation run complete.

Figure V-34 Rapport 2 du modèle nouveau scenario par RockWell ARENA 14.5

Ainsi le Nombre BP préparé = System.NumberOut - (Duplicate1+Duplicate2+Duplicate3)

Le nombre des BP préparé dans 8h de travail est 453.

Le tableau suivant représente le taux d'occupation des ressources :

Zone	Taux d'occupation
Opérateur Cage	89%
Opérateur Statique	21%
Opérateur Frigo	20%
Opérateur Dynamique	79%
Contrôleur zone A	59%
Contrôleur dynamique	64%

Nous remarquons une augmentation dans les taux d'occupation des opérateurs par rapport à la modélisation précédente. Cela démontre une meilleure exploitation des ressources.

La hausse dans les taux d'occupation par rapport à l'ancien système est par ailleurs traduite par l'accroissement remarqué dans le nombre des BP préparés.

Les résultats de la simulation sont cohérents par rapport aux données existantes.

VII.2.1. Interprétation :

L'augmentation dans le nombre des BP préparés est un résultat de la nouvelle méthode de préparation de commande proposé. Nous expliquons ces résultats comme suit :

- La séparation des zones a éliminé le temps perdu dans la zone dynamique lors de l'attente qu'un BP soit préparé dans les zones cage, statique et frigo.
- La nouvelle organisation permet de minimiser le temps mort du contrôle au début de l'activité dans les 2 zones de contrôle : les BP préparées dans la zone A vont être contrôlés directement sans être passés par d'autres zones. Par ailleurs les BP préparés dans la zone dynamique vont arriver plus rapidement vers la zone de contrôle par rapport au premier scénario, car ils ne passeront que par la zone dynamique.

VIII. Evaluer :

VIII.1. Analyse de résultats :

La simulation de la solution proposée était réalisée dans le but d'évaluer ce scénario en comparant ces résultats avec ceux de l'état actuel , et a étudié que l'étude la valeur ajoutée de notre proposition par rapport à l'organisation actuelle de l'entreprise.

Nous résumons les résultats de l'organisation proposée selon des niveaux comme suit :

VIII.1.1. Salle de préparation :

La nouvelle organisation de la préparation de commande affecte principalement la salle de préparation. En se basant sur les résultats de la simulation, notre proposition donne les résultats suivant :

- Une hausse de 55 BP par jour : La simulation d'une journée de travail (8h) montre que dans le scénario actuel nous préparons 398 BP, par contre la nouvelle organisation permet de préparer 453 BP.
- Amélioration des conditions de travail : Dans l'organisation actuelle, les opérateurs sont obligés d'ajouter des heures supplémentaires de travail afin de satisfaire les commandes des clients ; par contre la nouvelle organisation permet de satisfaire le besoin sans

ajouter des heures supplémentaires. L'amélioration des conditions de travail est un facteur essentiel dans la minimisation de taux d'erreur commise par les opérateurs.

- Améliorer la qualité des produits : la préparation des produits de la zone frigo avec les produits de la zone dynamique dans le même chariot engendre un grand risque de détérioration des produits de frigo qui sont fragiles et chers. En outre, dans la solution proposée les produits prélevés dans la zone frigo sont les derniers à être préparés avant d'être contrôlés directement ; ce qui élimine ce risque.

VIII.1.2. Services logistique et planification :

Compte tenu des délais impartis, nous avons proposé une solution efficace et bénéfique pour l'entreprise, toutefois il existe d'autres méthodes et organisations possibles à étudier dans la salle de préparation que nous n'avons pas étudiées en raison de la contrainte de temps.

Ceci étant, le modèle d'ARENA et les données collectées représentent un support très solide pour l'analyse, l'amélioration et la conception des organisations dans la salle de préparation.

Le modèle développé peut être une base de travail pour les études suivantes :

- Une étude d'une nouvelle organisation : en se basant sur le modelé développé avec une mise à jour des données et une modélisation de la nouvelle organisation, les ingénieurs d'IMPISA peuvent facilement faire l'analyse d'une nouvelle organisation.
- Une étude des ressources : Le modelé développé donne la possibilité de faire une étude de l'impact de l'augmentation ou la diminution des ressources soit humaine soit matérielle.
- Une étude d'extension : dans le cas d'une extension de la salle de préparation, la direction planification et la direction logistique feront une analyse sur la base de notre modèle afin de faire, en premier lieu, une étude de faisabilité de l'extension, puis une étude pour déterminer la meilleure organisation possible.

VIII.1.3. Entreprise :

Les résultats de la solution proposée affectent l'entreprise vue que l'activité de l'entreprise est fondamentalement consacrée à la préparation et la livraison des commandes.

Afin de déterminer les résultats, nous calculons la valeur monétaire moyenne d'un BP.

La moyenne du chiffre d'affaire journalier d'IMPSA sur une période de 4 mois est : 14 208 774,14 DZD.

La moyenne des BP préparé est 418 ce qui signifie que :

$$\text{Valeur BP} = \frac{\text{Chiffred'affaire}}{\text{nombredeBP}}$$

Donc la valeur moyenne d'un BP est 33 992,28 DZD.

Nous résumons les résultats de la solution proposée comme suit :

Gain de 1 869 575,54 DZD /jour dans le chiffre d'affaire : nous avons gagné 55 BP préparés de plus par rapport au scenario actuel. Nous multiplions le nombre de BP et la valeur du BP

$$33\,992,28 \times 55 = 1\,869\,575,54$$

Gain de 46 739 388,62 DZD par mois et 560 872 663,40 DZD par an.

Hausse de 13% du chiffre d'affaire.

IX. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons modélisé et simulé le processus de préparation des commandes. Notre modèle de simulation nous a permis de proposer une nouvelle organisation de la préparation. Les résultats très positifs que nous avons obtenus engendrent des gains financiers très importants tout en diminuant la pression sur les employés. Ceci permettra l'amélioration de la qualité de leur travail et une plus grande satisfaction.

Le modèle de simulation que nous avons développé pourra servir aux ingénieurs d'IMPSA pour approfondir l'analyse des scénarios et déterminer l'organisation optimale.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'environnement dans lequel évolue IMPSA SPA ALGERIE et la spécificité de l'activité imposent à l'entreprise une grande rigueur dans la satisfaction de ses clients ainsi que la maîtrise de ses coûts. Son marché est caractérisé par une concurrence de plus en plus rude et IMPSA SPA doit plus que jamais maîtriser son activité.

L'objectif de cette étude était d'améliorer la chaîne logistique du répartiteur pharmaceutique IMPSA SPA. Ce document est l'aboutissement de plusieurs mois de travail durant lesquels nous avons nous avons essayé d'apporter les meilleures solutions.

La présente étude nous a permis d'appréhender la notion du management de la chaîne logistique ainsi que ces différents processus à travers la recherche bibliographique. Nous avons appliqué ces connaissances dans l'amélioration de la chaîne logistique d'IMPSA.

Nous avons organisé notre étude comme suit :

En premier lieu, nous avons présenté l'environnement industriel et la structure du marché de l'industrie pharmaceutique ; puis, nous nous sommes focalisées sur l'entreprise, sa position et ses ambitions. Nous avons aussi abordé notre problématique générale. Ce qui a fait l'objet de notre premier chapitre.

Le deuxième chapitre était dédié aux concepts théoriques liés à notre problématique et les outils de résolution pertinents.

Le troisième chapitre a porté sur l'étude de l'existant. Ce chapitre représente notre première contribution au sein d'IMPSA. Nous avons détecté les dysfonctionnements majeurs dans la chaîne logistique avec l'aide d'un diagnostic à trois niveaux en introduisant de multiples outils d'analyse. Nous avons déterminé deux projets à réaliser : le premier consiste à l'élaboration d'un modèle optimisé de transfert des produits entre les deux sites de l'entreprise, l'autre projet est l'optimisation du processus de préparation des commandes.

L'étude et la réalisation du premier projet ont été présentée dans le quatrième chapitre. Nous avons commencé par l'identification du besoin et la collecte des données ; puis nous avons élaboré un modèle qui détermine la quantité qui doit être transférée pour chaque produit et quand ils doivent être transférés. Ce modèle est basé sur la politique de gestion de stock de point de commande et un modèle mathématique résolu par la programmation linéaire. Les résultats du modèle élaboré ont été utilisés dans le paramétrage d'une fonction du support pour le gestionnaire de stock sur le système d'information SAP. L'utilisation de notre modèle a

Conclusion Générale

permis d'éliminer les ruptures dans la salle de préparation ; résultat démontré sur une période d'un mois.

Le projet de l'optimisation de la salle de préparation est présenté dans le dernier chapitre. Afin d'augmenter la capacité logistique de la salle de préparation, nous avons modélisé et simulé le système de préparation actuel sur le logiciel ARENA. Puis nous avons analysé les résultats de la simulation et nous avons proposé une nouvelle organisation. Cette dernière a été modélisée sur ARENA. D'après la simulation de notre proposition de réorganisation du processus, il est possible pour l'entreprise de préparer 55 commandes de plus chaque jour ; ce qui représente une hausse de 13% du chiffre d'affaire soit l'équivalent de 1 869 575 DZD /jour.

La direction d'IMPSA a pris en considération l'application des résultats du projet d'optimisation de la salle de préparation, pour planifier sa mise en place dans un futur proche.

Par ailleurs, notre travail peut être exploité dans la simulation des projets de réorganisation des flux, de l'optimisation des ressources ou la conception d'une nouvelle salle de préparation.

De plus, l'entreprise pourrait améliorer ses performances par la réalisation d'autres projets futurs comme :

- L'élaboration d'un modèle plus exact dans l'anticipation de la demande afin d'éviter le sur-stockage.
- L'optimisation des circuits de distribution par l'élaboration d'un programme de gestion de flotte.

Enfin, ce travail a été l'occasion de réaliser des projets réels de génie industriel, ainsi que de développer nos connaissances dans le domaine de la logistique et la distribution pharmaceutique.

Bibliographie

- (Adla Bentellis, 2010) :
Adla, Bentellis. Intégration des Applications d'Entreprises : Une approche basée objectif pour la gestion des processus métier flexibles. P177. Thèse de Doctorat : informatique : Constantine Université Mentouri : 2010.

- (Aib Mabrouk 2013) :
Aib Mabrouk. Cour Fiabilité 3ème année ENP : Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique, 2013

- (Almansba et Braham, 2013) :
Almansba, H et Braham chaouche. Contribution à l'amélioration de la performance d'une Supply-Chain en utilisant TRIZ et SCOR application : Schlumberger Algérie. Thèse d'ingénieur. Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique, 2013.

- (Amodeo et Yalaoui, 2005) :
Amodeo, L. & Yalaoui, F. Logistique interne : Entreposage et manutention. Paris : Ellipses,2005.

- (Anis Ferchichi, 2008) :
Anis Ferchichi. Contribution à l'intégration des processus métier : Application à la mise en place d'un référentiel qualité multi-vues. Thèse préparée dans le Laboratoire de Génie Industriel de Lille – Ecole Centrale de Lille et Recherche Opérationnelle Innovation - Syllis, 1er Juillet 2008.

- (Babai, 2008) :
Babai, M. Politiques de pilotage de flux dans les chaines logistiques : impact d'utilisation des prévisions sur la gestion de stocks. Paris : HAL archives-ouvertes,2008.

- (Bakalem M, 1996) :
Bakalem, M. Modélisation et simulation orientées objet des systèmes manufacturiers. Thèse de Doctorat en Electronique-Electrotechnique- Automatique, Université de Savoie, France. 1996.

- (Base de données du centre national du registre de commerce, 2015) :
Base de données du centre national du registre de commerce. Disponible sur <http://www.cnrc.org.dz/fr/services/index1.html>

- (Belin Munier, 2010) :
Belin Munier, Christine. Logistique, Supply Chain Management et stratégie orientée développement durable : une revue de la littérature : Logistique & Management : Université de Bourgogne, Laboratoire ThéMA. 2010.

- (Becker et al, 2000):
Becker, Jörg, Michael Rosemann, et Christoph Von Uthmann. Guidelines of business process modeling, In Business Process Management. Liverpool : Springer. P 96. 2000.

- (British Standards Institution, 2015) :
British Standards Institution. Livre blanc : norme iso 9001 Londres. 2015.

- (Cabinet de conseil dans la logistique, 2014) :
Cabinet de conseil dans la logistique, supply chain .2014. [En ligne]. [Consulté le 28 mars 2016]
Disponible sure : <http://cat-logistique.com>

- (Chopra et Meindl, 2001):
Chopra et Meindl. Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation (2 ed.). New Jersey: Prentice Hall. 2001.

- (Cooper et al ,1997):
Cooper, Martha et Lisa. Characteristics of Supply Chain Management and the Implication for Purchasing and Logistics Strategy. The International Journal of Logistics Management. P26. 1997

- (Cassandra, 2015) :
Cassandra, P. Rapport de stage au sein de l ,entreprise La Cave Lyon en tant qu'assistante responsable de l'entrepôt. Docs. school Publications. 2015.

- (Delmond et al, 2003) :
Delmond Marie Hélène, Yves Petit et Jean-Michel Gautieur : Management des systèmes d'information, Dunod. P 631. 2003.

- (Dornier, 2007) :
Dornier, Philippe-Pierre, et Michel Fender. La logistique globale et le Supply Chain Management. Edition d'organisation Eyrolles, P 120. 2007.

- (Thrycia TITE, 2009) :
Thrycia TITE, Supply Chain Management : Une Stratégie pour les Petites et Moyennes Entreprises des Départements Français « L'exemple de la distribution de produits pharmaceutiques » Institut Universitaire de Technologie d'Evry - Romero. Paris. 2009.

- (Ilmane, Bentoumi, 2010) :
Ilmane, Bentoumi. Outil d'aide à la décision stratégique : conception et déploiement d'une méthodologie de mise en oeuvre appliquée au domaine de la distribution pharmaceutique. Mémoire d'ingénieure Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique, 2010.

- (Safia Noui Mehidi,2013) :
Safia Noui Mehidi Epse MESLI. Projet Professionnel MBAIP 10 MDI. (IMPSA 2013)

- (Le Moigne, 2013) :
Le Moigne Rémy. Supply chain management : Introduction. Paris : Dunod. P78. 2013.

- (Pimor et Fender, 2008) :
Pimor Y et Fender M. Logistique : Production- Distribution-Soutien : Logistique et supply chain.Paris, Edition Dundo, 2008.

- (Stadtler Hartmut, 2005):
Stadtler Hartmut. Supply chain management and advanced planning basics, overview and challenges European Journal of Operational Research. P19. 2005.

- (Guéret et al, 2000) :
Guéret, Christelle, Christian Prins, et Marc Sevaux 2000. « Programmation linéaire », paris. Eyrolles.2000.

- (Habchi, 2011) :
Habchi G, « Conceptualisation et modélisation pour la simulation des systèmes de production » Document de Synthèse, Université de Savoie, France.2011.

- (ISO 9001, 2000)
ISO 9001. Les 8 principes de base du Management de la Qualité. Version. 2000.

- (Javel,2010) :
Javel G. Organisation et gestion de la production 4ème édition. Paris : DUNOD. P 113. 2010.

- (Journal officiel, 1998) :
Journal officiel 04/02/1998. [En ligne].Disponible sur :
<http://www.vitamedz.org/articlesfiche/1219/1219906.pdf>

- (Jeston, 2014):
Jeston, John, et Johan Nelis. Business process management. Routledge, 2014.

- (Laurent Guillopé, 2016) :
Laurent Guillopé, Optimisation sous contrainte. Licence de mathématiques. Laboratoire de mathématiques Jean Leray Département de mathématiques, UFR Sciences et techniques Université de Nantes. 2016.

- (Lorino et Philippe, 2003) :
Lorino et Philippe. Méthodes et pratiques de la performance : le pilotage par les processus et les compétences. éd. d'organisation. 2003.

- (Pillet et al, 2003) :

Pillet Maurice, Martin-Bonnefous Chantal, Bonnefous Pascal, et Courtois Alain. Gestion de production et Les fondamentaux et les bonnes pratiques 5ème éditions : gestion de stock. P103 Paris, Eyrolles 2003.

- (Giaccari Philippe,2001)

Giaccari Philippe, Gestion des Processus Business et Modélisation des Processus Business d'une Start- up : informatique : Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme post-grade en informatique et organisation, Institut d'informatique et organisation, Université de Lausanne.Giaccari.2001.

- (Riboud Sainclair,2009) :

Riboud Sainclair. Logistique de distribution, Cours interactif, les entrepôts Notions, diagnostic, optimisation CNAM, UV de Logistique LTR 111, 2009.

- (Reix, 2004) :

Reix, « SYSTEMES D'INFORMATION ET MANAGEMENT DES ORGANISATIONS » de Robert REIX MONPELIER. 2004.

- (Rouibi, Sonia. 2015) :

Rouibi, Sonia. 2015. Cours MSED2 4ème année ENP : Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique, 2015.

- (Roux, 1995) :

Roux, Michel. Entrepôts et magasins. : Paris Les Ed. D'Organisation.1995.

- (Roux 2008) :

Roux, Michel. Entrepôts et magasins : Paris. Eyrolles. P146. 2008.

- (SAP, 2015) :

. SAP Business One 9.1. [En ligne].2015. Disponible sur : <http://help.sap.com/businessone91>.

- (Sevaux et al, 2000) :

Guéret, Christelle, Christian Prins, et Marc Sevaux. Programmation linéaire, Eyrolles. Paris. 2000.

- (Ssi-schaefer, 2007) :

Ssi-schaefer Fritz schaefer, manuel d'utilisation. Berlin.2007.

- (Schael, 1997) :

Schael, Thomas. *Théorie et pratique du Workflow : des processus métier renouvelés*. Springer Science & Business Media. 1997.

- (Unop, 2015) :

Unop 2015. rapport annuel Alger 2015 [On ligne] [Consulté le 28 février] Disponible sur : <http://www.unop-dz.org/> .

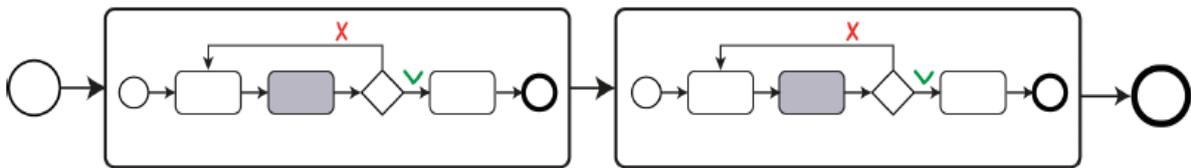
- (Weidlich, 2010) :

Weidlich, Matthias, et Mathias Weske. *Business Process Modeling Notation*. Springer, 2010. [On ligne] [Consulté le 17 mars] Disponible sur : <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-16298-5.pdf>.

Annexes

Annexe 1 Code de la norme BPMN

La Gestion par les Processus Métiers ou « Business Process Management » (BPM) s'appuie sur une cartographie formalisée à l'aide de diagrammes représentant graphiquement les processus de l'organisation.



Une activité , est une action, une unité de travail réalisée aux cours d'un processus, avec un début et une fin bien identifiés. Elle est représentée par un rectangle aux bordures arrondies.

Flux d'orchestration , Ces flux sont formalisés par des flèches, reliant deux concepts dans une logique d'ordonnancement. Chaque flux a donc une origine et une destination.

Les événements de départ, qui sont obligatoire dans chaque processus. Même s'il existe quelques exceptions que nous n'aborderons pas ici, nous considérerons que les événements de départ sont uniques dans un même processus.

Les événements de fin, qui sont également obligatoire mais peuvent être multiples en fonction des différentes fins possibles du processus,

Les événements intermédiaires, qui sont optionnels. Le processus peut être émetteur ou destinataire de ce type d'évènement, ce qui lui permet donc d'interagir avec d'autres processus ou d'être en attente d'action d'autres processus.





Une passerelle, formalisée par un losange, permet de contrôler le flux d'orchestration en proposant des chemins parallèles ou alternatifs.

Evènement de départ :

Ces évènements déclenchent le processus. Ce sont des évènements de type « *catch* » c'est-à-dire des évènements dont notre processus est le destinataire ou l'attrapeur.



Le message, représenté par une enveloppe. Le processus démarre suite à la réception d'un message provenant de l'extérieur du processus, peu importe sa forme (oral, courrier, email, etc...).



Le timer, dont le pictogramme est une horloge. Cet évènement correspond à une indication temporelle comme une date, une heure ou une périodicité. Le processus démarre lorsque la condition temporelle est vérifiée.



Le type d'évènement conditionnel, permet de formaliser le déclenchement d'un processus suivant une règle de gestion.



Le type multiple, lorsque plusieurs évènements déclenchent le processus, on utilise alors Le type multiple.



Un multiple-parallèle, lorsque seule l'occurrence d'un des évènements démarre le processus, on utilise un pentagone. Lorsque l'occurrence de tous les évènements sont nécessaires au déclenchement du processus on utilise le multiple-parallèle,



Le signal, représenté par un triangle. Le processus se déclenche après avoir capté un signal d'un autre processus.

Evènement de fin :

Ce sont des évènements de type « *throw* » c'est-à-dire dont notre processus est l'émetteur ou le déclencheur.



Nous retrouvons donc le **message** et le **signal** en mode throw, c'est-à-dire destiné à un autre processus. Il existe également l'évènement **multiple** mais peu utilisé.



l'évènement de terminaison ou **terminate**, formalisé avec un remplissage du cercle cela met fin à l'ensemble du processus, stoppant les flux parallèles qui pourrait être en cours.

Evènement Intermédiaire :

Les évènements intermédiaires se produisent eux, au cours d'un processus. Ils peuvent être de type « catch » ou « throw ». Le formalisme des pictogrammes va donc devoir spécifier pour certaines natures d'évènement si notre processus est le déclencheur ou le destinataire.



Le timer, l'un des plus utilisés qui permet de modéliser un délai d'attente ou une échéance entre deux activités.



Pour les évènements intermédiaires de types **message**, on distingue l'envoi ou la réception par le remplissage de l'enveloppe.



les évènements intermédiaires de type **signal**, nous précisons que pour qu'un signal émis face référence à un signal reçu, ils doivent être libellés de la même façon.

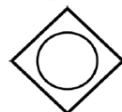


L'évènement de type **Lien** est plus un élément d'aide graphique qu'un véritable évènement

Passerelle :



La passerelle parallèle, permet comme son nom l'indique de modéliser des flux de séquence en parallèle. Le signe + permet de spécifier ce type de passerelle.



La passerelle inclusive, tout comme la passerelle exclusive, elle est conditionnelle, c'est-à-dire que le flux va continuer en fonction de certaines conditions.



La passerelle exclusive, dont les conditions se basent sur des informations. Cette passerelle s'utilise pour mettre le processus en attente d'évènements. L'arrivée d'un évènement déclenchera un des chemins du processus.



La passerelle complexe, est utilisée lorsque le comportement du flux ne peut pas être exprimé par un autre type de passerelle

Tache :

Une tâche est un type d'activité qui ne peut être décomposée, c'est-à-dire qu'il n'est pas possible de définir un niveau de détail plus fin. On parle d'unité élémentaire ou atomique. Par définition, une tâche étant dédiée à une action bien particulière, il est possible d'en spécifier sa nature.



On distingue notamment la tâche de **réception** qui spécifie que l'on reçoit un message d'un utilisateur extérieur et la tâche **d'envoi** qui spécifie que l'on envoie un message à un utilisateur externe au processus.



La tâche **utilisateur** précise que la tâche est réalisée par un acteur humain mais interagissant avec une application informatique, contrairement à la tâche **manuelle** qui est réalisée exclusivement par un acteur humain.



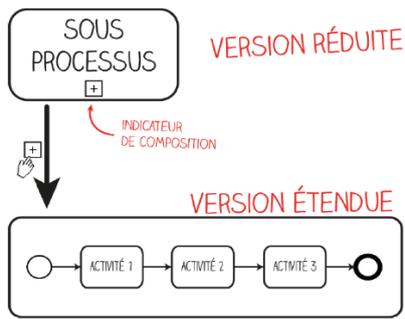
La tâche de **service** est une tâche automatisée, c'est-à-dire sans intervention humaine. L'application informatique déclenchée est vue comme un service demandé.

Les sous processus :



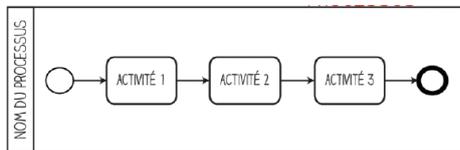
À l'inverse de la tâche, un sous-processus est une activité composée, c'est-à-dire une activité qui peut elle-même être décrite suivant une séquence d'activités.

Le sous-processus peut être représenté de deux façons : soit dans une **version réduite** ; un marqueur carré avec le signe + est alors inscrit sur le sous-processus.



Piscine :

Une piscine est représentée sous la forme d'une boîte rectangulaire. Une piscine représente soit un processus soit une entité métier ou un rôle interagissant avec un processus



Couloir :

Le deuxième concept permettant de représenter les rôles et les responsabilités dans un processus est le couloir ou la ligne de nage. On le représente, tout comme la piscine, par une boîte rectangulaire.



Annexe 3 : La détermination des quantités optimales des différents produits en utilisant le Excel Solvreur

Tableau 3.1 les quantité Max des produits

Rayc	Colonn	Eta	Produit	Collisage	Volume	Rotation	QTE etag	Rot./Cart.	QTE Tampon
7	1	3	PARALGAN 500MG BTE/20 COMP. SECC.	162	14553	524,4300	7	3,23722222	171,0655808
7	1	3	DOLIPRANE 500MG BTE/16 COMP.	520	41226,25	449,8125	7	0,86502404	45,71074502
7	2	3	TIRLOR 10MG BTE/20 COMP.	100	11368,5	136,579545	9	1,36579545	87,81736342
7	2	3	XYDOL 200MG BTE/20 COMP. PELL.	325	37791	170,181818	4	0,52363636	33,668559
7	2	3	CLOFENAL 100MG** BTE/10 SUPP.	150	24336	201,625	4	1,34416667	86,42668437
7	3	3	SAPRAMOL 500MG BTE/12 PDRE. SOL. BUV. SACHET.	100	28152	74,3125	7	0,743125	70,89408937
7	3	3	ALLERTINE 10 MG BTE/20 COMP.	160	17472	74,2045455	4,16666667	0,46377841	44,24443799
7	3	3	ROVAMYCINE 3 000 000 UI BTE/10 ET BTE/16 COMP. PELL.	0	0	72,2613636		#DIV/0!	
7	3	1	ZOMAX 200MG/5ML FL/15ML SUSP BUV	60	31308,75	32,2443182	4	0,5374053	51,26844014
7	4	3	BIOPAMOX 500MG** BTE/12 GELLU.	90	33915	69,9318182	8	0,7770202	23,00227831
7	4	3	BIAFINE 0,670G/100G TUB/93G EMULS.POUR APPLIC. CUTANE	60	22344	68,9431818	4,08163265	1,14905303	34,01563759
7	4	3	CEPHALEX 500 MG BTE/ 20 GELLU.S	480	108790	65,5681818	3,63636364	0,13660038	4,043807254
7	4	1	ANTALFEN ENFANT ET NOURSS 100 mg/5ML FL/200 ML	20	13920	116,1875	8	5,809375	171,9760441
7	5	3	PLAVIX 75MG** BTE/28 COMP. PELL.	120	37665	42,3409091	8	0,35284091	43,60859551
7	5	3	CELEBREX 200MG BTE/10 GELLU.	240	35175	42,3181818	5	0,17632576	21,79259389
7	5	3	PARAMOL 1000MG BTE/10 COMP.	200	25200	40,3636364	4	0,20181818	24,94327395
7	5	3	RHINOCORT 64µG/DOSE FL/120DOSES SUSP. P. PULV. NAS.	120	20268,75	35,7159091	10	0,29763258	36,78524307
7	5	2	PRECORTYL 5MG BTE/30 COMP.	108	15697,5	32,8863636	7	0,30450337	37,63442339
7	5	2	LIPOSIC 0,2% (OU 2MG/G) TUB/10G GEL. OPHT.	300	0	32,8125	6	0,109375	
7	6	3	ZIMOR 20MG BTE/14 GELLU. MICROGRANULES GASTRORESIST	170	35700	42,2727273	4	0,2486631	19,18313479
7	6	3	INNOHEP 3500 UI BTE/2 FL/01 AMP. de 0,5ML SOL. INJ.	50/64/70	11067	42	11 11 10	0,65625	50,62645854
7	6	3	ATACAND 16MG** BTE/30 COMP.	90	14041,5	38,125	15	0,42361111	32,67951292
7	6	3	TARDYFERON 80MG BTE/30 COMP. ENRO.	120	24662	35,6818182	8	0,29734848	22,93897256
7	6	2	COAPROVEL RM 300MG/25MG BTE/28 COMP. PELL.	120	36855	32,7954545	5	0,27329545	21,08339962
7	6	1	BRONCHOCALM ADLT T.S 0.2%/F/150ML FL/150ml SIROP	20	11520	29,8693182	10	1,49346591	115,2135466
7	7	3	SARGENOR A LA VIT C 5 ML AMP.	50	32708	41,5965909	3,84615385	0,83193182	38,65591162
7	7	3	NASONEX 50µG/DOSE** FL/120DOSES AVEC POMPE DOSEUSE	200	33016,5	41,4602273	7	0,20730114	9,632297059
7	7	3	BIROVIT HUP 250MG/250MG COMP. PELLI. BTE/20	240	40362	38,0795455	8	0,15866477	7,372396748
7	7	3	EXFORGE 5MG/80MG BTE/28 COMP. PELL.	100	27113,125	35,5568182	10	0,35556818	16,52156091
7	7	2	BIPROTENS 5 MG BTE/30 COMP. ENRO.	200	25392	30,5681818	5	0,15284091	7,101789526
7	7	1	TOPELIX 0,33MG/ML FL/150ML SRP	35	16965	82,8409091	8	2,36688312	109,9777921
7	8	3	ATENOR 100MG BTE/30 COMP. SECC.	152	24806,25	79,8238636	10	0,525157	114,6224714
7	8	3	BECONASE 50 µG/ Dose FL/100DOSES SUSP.NAS.	100	0	78,4659091	11	0,78465909	
7	8	3	XAMADOL 325MG/37,5MG** BTE/20 COMP. PELL.	150	15498	67,875	10	0,4525	98,76411919
7	9	3	TARDYFERON B9 50MG FER FERREUX**/0,35MG BTE/30 COMP	160	24662	94,6193182	8	0,59137074	29,35566065
7	9	3	ALGIFEN 20MG/ML BTE/1FL. DE 180ML+SERING DE 5ML P. ADN	30	19065	88,6477273	8	2,95492424	146,6825253
7	9	3	NOPAIN 550MG** BTE/10 COMP.	156	30375	88,3068182	4	0,56606935	28,09969885
7	10	3	LOMAC 20MG BTE/15 GILLES	112	23868	153,710227	4	1,37241274	76,85119138
7	10	3	MERCILON 0,02MG/0,15MG BTE/21 COMP.	448/112	55500	184,875	5 10	0,41266741	23,10819563
7	10	1	AMOXICILLINE EG 250MG/5ML** BTE/1FL. DE 60ML DE SUSP. E	80	32775	54,8011364	5	0,6850142	38,35883773
7	11	3	DUPHASTON 10MG BTE/10 COMP. PELL.	120	15480	238,954545	10	1,99128788	121,1141851
7	11	3	SOLUPRED ORO 20MG** BTE/20 COMP. ORODISP.	100	17549	234,142045	4	2,34142045	142,4099615
8	1	3	OMED-20 20 MG BTE/14 GELULES	100	26600	111,738636	10	1,11738636	49,29744744
8	1	3	LEVOTHYROX 50 µG BTE/30 COMP. SECC.	120	18630	114,079545	10	0,95066288	41,94185183
8	1	1	CEPHALEX 250MG/5ML FL/100ML PDRE. SOL. BUV.	50	23400	110,488636	8	2,20977273	97,49193155
8	2	3	SMECTA 3G/SACHET BTE/30 SACHETS PDRE. SUSP. BUV.	30	39060	142,289773	4	2,84579545	82,39586332
8	2	1	AUGMENTIN NOURSS 100 MG/12.50MG/30ML PDRE SOL. BUV	70	33733	82,8238636	8	1,18319805	34,25777662
8	3	3	FUCITHALMIC 0,01 TUB/3G GEL. OPHT.	300	17860	63,4943182	10	0,21164773	28,287015
8	3	3	NOVONORM 1MG BTE/30 COMP.	0	0	56,2897727		#DIV/0!	
8	3	3	ISOMEDINE 0.1% FL/50ML SOL.DERM.	80	20631	52,2386364	10	0,65298295	87,27208588
8	3	3	FLAZOL 125MG/5ML** FL/120ML + BOUCHON DOSEUR SUSP. E	60	28980	32,0397727	4	0,53399621	71,36934121
8	4	3	MICROGYNON 0,15 MG/0,03 MG BTE/ 63 COMP. ENRO.	100	18879	60,4147727	5	0,60414773	91,86845886
8	4	3	HIKMA CEFAZOLIN 1G BTE/1FL PDRE. DE PDRE. * PDRE. SOL. IN	80	15741	54,5284091	9	0,68160511	103,6468541
8	4	3	FRADENE 20MG/ML BTE/2AMP. DE 1ML SOL. INJ. IM	120	15249	52,1704545	10	0,43475379	66,10992424
8	5	3	SPIRACARE 3 000 000UI BTE/10 COMP. PELL.	230	23104	41,4090909	13	0,18003953	34,72321849
8	5	3	INDOCOLLYRE 0.1% FL/5ML COLL	300	26660	41,3863636	8	0,13795455	26,60652324
8	5	3	OXACARE 500MG** BTE/ 12 GELLU.	0	0	40,2556818		#DIV/0!	
8	5	3	DICETEL 100MG BTE/20 COMP. PELL.	0	0	35,4147727		#DIV/0!	
8	5	2	HEXALYSE 5MG/5MG/5MG BTE/30 COMP. A SUCER	40	7500	32,6988636	12	0,81747159	157,6611833
8	5	2	CALCIUM SANDOZ 500MG** (SEL 2,94G / 0,3 G) BTE/20 COMP	54	14400	32,6647727	10	0,6049032	116,6643039
8	6	3	CIPTADINE 4MG** BTE/20 COMP. DISP. SECC.	200	31740	41,3068182	4	0,20653409	13,12980978
8	6	3	CEDROX 1G BTE/12 COMP.	140	25200	41,2272727	8	0,29448052	18,72075059
8	6	3	MEDROL 4MG BTE/30 COMP.	300	26910	37,8409091	5	0,12613636	8,018755904
8	6	3	AMOXICILLINE ACIDE CLAVULANIQUE SANDOZ ADULTE 1G/12	220	49818	35,4147727	3,50877193	0,16097624	10,23360064
8	6	2	TRIAATEC 2,5MG BTE/28 COMP. SECC.	252	36855	32,1761364	5	0,12768308	8,117083991
8	6	1	TOPAAL 4MG/0,6MG/0,8MG/2,6MG/100ML FL/210 ML SUSP.B	40	25970	59,6193182	8	1,49048295	94,75315957
8	7	3	MICARDIS PLUS 80MG/12,5MG BTE/28 COMP.	80	27612	41,1079545	8	0,51384943	40,24361604
8	7	3	COAPROVEL 300MG/12,5MG BTE/28 COMP. PELL.	120	15840	41,1079545	10	0,34256629	26,82907736
8	7	3	TRAVATAN 40µG/ML FL 2,5ML COLLYRE	300	56950,875	37,5625	5	0,12520833	9,806055586
8	7	3	ZECUF SANS SUCRE100MG/60MG/50MG/10MG/60MG/20MG/	20	12180	35,3068182	10	1,76534091	138,257819
8	7	2	TOTALIN 1MG** BTE/30 COMP.	216	31740	30,2272727	4	0,13994108	10,95989338
8	7	2	PYOSTACINE 500MG BTE/16 COMP. PELL. SECC.	270	28880,5	29,5454545	8	0,10942761	8,570142195
8	8	3	ASPEGIC ADULTE 1G/SACH.-DOSE** (1,8G/SACH.-DOSE D'ACE	120	40635	59,4943182	7	0,49578598	36,65743493
8	8	3	FLIXONASE 50µG/DOSE FL/120DOSE SPRAY.NAS.	100	21645,75	57,5170455	5	0,57517045	42,52696558
8	8	3	CLOTASOL 0.05 % TUB/45G CRÈME	64	16072	50,3579545	8	0,78684304	58,17761779
8	8	3	AMOCLAN 8:1 PDRE. SUSP. BUV. SACHET DOSE. 1 G/125MG BT	90	25056	49,9829545	8	0,55536616	41,06267534
8	9	3	BETASONE 0.05% TUB/15G PDE.DERM.	160	18126	62,2670455	9	0,38916903	103,364268
8	9	3	MICROVAL 0,03 MG BTE/28 COMP.	560	30992,5	57,5	4	0,10267857	27,27168518
8	9	3	GYNOVASOL 150MG BTE/03 OVULE	120	14872	50,2840909	4	0,41903409	111,2965018
8	10	3	XYDOL 400MG BTE/20 COMP. PELL.	250	37492	154,397727	4	0,61759091	62,74716052
8	10	1	CYPROHEPTADINE 2MG/5ML FL/125ML SOL. BUV.	40	14566,5	54,6363636	9	1,36590909	138,7761959

Annexe 4 Les mesures de temps d'inter arrivée des BPs

Durée inter-arrivée	
durée (hh:mm:ss)	durée(décimale)/min
00:01:30	1,5
00:00:00	0
00:01:42	1,7
00:00:06	0,1
00:02:18	2,3
00:02:00	2
00:00:30	0,5
00:02:06	2,1
00:01:12	1,2
00:01:54	1,9
00:00:01	1
00:00:36	0,6
00:01:30	1,5
00:00:30	0,5
00:00:54	0,9
00:04:00	4
00:02:30	2,5
00:00:30	0,5
00:00:42	0,7
00:00:54	0,9

Figure 4.1 Les temps inter arrivés

Réinit	Départ
119.	00:00:22,8 - 03:08:50,6
118.	00:00:21,4 - 03:08:27,7
117.	00:00:12,8 - 03:08:06,3
116.	00:00:10,2 - 03:07:53,4
115.	00:00:31,8 - 03:07:43,1
114.	00:03:43,8 - 03:07:11,3
113.	00:02:26,6 - 03:03:27,5
112.	00:01:43,3 - 03:01:00,8
111.	00:00:18,6 - 02:59:17,4
110.	00:01:19,1 - 02:58:58,8
109.	00:00:27,9 - 02:57:39,6
108.	00:00:54,7 - 02:57:11,7
107.	00:00:33,0 - 02:56:16,9
106.	00:00:03,8 - 02:55:43,9
105.	00:00:58,4 - 02:55:40,0
104.	00:01:04,1 - 02:54:41,6

Figure 4.2 Une capture du chronomètre lors des mesure

Annexe 5 Les mesures de temps de préparations dans la zone cage

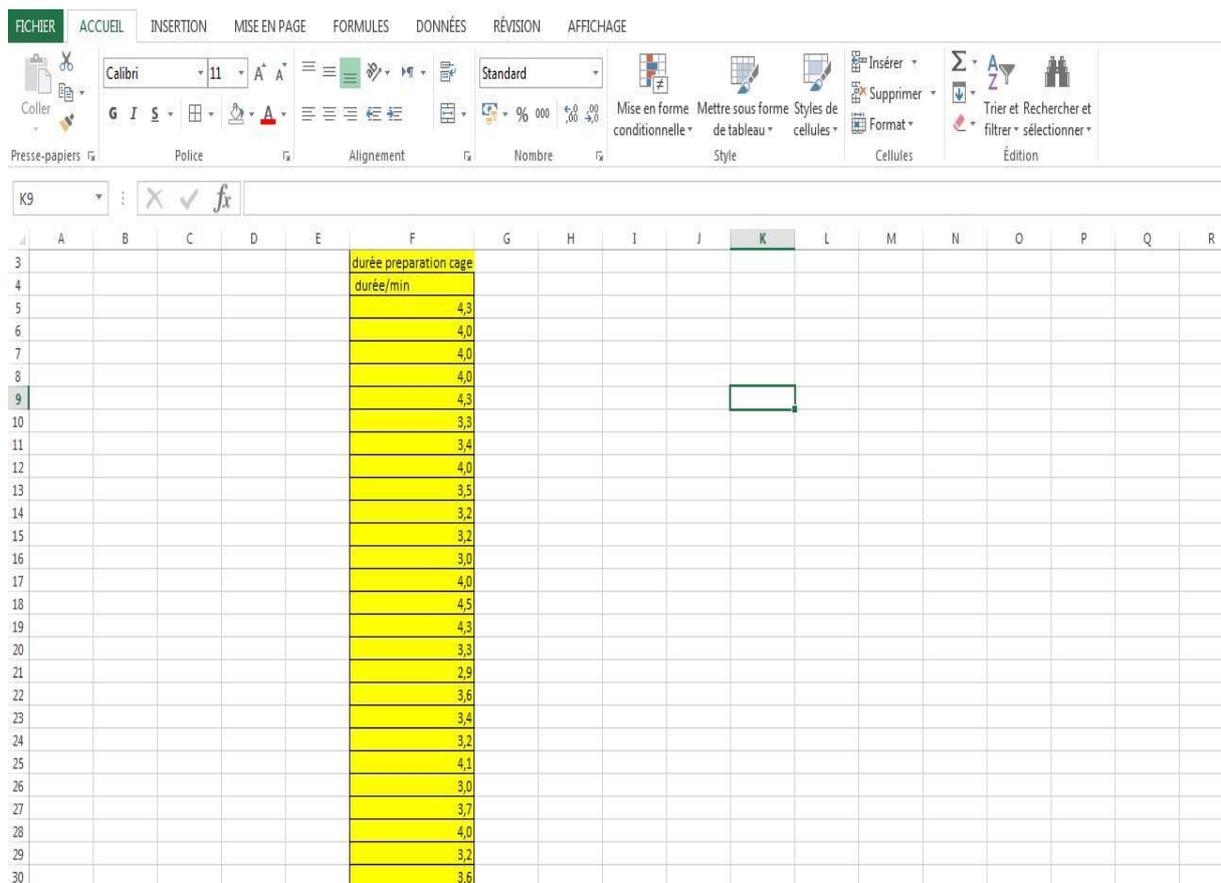


Figure 5.1 Les temps de préparation dans la zone cage

Zone : cage		Préparation des BP au niveau de la cage			remarques
N° PB	nombre de linges	Date Entrée	Date sortie	Durée	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

Figure 5.2 Fiche utilisée afin de prendre les mesures des durées de préparations dans la zone cage

Annexe 6 Les mesures de temps de préparation dans la zone statique

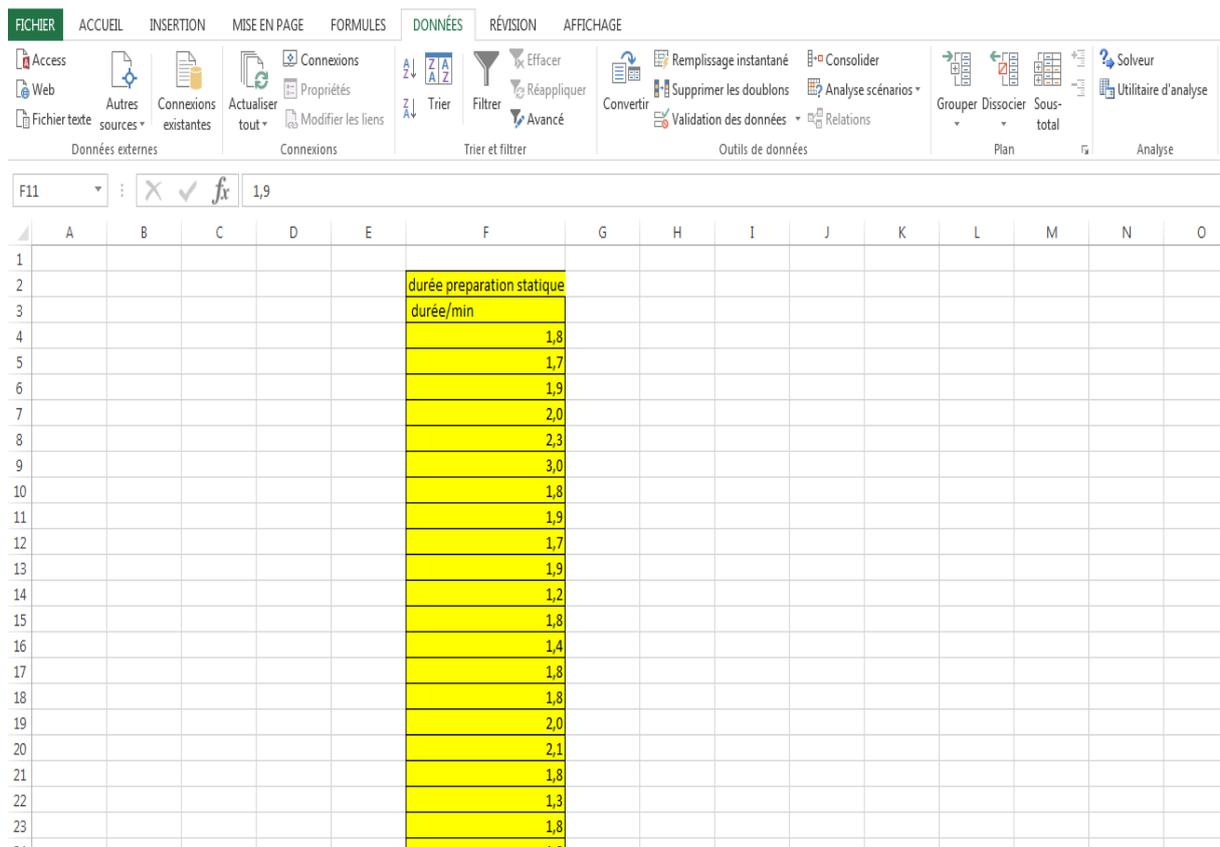


Figure 6.1 Les temps de préparation dans la zone statique

Zone : statique		Préparation des BP au niveau de la zone statique			
N° PB	nombre de linges	Date Entrée	Date sortie	Durée	remarques
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

Figure 6.2 Fiche utilisée afin de prendre les mesures des durées de préparations dans la zone statique

Annexe 7 Les mesure de la durée de préparations dans la zone frigo

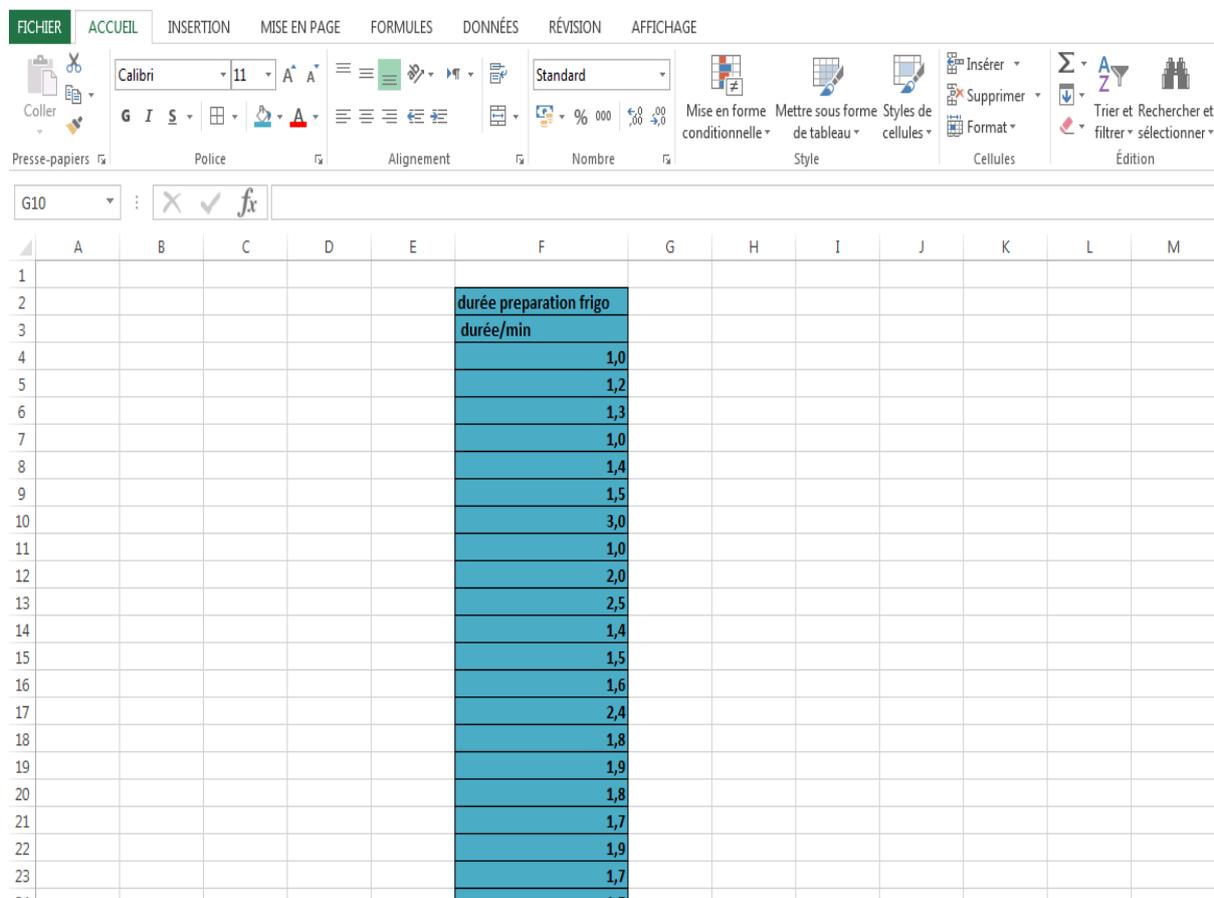


Figure 7.1 Les temps de préparation dans la zone frigo

Zone :Frigo	Préparation des BP au niveau de la zone frigo				
N° PB	nombre de linges	Date Entrée	Date sortie	Durée	remarques
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

Figure 7.2 Fiche utilisée afin de prendre les mesures des durées de préparations dans la zone frigo

Annexe 11 Les politiques de réapprovisionnement

Définir une politique d'approvisionnement, revient à répondre aux deux questions suivantes :

- Quand faut-il s'approvisionner ?
- Combien faut-il en approvisionner ?

L'approvisionnement d'un stock est basé sur les deux paramètres suivants, le temps et la quantité. Ces paramètres peuvent être fixes ou variables.

Le croisement de ces deux paramètres, permet d'envisager les quatre politiques suivantes :

Tableau 11.1 Les politiques d'approvisionnement (Courtois et al, 2003)

	Période fixe	Période variable
Quantité fixe	Politique du réapprovisionnement fixe	Politique de point de commande
Quantité variable	Politique de reemplètement périodique	Approvisionnement par dates et quantités variables

i. Politique de réapprovisionnement fixe

Avec cette méthode, l'approvisionneur prévoit un réapprovisionnement à date fixe et d'une quantité qui sera toujours la même. Bien que ce soit une des méthodes les plus simples, si la consommation n'est pas régulière, le risque de surstock ou de ruptures est important.

Dans cette méthode, on définit un Stock de Sécurité (SS), pour se protéger des ruptures, on réapprovisionne le stock à une périodicité constante notée T, et à quantité constante notée Q.

Le schéma suivant explique la politique de réapprovisionnement fixe

ii. Politique de reemplètement périodique

Le principe de la politique de reemplètement périodique, est que le gestionnaire doit définir un niveau de stock maximum et complète la quantité manquante pour atteindre le stock maximum à intervalles réguliers.

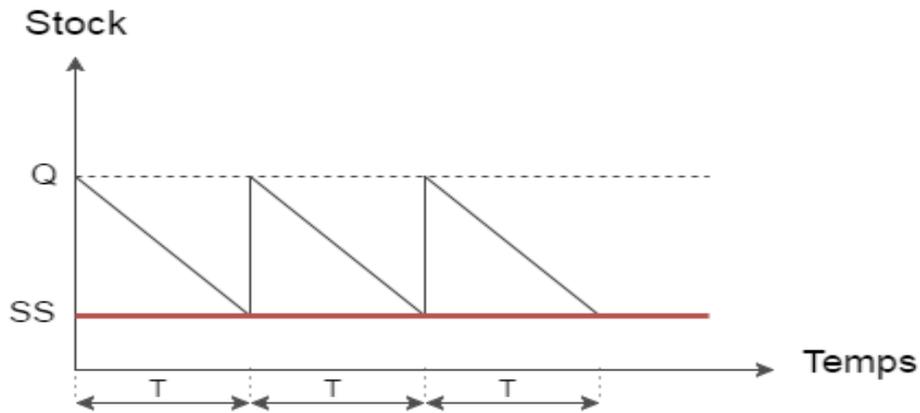


Figure 11.1 *Politique du réapprovisionnement fixe*

Cette méthode consiste à reconstituer de façon régulière le stock pour atteindre une valeur de reconstituer appelée ici Q_m .

Pour calculer le niveau de reconstituer Q_m , il faut tenir compte de la consommation moyenne par unité de temps (C), du délai de réalisation ou d'approvisionnement de l'article (D), de la période de passation des commandes ou de lancement (d) et d'un stock de sécurité dimensionné pour éviter des ruptures dues à la variabilité de la consommation réelle (SS).

$$Q_m = C \times (D+d) + SS$$

Le schéma suivant explique la politique de reconstituer périodique.

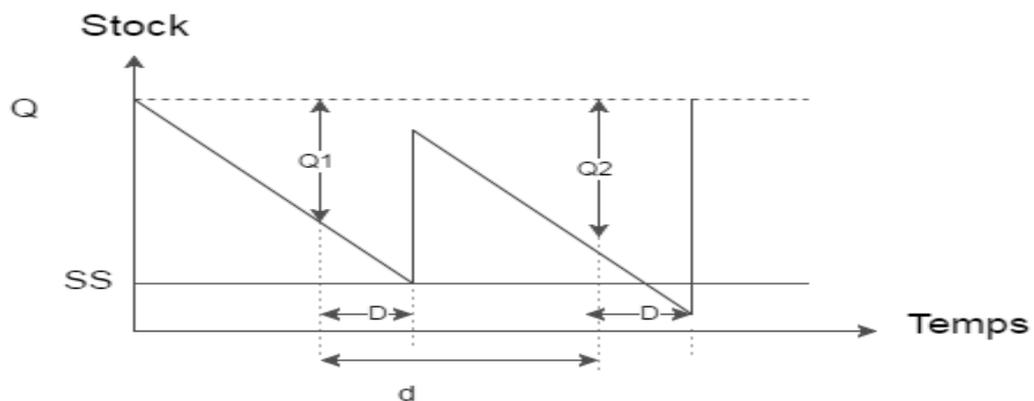


Figure 11.2 *Politique du réapprovisionnement périodique*

iii. Politique point de commande

La méthode du point de commande consiste à définir le niveau de stock à partir duquel une commande doit être passée au fournisseur. Son calcul se fait de la manière suivante :

Le point de commande PC

La Consommation moyenne par unité de temps (C),
Délai de réalisation ou d'approvisionnement de l'article (D), stock de sécurité (SS).

$$PC = C \times D + SS$$

Le schéma suivant explique la politique point de commande

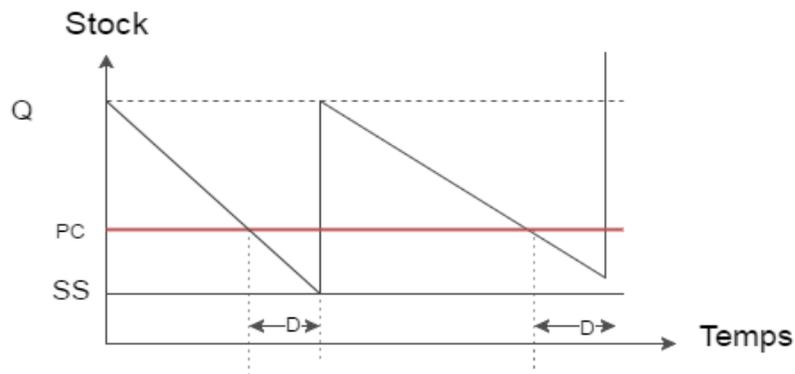


Figure 11.3 *Politique de point de commande*

iv. Politique d'approvisionnement par dates et quantités variables

Pour cette méthode il s'agit de se doter à une période T d'un niveau de réapprovisionnement maximum. A l'intérieur de la période T , quand le stock tombe au-dessous du seuil d'approvisionnement, on commande une quantité Q pour atteindre le niveau de réapprovisionnement maximum.

IX.1.2. Analyse des politiques de réapprovisionnement

L'analyse des travaux sur les politiques de réapprovisionnement nous a permis de résumer les avantages et les inconvénients de chaque politique dans le tableau suivant.

Tableau 11.1 Analyse des politiques de réapprovisionnement

Politique	Avantage	Inconvénient
Réapprovisionnement fixe	-Gestion de stock facile -Economie d'échelle (vu la quantité souvent élevée)	-Risque élevé de rupture ou sur-stockage dans le cas d'une consommation irrégulière
Recomplètement périodique	-Regroupement des commandes -Gestion et financières facile	-Stock de sécurité élevé -risque de rupture
Point de commande	- Meilleure optimisation des approvisionnements -Maitrise des ruptures	-Nécessité d'un contrôle permanent
Date et Quantité variables	- Meilleure réactivité	-Très sensible aux aléas de l'environnement

Annexe 12 Programmation mathématique

i. Programmation mathématique

Le terme programmation fait référence ici au domaine de la prise de décision et non au codage informatique. Généralement, on appelle programmation mathématique la recherche de l'optimum d'une fonction de plusieurs variables, liées entre elles par contraintes sous forme d'égalités ou inégalités. Un ensemble de valeurs des variables satisfaisant les contraintes d'un problème de programmation mathématique est parfois appelé un programme. (Guillopé, 2015)

ii. La Programmation linéaire

La programmation linéaire est un outil très puissant de la recherche opérationnelle. C'est un outil générique qui peut résoudre un grand nombre de problèmes. En effet, une fois un problème modélisé sous la forme d'équations linéaires, des méthodes assurent la résolution du problème de manière exacte. On distingue dans la programmation linéaire, la programmation linéaire en nombres réels, pour laquelle les variables des équations sont dans \mathbb{R}^+ et la programmation en nombres entiers, pour laquelle les variables sont dans \mathbb{N} . Bien entendu, il est possible d'avoir les deux en même temps. Cependant, la résolution d'un problème avec des variables entières est nettement plus compliquée qu'un problème en nombres réels. Une des méthodes les plus connues pour résoudre des programmes linéaires en nombre réels est la méthode du Simplex. En théorie, elle a une complexité non polynomiale et est donc supposée peu efficace. Cependant, en pratique, il s'avère au contraire qu'il s'agit d'une bonne méthode. De plus, de nombreux logiciels intégrant cette méthode existent. Certains sont utilisés via une interface graphique alors que d'autres permettent une communication par fichiers ce qui autorise l'utilisation du programme de manière cachée dans le développement d'un autre logiciel. (Guéret, 2000)

- Programme linéaire : définition mathématique :

Variables réelles : x_1, x_2, \dots, x_n

- Fonction objectif linéaire à optimiser (min ou max) :

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

- Contraintes linéaires (égalités ou inégalités) :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m$$

- Solution : toute affectation des variables qui respecte les contraintes.
- Solution optimale : solution qui optimise (maximise ou minimise) la fonction objective.

Des exemples de plusieurs problèmes peuvent être résolues en utilisant des logiciels de résolution mathématique.