

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique



Département Génie Industriel

L'entreprise NUMILOG

Mémoire de projet de fin d'études

pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Management Industriel

**Optimisation du processus de préparation de commandes
dans une plateforme logistique par l'application des outils
d'aide à la décision et de LEAN management
Application : NUMILOG (Produit BRANDT)**

Réalisé par :

Amine ALIOUCHE (Management de l'Innovation)

Ahmed seghir FARAH (Management Industriel)

Présenté et soutenu publiquement le (25/09/2017)

Composition du Jury:

Président	M. Iskander ZOUAGHI	Maitre de Conférences B	ENP
Examineur	M. Ali BOUKABOUS	Maitre-assistant A	ENP
Promoteur	M. BENHASSINE	Maitre de Conférences A	ENP
Co-Promoteur	M. Samir KADEM	Responsable d'exploitation	NUMILOG

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique



Département Génie Industriel

L'entreprise NUMILOG

Mémoire de projet de fin d'études

pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Management Industriel

**Optimisation du processus de préparation de commandes
dans une plateforme logistique par l'application des outils
d'aide à la décision et de LEAN management
Application : NUMILOG (Produit BRANDT)**

Réalisé par :

Amine ALIOUCHE

Ahmed seghir FARAHA

Présenté et soutenu publiquement le (25/09/2017)

Composition du Jury:

Président	M. Iskander ZOUAGHI	Maitre de Conférences B	ENP
Examineur	M. Ali BOUKABOUS	Maitre-assistant A	ENP
Promoteur	M. BENHASSINE	Maitre de Conférences A	ENP
Co-Promoteur	M. Samir KADEM	Responsable d'exploitation	NUMILOG

DEDICACE

A mes chers Parents

A qui je dois ce que je suis

Pour son soutien tout le long de ma vie scolaire

A mes Frères et mes Sœurs

A ma Grande Famille

A mes Enseignants et Amis

Et à Tout qui a collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Que dieu leur accorde santé et prospérité.

Amine

*A mes chers Parents pour leurs Amours et leurs Prières
A mes généreux Frères et Sœurs
A tous mes Amis et Particulièrement ceux dont la dureté de la vie ne
leur a pas permis d'avoir de diplôme.*

Ahmed

RESUME ET MOTS CLES

ملخص:

قطاع الخدمات اللوجستية قطاع ديناميكي جدا يتطلب درجة عالية من المرونة وسرعة الاستجابة لتحضير الطلبات على مستوى المراكز اللوجستية. تترجم فعالية هذه المراكز بشكل عام من خلال فعالية تحضير الطلبات. ومن هنا، ينبغي إيلاء اهتمام خاص لهذه العملية من أجل التحكم في التكاليف اللوجستية ودقة مواعيد تسليم هذه الطلبات.

الهدف من هذا العمل هو جعل عملية تحضير الطلبات التي تخص منتجات Brandt لمقدم الخدمات اللوجستية Numilog أكثر كفاءة، وذلك من خلال اختصار مدة التحضير، زيادة الإنتاجية والعمل على نوعية التوصيل.

ولإتمام هذا العمل بشكل جيد، نقوم بتطبيق منهجية DMAIC ونستخدم أدوات دعم القرار و LEAN مناجمت لحل الأعطال المكتشفة مع أخذ الجانب الإنساني بعين الاعتبار.

الكلمات المفتاحية: مراكز لوجستية، تحضير الطلبات، DMAIC، LEAN، دعم اتخاذ القرار.

Abstract:

The logistics service sector is a very dynamic sector that requires a high degree of flexibility and responsiveness of order processing at the platform level. Perceived performance for a platform is generally reflected by the performance of the order-picking process. Hence the need to pay particular attention to this process for controlled logistical costs and delivery times.

The aim of this work is to make the order-picking process for Brandt products for the logistics provider Numilog more efficient, reducing order processing times, increasing productivity and acting on the quality of deliveries.

To carry on this work well, we deploy the DMAIC methodology and we use decision-support tools. and LEAN management to solve the malfunctions detected while taking the human aspect into consideration.

Keywords: Logistics platform, Order picking, DMAIC, LEAN, decision-support.

Résumé :

Le secteur de prestation de service logistique est un secteur très dynamique qui nécessite de grande flexibilité et réactivité de traitement de commandes au niveau des plateformes. La performance perçue pour une plateforme se traduit en général par la performance de processus de préparation de commandes. D'où la nécessité de l'accorder une attention particulière pour des coûts logistiques et des délais de livraison maîtrisés.

L'objectif de ce travail est de rendre le processus de préparation de commandes de produits Brandt pour le prestataire logistique Numilog plus performant, en réduisant les délais de traitement des commandes, augmentant la productivité et en agissant sur la qualité des livraisons.

Pour bien mener ce travail, nous déployons la méthodologie DMAIC et nous utilisons des outils d'aide à la décision et de LEAN management pour résoudre les dysfonctionnements décelés tout en prenant l'aspect humain en considération.

Mots clés : Plateforme logistique, Préparation de commandes, DMAIC, LEAN, aide à la décision.

REMERCIEMENT

En préambule de ce mémoire, nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a aidé et nous a dirigé et donné l'harmonisation et la conciliation,

Nous remercions M. BENHASSINE notre encadreur qui nous a aidé, pour le suivi de l'avancement du projet, et pour aussi ses recommandations nécessaires pour mener à bien notre travail,

Nous remercions aussi les membres du juré, M. ZOUAGHI et M. BOUKABOUS, d'accepter d'étudier et d'évaluer notre travail, et également l'ensemble de nos enseignants du Département Génie Industriel, pour la formation rigoureuse qu'ils nous ont prodiguée,

Nous tenons ensuite à présenter nos gratitude et remerciements les plus profonds à notre tuteur professionnel M. KADEM Samir le responsable d'exploitation d'avoir nous accueilli dans son soutien pour travailler et être membre d'une équipe qui a toujours apparue un esprit de coopération et de solidarité, et ainsi avoir un suivi réel et permanent.

Nous souhaitons ainsi adresser notre immense respect à M. HADJI le responsable administratif qui a été toujours présent pour répondre à nos questions et nos interrogations.

Nous n'oublions pas de présenter aussi nos remerciements à M. OUAHI et M. HAMICHI les chefs d'équipe de leurs disponibilités quotidiennes, et de leurs partages d'expériences sans aucune hésitation.

Et bien sûr nous ne ratons pas l'occasion de remercier particulièrement et très chaleureusement M. RAHEM et Mlle BARKI qui nous ont offert toujours les données nécessaires pour notre travail, et qui n'ont pas cessé de donner des conseils bénéfiques.

Enfin nos immenses remerciements à tous les membres des deux équipes de préparation de commandes, qui nous ont donnés de leurs temps pour nous offrir une bonne connaissance de la manière de déroulement de travail et à tous le personnel de la plateforme de Bouira.

Table des matières

LISTE DES FIGURES

LISTES DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

GLOSSAIRE

INTRODCUTION GENERALE 14

CHAPITRE I : ETUDE DE L'EXISTANT ET PROBLEMATIQUE..... 18

1. L'ENTREPRISE ET SON ENVIRONNEMENT	18
1.1. <i>Le groupe Cevital</i>	18
1.2. <i>Numilog, filiale de prestation logistique de Cevital</i>	19
1.3. <i>Environnement de l'entreprise</i>	20
1.4. <i>Stratégie de Numilog</i>	21
2. LA CHAINE LOGISTIQUE DE NUMILOG	22
2.1. <i>Le réseau de distribution</i>	22
2.2. <i>La plateforme logistique Bouira</i>	23
2.3. <i>La chaîne logistique globale Numilog-Brandt</i>	24
3. DIAGNOSTIC ET PROBLEMATIQUE	30
3.1. <i>Environnement externe</i>	31
3.2. <i>Environnement interne</i>	32
3.3. <i>Etude des besoins de Brandt et élaboration de la problématique</i>	34

CHAPITRE II : ETAT DE L'ART 41

1. LA CHAINE LOGISTIQUE ET LE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	41
1.1. <i>Processus de la chaîne logistique</i>	42
1.2. <i>Les décisions dans la chaîne logistique</i>	43
1.3. <i>L'externalisation de la logistique et les prestataires logistiques</i>	43
2. LES PLATEFORMES LOGISTIQUES.....	46
2.1. <i>La différence entre l'entrepôt et la plateforme logistique</i>	46
2.2. <i>Le rôle des plateformes logistiques dans la chaîne logistique</i>	46
2.3. <i>Les différents types de flux dans une plateforme logistique</i>	48
2.4. <i>La préparation de commandes dans une plateforme logistique</i>	49
3. PERFORMANCE ET METHODES D'ANALYSE.....	53
3.1. <i>La performance par l'optimisation des processus</i>	54
3.2. <i>La démarche DMAIC</i>	55
3.3. <i>Méthode d'analyse des processus SDT</i>	56
3.4. <i>La méthode Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	58
3.5. <i>Optimisation multi-objectif</i>	60

CAHPITRE III : ANALYSE ET AMELIORATION..... 63

1. MESURE ET ANALYSE.....	63
1.1. <i>Mesure de la performance de la préparation de commandes</i>	63
1.2. <i>Analyse des Résultats</i>	69
2. AMELIORATIONS	73
2.1. <i>La réorganisation des quais de préparation de commandes</i>	73
2.2. <i>Rééquilibrage des tâches de préparation de commandes</i>	86
2.3. <i>Traitement de taux de casses</i>	97
3. CONTROLE DU PROCESSUS AMELIORE	102

3.1. <i>Mesure de la nouvelle performance</i>	102
3.2. <i>Maîtrise de la nouvelle organisation</i> :.....	104
CONCLUSION GENERALE	107
BIBLIOGRAPHIE	108
LISTE DES ANNEXES	111

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I :

Figure I-1 :Réseau de distribution de l'entreprise Numilog (document interne fournie par l'entreprise)	23
Figure I-2: Plan de stockage dans les 4 cellules pour le client Brandt (document interne de l'entreprise)	27
Figure I- 3: l'organisation de la zone Picking.....	27
Figure I-4: Plan de stockage dans les 4 cellules dossiers Brandt (Notre propre Modélisation)	29
Figure I-5: Schéma explicatif de la chaine logistique globale qui lie Numilog et Brandt (Notre propre modélisation)	30
Figure I-6: Degré d'importance des CTQ.....	35
Figure I-7: Arbre des attentes (Qualité de livraison).....	37
Figure I-8: les heures supplémentaires, retard et volume totale expédié dans l'exercice 2016	38

CHAITRE II :

Figure II-1: Types de chaines logistiques (Mentzer et Al, 2001).....	42
Figure II-2: Architecture de gestion d'une chaîne logistique (Cooper et Al 1997)	42
Figure II-3: Pyramide des niveaux de décisions (Colin et Al, 1981).....	43
Figure II-4: Structure des coûts logistiques avant et après l'externalisation Source :ALLYN INTERNATIONAL SERVICES INC, Support de présentation de son activité,2009.....	44
Figure II- 5 : Le prestataire logistique comme maillot de la CL (Michel Fender 2006).....	45
Figure II-6 : Les types de prestataires logistique	46
Figure II-7 : Les changements opérés dans les schémas logistiques de la grande distribution (Fret et Intermodalité de M.Fender (ENPC))	47
Figure II-8 : Nombre optimum de sites logistiques, liée à une augmentation des coûts du transport (CRET Log)	48
Figure II- 9 : Les différent flux présents dans un entrepôt(Rouwenhorst 2000).....	48
Figure II- 10 : Les grandes classes de problèmes de l'optimisation de la préparation de commandes.....	52
Figure II- 11 : Les symboles utilisés pour la représentation de déroulement de processus	57

CHAPITRE III :

Figure III. 1: taux des produits expédiés selon le type de stockage (Numilog 2016)	67
Figure III. 2 : La comparaison entre le temps réel et le temps de simulation pour quelque commandes (hors la période de saisonnalité).....	68
Figure III. 3: Taux d'occupation des OPL (Arena Simultor).....	70
Figure III. 4: Le changement de niveau de la performance des deux équipes dans le cas d'affectation déséquilibrée à long terme	71
Figure III. 5: Figure explicatif de la simplification des flux dans la PFL	74
Figure III. 6 : Compositions de distance de prélèvement.....	75
Figure III. 7 : les flux de prélèvements dans un stock aléatoire par classe	76
Figure III. 8 : Diagramme Bête à cornes	79
Figure III. 9 : Modèle entité-association	82
Figure III. 10 : Modèle Relationnel de données créer par Microsoft Access.....	84
Figure III. 11 : Formulaire de choix de quai optimal	84

Figure III. 12 : comparaison entre les distance optimale et les distances parcourues de quelques commandes.....	85
Figure III. 13 : Nombre moyen de palettes constituée de picking par CLR dans la période de la haute saison	87
Figure III. 14: Modélisation du contrôle combiné proposé.....	90
Figure III. 15: coefficients d'importance des critères	92
Figure III. 16: configuration de l'outil Optimtool	95
Figure III. 17 : l'écart entre les deux équipes par rapport aux critères pondérées	96
Figure III. 18 : : Le changement de niveau de la performance des deux équipes dans le cas d'affectation équilibrée à long terme	96
Figure III. 19: Volume globale traité et Nombre de produits cassés par moi	98
Figure III. 20 :Le pourcentage de casse par type de stockage.....	98
Figure III. 21 :Pourcentage de casse par	99
Figure III. 22: L'analyse Pareto des casses déclarées par les CLR.....	99
Figure III. 23: Diagramme de causes à effet (Casse de l'exercice 2016)	101
Figure III. 24 : taux d'occupation des OPL (système amélioré).....	103

LISTES DES TABLEAUX

CHAPITRE I :

Tableau I. 1 : Besoin de Brandt par rapport la plateforme de Bouira	34
---	----

CHAPITRE II :

Tableau II. 1 : Affectation préparateur(s) / commande(s) - Avantages et inconvénients (FAQ-Logistique)	50
Tableau II. 2 : Les indices de la cohérence Saaty	59

CHAPITRE III :

Tableau III. 1: mesures SDT	65
Tableau III. 2 : KPI du processus de préparation de commandes (Système initial)	68
Tableau III. 3 : Liste des cas d'utilisation fonctionnelles	79
Tableau III. 4 : Dictionnaire de données	81
Tableau III. 5 : Modèle de classes d'entités	81
Tableau III. 6 : Modèle de classes d'associations	82
Tableau III. 7 : Le modèle relationnel de données	83
Tableau III. 8 : l'ensemble des critères	91
Tableau III. 9 : l'affectation actuelle des opérations aux deux équipes.	94
Tableau III. 10 : la solution, représentant la réaffectation des opérateurs équilibrée.....	95
Tableau III. 11: les écarts constatés entre les deux équipes par rapport aux critères.....	95
Tableau III. 12 : La nouvelle affectation des opérations aux deux équipes.	96
Tableau III. 13 : Nombre de casses internes et externes	99
Tableau III. 14 : KPI du système amélioré.....	103

LISTE DES ABREVIATIONS

ABC : Analyse PARETO
AHP : *Analytic Hierarchy Process*
BIT : *Bureau International du Travail*
BR : *Bon de Réception*
BT : *Bon de Transfert*
BtoB : *Business to Business*
CEL : *Chef d'Equipe Logistique*
CLR : *Centre logistique Régional*
CLR : *Centre logistique Régional*
CTQ : *Critical To Quality*
DPP : *Détail Prélèvement Picking*
DPS : *Détail Prélèvement sur Stock*
DRS : *Détail Réapprovisionnement depuis le Stock*
EAN : *European Article Numbering*
EDI : *Échange de Données Informatisé*
LRT : *Liste Récapitulative Transporteur*
OD : *Ordre de Déchargement,*
OPL : *Opérateur Logistique*
PCC : *Prélèvement en Conditionnement*
PDA : *Personal Digital Assistant*
PDP : *Plan Directeur de Production*
PME : *Petites et Moyennes Entreprises*
PSL : *prestataire de services logistiques*
QQOQCCP : *Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?*
SDT : *Simplification du travail*
SL : *Stuffing List*
SNTR : *Société Nationale de Transport Routier*
SPCB : *Sous Par ComBien*
TC : *Transconteneur*
TRIZ : *Teorija Reshenija Izobretateliskih Zadatch*
UM : *Unité de Manutention*
UV : *Unité de Valeur*
WMS : *Warehouse Management System*
IC : *Indice de Cohérence*
RC : *Ratio de Cohérence*

GLOSSAIRE

- **Commercial Invoice** : Commande par contact téléphonique directe en cas de retard de passation d'ordre (**Numilog**).
- **Stuffing list** : une liste douanière qui contient les informations du TC, les références, leurs quantités...(Numilog).
- **Zone prison** : une zone spéciale dédiée aux produits non conformes ou cassé afin de les inspecter (**Numilog**).
- **Reject** : Rejet évidant des produits non conformes ou cassés (Numilog).
- **Holding** : Maintient temporairement les produits subissant des anomalies pour les inspecter par le service de qualité (**Numilog**).
- **Pass** : Etat normale des produits conformes ou des produits de qualité incertaine après le passage de l'inspection (**Numilog**).
- **EAN** : Acronyme de European Article Number. Norme européenne concernant l'identification des produits du commerce à l'aide d'un code à barres. Cette norme est compatible avec la norme américaine, ce qui la rend pratiquement universelle (**Roux, 2008**).
- **Picking** : Opération de prélèvement des articles dans un lieu de stockage pour constituer une commande (**Roux, 2008**).
- **Keep-Contact** : **maintenir le contact** téléphonique directe afin de faire une commande en cas de retard de passation (**Numilog**).
- **Géolocalisation** : un procédé permettant de positionner un objet (une personne, etc.) sur un plan ou une carte à l'aide de ses coordonnées géographiques (**Wikipédia**).
- **Hub** : Dans le domaine de la logistique internationale un hub est un centre de tri et d'aiguillage de la marchandise. C'est le point central d'une organisation logistique destiné à regrouper un grand nombre de colis et d'où partent une multitude de rayons qui acheminent la marchandise, jusqu'à leur destination (**glossaire-international**).
- **Cross-docks** : On appelle cross-docking l'opération qui consiste à prendre une marchandise sur le quai d'arrivée pour la transférer immédiatement sur le quai départ, sans passer par la phase de stockage (**Roux, 2012**).
- **Par ComBien** : Acronyme de « Par combien », conditionnement, le plus souvent carton, constitué de SPCB ou d'unités de vente (**faq-logistique**).
- **Sous Par ComBien** : Acronyme de « Sous par combien », conditionnement multiple d'unité de vente (**faq-logistique**).
- **Gemba Walk**: La marche Gemba est une activité des managers qui consiste à aller sur le terrain pour rechercher les gaspillages et les opportunités d'amélioration (**leleanmanufacturing**).
- **Lead Time** : Le temps total du cycle de production, c'est-à-dire le temps total entre l'arrivée des matières premières et sous-ensembles et la sortie du produit fini (**Fender, 2008**).

INTRODUCTION GENERALE

INTRODCUTION GENERALE

Suite au changement des exigences des entreprises et à la crise économique que l'Algérie a connue en raison de l'instabilité des prix du pétrole, le gouvernement Algérien s'est lancé à la recherche de nouvelles stratégies et politiques afin de satisfaire les besoins du cluster industriel en réorientant l'économie du pays vers d'autres directions loin de la dépendance du marché des hydrocarbures. Dans cette optique, les pouvoirs publics ont conduit les travaux d'un groupe de travail interministériel¹ pour élaborer un plan logistique national sur le court et le moyen terme et ce, pour améliorer la logistique dans le pays afin d'y assurer un développement durable. Plusieurs projets logistiques de grand taille ont été réalisés ou en cours de réalisation ont permis de développer l'environnement de la logistique du pays.

La croissance récente des industries, voulues par le gouvernement pour préparer l'après-pétrole, était la cause de l'émergence d'un cluster logistique d'une taille très importante. En effet, l'Algérie représente aujourd'hui l'un des marchés les plus attractifs du secteur logistique. Ce marché prometteur, à potentiel énorme, conduit à l'émergence d'opérateurs logistiques et de transporteurs professionnels doté des systèmes de pointe et qui veulent s'impliquer comme leaders dès le début de développement de ce marché afin d'évoluer rapidement avec son évolution.

Dans cette optique, les prestataires logistique existants visent l'amélioration continue de toute la chaîne logistique tout en développant une relation privilégiée avec l'ensemble des partenaires. Or, le client figure parmi les partenaires clés que l'entreprise doit satisfaire en délivrant le bon produit dans les délais et avec quantités espérées aux meilleurs prix.

Dans ce contexte et pour rester compétitives, ces entreprises sont contraintes d'améliorer leurs logistiques, tant au niveau stratégique, pour s'adapter aux progrès de la technologie ou suivre les évolutions du marché en implémentant de nouvelle plateforme, qu'au niveau opérationnel, pour réagir face aux aléas et assurer un niveau de flexibilité qui permet d'atteindre des délais très réduits en optimisant l'exploitation de ces plateformes.

L'un de ces prestataires, l'entreprise Numilog, une filiale du groupe Cevital qui accompagne le déploiement des activités d'autre filiales dans le but d'alléger les coûts logistiques du groupe.

Dans la quête de l'avantage concurrentiel décisif, Numilog s'orientent, en premiers temps, vers l'optimisations des processus clés interne afin de tendre vers l'excellence opérationnels et devenir une référentiece de métier. La logistique opérationnelle s'inscrit dans une dynamique d'amélioration visée par l'entreprise. L'objectif de l'entreprise est l'amélioration continuellement de sa qualité de service dans le but de préserver son avantage concurrentiel et satisfaire ses clients filiaux du groupe ou externes.

La plateforme logistique de Bouira est la plus importantes pour l'entreprise étant positionnée au milieu de son réseau et donc la performance de la chaine logistique de Numilog dépend des résultats du fonctionnement de cette plateforme. Cette plateforme est considérée comme un éléments vital dans le développement des activités de Numilog vu qu'elles permettent un certain niveau de flexibilité des échanges. C'est pour cela que l'optimisation de l'exploitation de la plateforme logistique devient importante que ce soit dans un contexte général ou un contexte particulier tel que l'optimisation du processus de préparation de commandes. En effet, cette

¹ www.cetmo.org/pdf/Le%20secteur%20logistique%20sur%20la%20rive%20sud

optimisation s'exprime en plus de réactivité et un meilleur service offert aux clients, qui est un objectif clé de Numilog.

L'irrégularité dans les demandes des produits d'électroménager Brandt, l'une des filiales du groupe Cevital qui confie sa logistique à Numilog, induit des surcharges à certaines périodes, difficiles à supporter car il n'est pas possible de dimensionner la plateforme à la charge maximale de manière permanente malgré l'utilisation massive d'heures supplémentaires pendant les périodes de la haute saison ce qui induisent des pertes financières importantes pour l'entreprise et de retards de livraison. Car dans la période, l'entreprise n'arrive pas à faire tous les préparations de commandes dans les délais. De plus, pour que la plateforme continue à répondre aux besoins de clients de Brandt, en tenant compte des changements éventuels de la demande, du catalogue des produits..., il est nécessaire d'assurer l'optimisation du processus de préparation de commandes, de telle sorte à ne pas engendrer des coûts additionnels à chaque changement. La stabilité de l'exécution de ce processus clés permet donc à l'entreprise de se focaliser sur des projets de développement plus important que de gérer des dysfonctionnements occasionnés par une mauvaise organisation des processus clés.

C'est dans le contexte de l'optimisation et l'aide à la décision pour la gestion de la chaîne logistique en général, et de l'optimisation des plateformes logistiques en particulier, que le présent mémoire s'inscrit.

Ce projet a donc lieu pour répondre à la question : « Comment optimiser le processus de préparation de commandes dans la plateforme logistique de Numilog ? ». Nous agissons d'une part sur la réduction de temps de préparation et d'autre part sur la productivité du processus et les causes qui dégradent la qualité de livraison. La démarche suivie est le déploiement de la méthodologie d'amélioration continue DMAIC qui permet de structurer ce travail.

Pour répondre à notre problématique, nous avons structuré notre travail en trois chapitres :

- **Le premier chapitre** : intitulé « **Etude de l'existant et problématique** » a pour objectif de présenter l'étude de l'existant effectué au sein de l'entreprise. D'abord Nous commencerons par une présentation générale de l'entreprise et de l'environnement dans lequel elle évolue afin de déterminer avec précision les besoins à satisfaire et les actions spécifiques à entreprendre. Ensuite, nous introduisons le contexte général dans lequel notre projet de fin d'études est réalisé avec un diagnostic qui nous a permis d'aboutir à la problématique traitée.
- **Le deuxième chapitre** : intitulé « **l'état de l'art** » sera dédié à la recherche, dans la littérature, les éléments adéquats qui permettront d'affiner la structure de notre mémoire. Dans un premier temps nous aborderons les notions de base lié au contexte général de notre projet de fin d'étude notamment la Supply Chain, l'externalisation et les prestataires, les plateformes logistiques où nous nous focaliserons sur le processus de préparation de commandes. Ensuite, nous traiterons les méthodologies et les outils que nous utiliserons pour résoudre la problématique.
- **Le troisième chapitre** : intitulé « **Analyse et amélioration** » aura pour objectif de présenter les étapes de résolution de la problématique énoncée. Dans un premier temps, nous analyserons le fonctionnement du processus de préparation de commandes afin de détecter les différents dysfonctionnements. Ensuite, nous préciserons les améliorations qui feront l'objet de nos propres contributions à l'avancement de l'entreprise vers un niveau supérieur de l'excellence opérationnelle en déployant la démarche DMAIC.

Ce mémoire se termine par une conclusion générale contenant une synthèse des résultats obtenus et quelques perspectives et extensions pour la poursuite de ces travaux.

CHAPITRE I :

ETUDE DE L'EXISTANT ET PROBLEMATIQUE

CHAPITRE I : ETUDE DE L'EXISTANT ET PROBLEMATIQUE

Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter l'étude de l'existant effectué au sein de Numilog, qui a permis d'aboutir à la problématique traitée. Cette présentation se décline en deux parties. Dans la première, nous introduisons le contexte général dans lequel notre projet de fin d'études est réalisé. Nous commençons par une présentation générale de l'entreprise, une description de sa structure interne et de l'environnement dans lequel elle évolue afin de déterminer avec précision les besoins à satisfaire et les actions spécifiques à entreprendre. Dans la deuxième partie, nous décrivons le lieu de stage ainsi que les résultats de notre diagnostic qui nous a menés à la problématique faisant l'objet de notre projet.

1. L'entreprise et son environnement

Avant de parler de Numilog, nous jugeons important de parler de son origine le groupe Cevital.

1.1. Le groupe Cevital

Cette partie a pour objectif de décrire le besoin du groupe Cevital en matière de logistique.

1.1.1. Présentation Générale

Cevital est le premier groupe agro-alimentaire en Algérie et troisième à l'échelle africaine, avec un chiffre d'affaire de plus de 4 milliards de dollars (2016). Le groupe a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre sa taille et sa notoriété actuelle (cf. Annexe 1) pour regrouper aujourd'hui 26 filiales aux activités diversifiées : agro-alimentaire, grande distribution, automobile, industrie, et logistique...etc.

Il accapare plus de 60% du marché algérien du sucre et des huiles végétales, avec une volonté de se tourner désormais vers l'exportation avec de capacités de production en forte croissance.

1.1.2. L'importance stratégique de l'organisation logistique¹

La politique de développement de Cevital porte une attention particulière à la logistique. L'importance de ce domaine dans le business, son impact dans la réduction des coûts et l'augmentation des marges de compétitivité, a poussé le groupe à inclure la mise en place d'un réseau logistique renforcé en interne pour maîtriser l'ensemble de sa chaîne logistique. En amont, le groupe s'est doté d'une flotte maritime, de trois navires en propriété et d'autres affrétés, représenté par sa filiale Nolis (créée en 2000) assurant l'approvisionnement en matières premières importées, en particulier d'Amérique latine. En aval, il a créé un vaste réseau de transport routier, d'entreposage, avec une filiale de spécialité logistique Numilog (créée en 2007), et de grande distribution représenté par la filiale Numidis (créée en 2007) qui projette le développement d'une chaîne de supermarchés et d'hypermarchés assistée par

¹ Hafsi, T. (2011).

l'expertise d'une autre filiale Sierra Cevital (créée en 2011) , cette dernière est une joint-venture entre le groupe Cevital et l'entreprise brésilienne Sonae-Sierra spécialisée dans le développement et la gestion de centres commerciaux.

1.2. Numilog, filiale de prestation logistique de Cevital

Dans ce qui suit nous présentons l'entreprise d'accueil, sa naissance ainsi que son développement.

1.2.1. La naissance et le développement de Numilog

Bien avant la création de Numilog, le groupe Cevital faisait appel à des prestataires logistiques externes pour assurer le transport de ses différentes marchandises. Alors que sur le plan de la logistique, chacune de ses filiales était dotée de sa propre structure. Le coût était pesant dans la trésorerie des filiales. L'un des objectifs de la création de Numilog était justement tenter d'alléger le coût lié au transport et aux besoins en matière de logistique. Après une tentative peu concluante (propositions coûteuses) de travailler en Algérie avec des prestataires européens, le groupe a créé la filiale logistique Numilog en 2007 et l'a liée à la Business strategic Unit (cf. Annexe 1).

Au début, la mission de Numilog était d'accompagner le déploiement de la filiale de distribution Numidis. Elle comptait alors 30 personnes et un entrepôt qui gérait les stocks sur tableur. Mais depuis, Numilog s'est largement étoffée et travaille pour d'autres filiales du groupe.

Numilog offre une prestation complète allant de stockage jusqu'à la distribution des produits à travers le territoire national. Elle se place comme un acteur incontournable de la chaîne logistique qui accompagne les industriels de différents secteurs dans la consolidation de leurs flux marchandises et l'optimisation de leurs activités, offrant des solutions adaptées en matière de Supply Chain, grâce aux infrastructures et outils modernes (géolocalisation, traçabilité, technologies de pointe...).

En 2016, Numilog compte un effectif global de plus de 1355 collaborateurs (cf. l'organigramme Annexe 2), avec une flotte de plus de 800 qui permettent 500 livraisons quotidiennes pour les grossistes, distributeurs, Centres commerciaux et relais auto routier et une capacité de stockage qui atteint 150 000 palettes dont 35 000 sous température dirigée.

1.2.2. Les activités de Numilog :

Numilog déploie ses activités autour de trois missions principales :

- Accompagner la croissance des activités du groupe Cevital en matière logistiques et de transport.
- Proposer aux acteurs économiques et industriels en Algérie des prestations de transport et/ou logistiques à travers tout le territoire.
- Proposer un accompagnement en conseil et solutions logistiques.

Numilog accompagne ses clients dans leur développement en s'appuyant sur le savoir-faire et l'expérience de plusieurs années dans le domaine, en termes de planification et d'organisation des opérations de transport et de logistique. L'entreprise a embauché des responsables franco-

algériens de spécialistes logistiques très expérimentés avec des contrats de droit français et expatriés en Algérie pour insuffler une culture de l'excellence opérationnelle en logistique au pays.

Le transport et la logistique sont les deux moteurs de l'activité de Numilog. Ce sont deux métiers intrinsèquement liés, dans une relation de complémentarité des services fournis par Numilog. En d'autres termes, la logistique exige une planification bien ficelée pour prendre en charge tous les besoins dans ce domaine. Le transport, quant à lui, est le mode d'exécution de la planification établie, prenant en charge les marchandises des clients de la plateforme logistique aux Centres logistiques Régionaux (CLR).

- **L'activité de logistique**

Elle consiste en une gestion rigoureuse des flux marchandises (Stockage, préparation de commandes, logistique du froid) avec une traçabilité complète des flux. Elle vise notamment une gestion optimale des stocks de manière à assurer la disponibilité permanente des produits. Elle permet par ailleurs un accompagnement sur mesure pour chaque secteur d'activités.

- **L'activité de transport**

Elle assure une distribution répondant aux besoins et aux exigences des clients en matière de délais et de services. Elle offre des solutions performantes pour une optimisation des schémas de transport et des moyens suffisants et géo-localisés pour absorber les variations importantes d'activités. Elle vise notamment une distribution en flux tendu sur l'ensemble du territoire national.

1.3. Environnement de l'entreprise

Dans la partie en cours nous parlons de la logistique et les prestataire en Algérie qui représentent l'environnement ou Numilog évolue.

1.3.1. La logistique en Algérie

Quelques années avant, la logistique en Algérie était limitée à quelques zones extra-portuaires pour décongestionner les ports et quelques plateformes pour répondre aux besoins du secteur de la distribution. Le coût d'acheminement d'un produit dans les pays atteignait dans certains cas 35%¹ pendant que la moyenne mondiale était de 16%. Le classement fourni par la Banque mondiale a placé l'Algérie à la 125eme position² sur 160 pays en terme de logistique.

Avec l'accomplissement des quelques projets de logistique notamment la route est-ouest, l'amélioration de quelques ports. l'Algérie pointe en 2016, à la 75eme³ dans le classement (2,77 sur 5) . Le secteur logistique en Algérie ne cesse pas à se développer grâce à la prise de conscience des autorités concernées quant à l'importance de ce secteur pour l'avenir de développement de l'économie nationale surtout après la chute des prix du pétrole. Un grand nombre de projets ont été réalisés ou sont en phase de réalisation, afin de rendre ce secteur plus performant et plus efficace dans sa contribution dans le développement économique. Ainsi elle deviendra, dans quelques années, une branche à part entière de l'économie algérienne.

¹ Cetmo.org

² La liberté presse

³ banquemondiale.org

1.3.2. Prestataires et marché de la logistique en Algérie

On peut classer les prestataires logistiques en Algérie en deux catégories, Une catégorie propose un accompagnement logistique allant de l'entreposage jusqu'à la distribution, et une autre catégorie dominante composée des prestataires qui ne proposent que de services de transport :

- Les prestataires Logistiques

Difficile d'obtenir des données sur le volume total du marché des prestations logistiques, tant le marché demeure éclaté entre une multitude d'opérateurs évoluant souvent dans l'informel. Le grand part du marché national de la logistique externalisé est couvert par cinq entreprises : Numilog, la Flèche bleue algérienne, Anderson Logistique, Universal transit, la Société Nationale de Transport Routier (SNTR).

Bien que le transport soit sous-traité dans 60 % des cas, la logistique est encore réalisée en interne dans les entreprises et ça pour deux raisons principaux : le premier c'est que les entreprises algériennes ne trouvent pas de partenaires fiables qui proposent un service de haut qualité et à coût qui leur convient. Le deuxième, est par peur de déléguer à cause de diverses préoccupations opérationnelles, les PME s'occupent de tout, de la production à la vente directe. De ce fait, pour convaincre les entreprises algériennes à externaliser leurs chaînes logistiques aux prestataires, il faut que ces derniers donnent prouvent d'une qualité de service logistique irréprochable et à moindre coût.

- Les prestataires de transport¹

Ce secteur est composé des segments suivants :

- Une entreprise de transport routier, la SNTR : C'est le premier opérateur de transport routier du pays. Il détient 20 % du marché du transport. Il exerce d'autres activités telles que l'affrètement, le transit et le stockage, en concurrence avec les entreprises privées.
- Les opérateurs de transport privés : ils détiennent plus de 80 % du marché du transport. C'est un segment très dynamique mais fragmenté. Il compte de milliers d'opérateurs, la plupart d'entre eux étant des artisans propriétaires d'un ou deux camions.
- Les entreprises disposant de leur propre moyen de transport : ce segment est encore plus important, puisqu'il couvre environ 40 % de la demande.

En Algérie, 40 % du transport et l'immense majorité des autres opérations logistiques sont encore internalisés, mais la tendance est en train de changer en faveur de l'externalisation. L'Etat a posé une fiscalité attractive pour inciter les entreprises nationales à externaliser leurs logistiques. Cela devrait engendrer un grand marché pour le secteur logistique qui connaît une véritable mutation. Selon les estimations de l'APRC², le manque à gagner, dans les années à venir, serait de plus de 7 milliards de dollars par an.

1.4. Stratégie de Numilog

Numilog focalise ses activités en interne néanmoins elle recherche des opportunités pour évoluer à l'international.

¹ Cetmo.org

² Le groupe français APRC de l'immobilier industriel. Il s'est associée depuis mars 2015 avec la SNTR créant la co-entreprise SNTR-Logistics pour constituer un réseau national de 30 plateformes logistiques et de distribution sur le territoire Algérien.

1.4.1. Locale

Aujourd'hui, l'objectif de Numilog entend non seulement d'accompagner les filiales du Groupe Cevital mais aussi aller à la conquête de l'ensemble du marché du transport et de la logistique qui se développe rapidement en Algérie. Dans cet optique Numilog se focalise sur l'amélioration de la logistique opérationnelle pour une réactivité très supérieure, une baisse significative des coûts, une nette amélioration de la qualité et du service au client et de meilleures performances. Elle joue sur l'axe de la réactivité et la flexibilité de l'entreprise pour satisfaire les attentes des clients qui sont de plus en plus exigeants en terme de délai et coût de prestation, et leur proposer d'une qualité de service irréprochable faisant face à la concurrence qui ne cesse pas à augmenter notamment celle de la co-entreprise SNTR Logistics.

Le marché de la prestation logistique est peu normé et non uniformisé. Ainsi pour se démarquer, le management de Numilog se différencie en appuyant à la fois sur la partie technique mais aussi sur la partie humaine. En investissant en systèmes d'information et en assurant la formation des collaborateurs. Numilog se fixe comme objectifs d'atteindre l'excellence opérationnelle d'investir dans le renforcement de sa flotte ou encore dans l'acquisition des plateformes pour proposer des tarifs compétitifs à ses clients. Quatre autres plateformes logistiques sont déjà en phase d'étude ainsi que nombreux entrepôts régionaux. L'entreprise veut s'implémenter à l'est pour renforcer les échanges commerciaux avec la Tunisie ainsi que à l'ouverture sur les wilayas du centre d'Algérie.

1.4.2. A l'international

L'avantage de l'entreprise, c'est que les décisions se prennent très rapidement, ce qui lui permet d'opérer des investissements dans une démarche très réactive en fonction. Ainsi, le groupe Cevital s'ouvre à l'international pour exporter ses produits en construisant le réseau logistique nécessaire. Pour ce faire, Numilog a mis en place de nouvelles filiales de transport et de logistique dévolues à l'international : au Maroc pour le déploiement de la filiale d'électroménager Brandt sur le marché marocain. En France, sous le nom CTLOG International¹, afin de commercialiser des produits sortis des filiales de Cevital notamment Brandt et OXXO. Numilog prévoit de s'implanter aussi en Lombardie (Italie) ainsi qu'en Tunisie pour la distribution de produits d'électroménager et d'agroalimentaires.

2. La chaîne logistique de Numilog

La chaîne logistique de Numilog est caractérisée par la complexité de son réseau de distribution que nous le décrivons dans ce qui suit.

2.1. Le réseau de distribution

Le réseau de distribution de Numilog est composé par 3 Plateformes Logistiques implémentées à l'est, le centre et l'ouest du pays (Oran, Constantine et Bouira) pour couvrir le maximum du territoire national soit une surface totale de stockage d'environ 100 000 m² et 3 Agences de Transport (Bouira, Bejaia, Oran) sont indépendantes de la direction des plateformes, elles assurent le transport pour les différentes filiales du groupe Cevital, et sous-traitent de transport au industriel sur tout le territoire national. Ainsi qu'un réseau de distribution 35 CLR dont 06 Mutualisés (plusieurs clients dans le même entrepôt) pour activité principale de prestation de

¹ Le nom commercial Numilog était déjà pris en France par un distributeur et diffuseurs de livres numériques.

manutention (Réception - Stockage -Expédition), répartis sur le territoire national, le but de ces CLR est de réduire les frais de transport et les délais de livraison grâce à une plus grande proximité aux clients finaux. L'implantation des CLR est faite sur trois régions principales : Centre, Est et ouest dont la durée est déterminée selon le contrat de location. Leurs capacités de stockage varient de 1000 à 2000 m³.

L'implantation des plateformes, agences de transport et CLR est représenté dans la figure suivante :

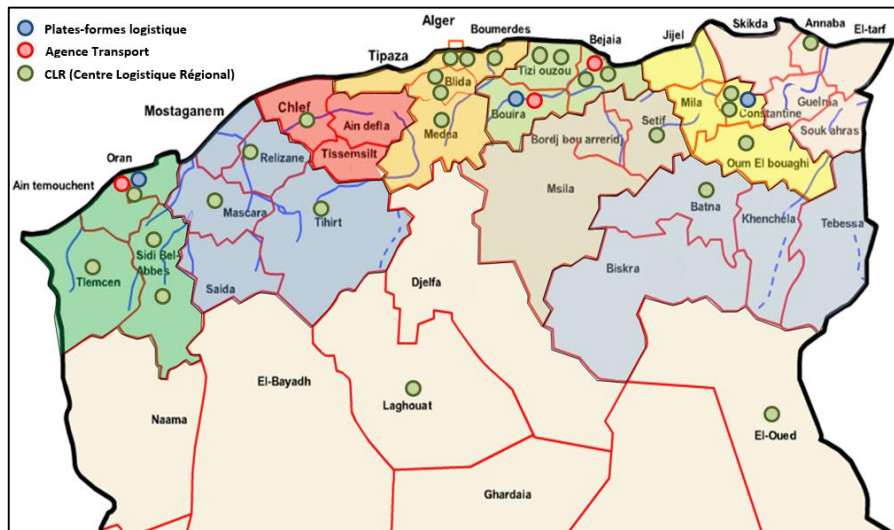


Figure I-1 : Réseau de distribution de l'entreprise Numilog (document interne fourni par l'entreprise)

2.2. La plateforme logistique Bouira

Nous représentons dans cette partie le lieu de notre stage, la plateforme de Bouira.

2.2.1. Présentation générale

La plateforme logistique (PFL) de Bouira est l'une des trois plateformes exploitées par l'entreprise Numilog dans son activité de prestation de services logistiques, du transport et réseaux.

Située sur la route de Nessis, à 3 KM au sud-Ouest de la ville de Bouira, elle est d'une surface totale de 75 000 m² dont 43 000 m² de surface à température ambiante, 28 000 m² de température dirigée et 4 000 m² de surface administrative.

Elle dispose de 15 cellules dont 9 exploitées par les trois exploitations Numidis, Brandt et Cevifood et 6 pour le stockage à température dirigée (cf. Annexe 3).

D'une capacité qui va de 60 000 à 80 000 palettes selon le mode de stockage utilisé, la PFL est équipée de 92 quais et 6 rampes d'expédition/réception.

La PFL de Bouira exerce deux activités principales à savoir l'activité logistique et l'agence de transport ; et 4 fonctions supports qui sont les ressources humaines, moyens généraux, Technique et le support IT.

2.2.2. Les activités principales :

La plateforme de Bouira exerce deux activités la logistique et le transport.

2.2.2.1. La logistique :

Dans son activité logistique, la PFL de Bouira gère trois dossiers :

- **Le client Numidis :**

Le dossier Numidis est l'une des nombreuses activités de logistique et du transport exercées par Numilog, il constitue l'activité la plus importante et la plus riche exploitée par Numilog à la PFL de Bouira, en termes d'applications des différents processus et en termes de la multitude des références produits gérées.

- **Le client CeviFood:**

Il constitue, d'une part l'activité la plus importante en termes de flux physiques et informationnels. D'autre part, le vecteur de distribution des produits de la société mère Cevital.

- **Le client Brandt : (concerné par notre étude)**

Notre étude concerne ce dossier parmi les trois que Numilog traite. Le dossier Brandt prend son importance de la nature des produits stockés dedans, qui demande une application stricte des règles de la logistique et une précaution spéciale en terme de sécurité, d'ailleurs, il ne contient pas que des produits coûteux, mais fragiles. Ces produits viennent de deux sources différentes qui sont l'usine Brandt de Sétif et le port de Bejaïa, pour être distribué à la fin vers des différentes CLR.

2.2.2.2. Le transport :

Disposant d'une flotte exploitable de 79 camions et de 118 chauffeurs, l'agence du transport Numilog de Bouira réalise le transport de marchandises pour les clients internes au groupe Cevital : CeviFood, Brandt, Numidis. Et les clients extérieurs comme Saida, Biopharm et Danone... La direction de transport Bouira est aussi indépendante de directeur de la PFL (cf. Annexe 2).

2.3. La chaîne logistique globale Numilog-Brandt

Nous décrivons dans cette partie la chaîne logistique globale qui lie Numilog et son client Brandt.

2.3.1. Le client Brandt

Tandis que Numilog assoit sa croissance en Algérie, devenant rapidement compétitif sur un marché de la logistique, le groupe Cevital rachète en avril 2014 l'entreprise française d'électroménager Fagor Brandt un groupe fort de quatre marques de notoriété mondiale (Brandt, Vedette, Sauter et De Dietrich) et de 1 300 brevets. 20% de ses produits destinés au marché algérien et 80% à l'export... La PFL de Bouira représente le distributeur de la marque dans le territoire algérien. Numilog est le prestataire de service logistique qui assure la circulation des flux physiques et informationnels depuis l'entreprise Brandt jusqu'aux ses clients. Brandt le Leader mondial dans l'électroménager dispose d'une expertise de plus de 60

ans au service des besoins de la ménagère donc toute la chaîne doit être parfaitement maîtrisée pour offrir à ses clients des produits qui les accompagnent au quotidien. D'où la nécessité de se concentrer sur le cœur de métier, afin de garantir des prestations de qualité irréprochable. Cette logique concerne les différents aspects, notamment en termes de transport et logistique. Sur ce point, Brandt s'appuie sur l'expertise de son partenaire, Numilog, disposant de plusieurs années d'expérience dans ce domaine.

Nous décrivons dans cette partie de ce chapitre la chaîne logistique globale qui caractérise la prestation de la logistique de l'entreprise Brandt par Numilog, en prenant en compte les flux informationnels et physiques dans les trois parties amont, interne et enfin en aval de sa chaîne logistique.

2.3.2. En Amont

Selon un plan prévisionnel de la demande client, les produits finis Brandt viennent de deux sources différentes qui sont l'usine de Sétif et le port de Bejaia pour les produits importés de l'entreprise mère de la France en transconteneurs. Avant l'arrivée une certaine mesure administrative doit être accomplie pour que Numilog puisse planifier ses ressources.

Afin d'organiser les réceptions, Brandt transmet à Numilog le détail précis de l'ordonnancement des commandes d'achat mensuel et puis journalier, de sorte que les moyens humains et matériels ainsi que l'espace soient planifiés par Numilog. Cette dernière ne fait que suivre la fiabilité des prévisions en les comparant avec les demandes réelles des distributeurs.

La chaîne logistique en Amont se termine par la réception de la marchandise planifiée.

2.3.3. En interne

La logistique interne ou opérationnelle pour l'entreprise commence par la réception des TC et de lots de produit fini à la PFL de Bouira puis l'entreposage, la préparation de commande et enfin l'expédition, c'est le cœur du métier de la logistique. Nous illustrons dans ce qui suit les différents flux physiques et informationnels dans la PFL en détail car la logistique interne est concernée par notre étude.

2.3.3.1. La réception

La réception des marchandises est la première étape de la logistique interne. L'importance de ce processus réside dans le fait qu'il peut influencer directement les autres opérations qui le suivent.

À l'arrivée des marchandises à la PFL de Bouira, et avant de procéder à leur intégration dans le stock, il faut effectuer un certain nombre de contrôles de conformité. Chaque produit est ainsi identifié et enregistré dans le WMS Reflex afin d'assurer la traçabilité. Cette traçabilité logistique est cruciale pour le prestataire logistique Numilog afin d'assurer le suivi quantitatif des produits, et contribue à l'efficacité de la gestion des flux de marchandises.

2.3.3.2. Le stockage

Bien que Brandt s'occupe de la gestion à distance de son stock, c'est à Numilog de garantir son suivi, son conditionnement, et par conséquent la qualité de l'activité de stockage, qui constitue l'étape qui relie entre les flux de la réception et les flux de la préparation des commandes. Le suivi

de niveau de stock consiste en l'analyse des écarts et la mise à jour des stocks dans les temps, la trace des profils de toutes les erreurs commises à J-1 ainsi que la diffusion quotidienne (en interne) du taux de fiabilité des stocks pour aider les opérationnels à corriger et s'améliorer.

Afin d'assurer une meilleure fiabilité de gestion de l'entrepôt avec WMS il est nécessaire que Numilog fasse plusieurs type d'inventaire :

- 1- Inventaires Quotidiens :
 - a. Emplacements en stock, touchés en prélèvement à J-1.
 - b. Emplacements picking touchés à J-1.
 - c. Emplacement de mise en stock des réceptions de J-1.
- 2- Inventaire hebdomadaire des emplacements vides.
- 3- Inventaire ciblé sur des articles présentant une anomalie de livraison.
- 4- Inventaire Exceptionnel à la demande du client (Brandt).

Types de stockage

Partant de la logique que chaque type de produit d'Electroménager nécessite un type de stockage bien spécifique à ces caractères notamment les dimensions, le poids et le taux de rotation. On distingue trois différents types d'emplacement stockage dans les 4 cellules du dossier Brandt:

- **Stockage masse** : pour l'entreposage des produits volumineux (Réfrigérateur, Cuisinière, Machine à laver ...).
- **Stockage accumulation** : pour les stockages des palette de références homogène à faible rotation (climatiseurs, aspirateurs...).
- **Stockage Structure** : pour les stockages des palettes sur rayonnages (Rack) comportent plusieurs niveaux .
Généralement pour la PFL Bouira ce type de stockage comporte 5 niveaux :
 - **Niveau 0** : stockage au sol parfois destiné pour le prélèvement de détail (Piking).
 - **Niveau 1,2,3,4** : Destinés au prélèvement des palettes complètes. le stockage des produits dans les 4 niveaux se fait de plus lourd au plus léger.

Politique de stockage :

Pour maximiser l'exploitation de l'espace de stockage et rendre les produits plus accessible, Numilog a opté pour une politique de stockage un peu spécifique aux caractères de produits stockés ainsi qu'à l'activité de prestation de service logistique qui nécessite une haute réactivité des opérations et une fiabilité de stock. Cette politique de stockage comporte plusieurs modes de stockage qui seront expliqués dans le deuxième chapitre :

- **Un stockage vertical en fonction de taux rotation des produits ABC** : assuré par le WMS. Les articles les plus demandés sont mis dans la zone la plus accessible.

- **Un stockage horizontal aléatoire par famille de produit (ou par classe) :**
Ceci permet une meilleure utilisation de l'espace disponible, de réduire les espaces vides et par conséquent, maximise l'exploitation de l'espace.

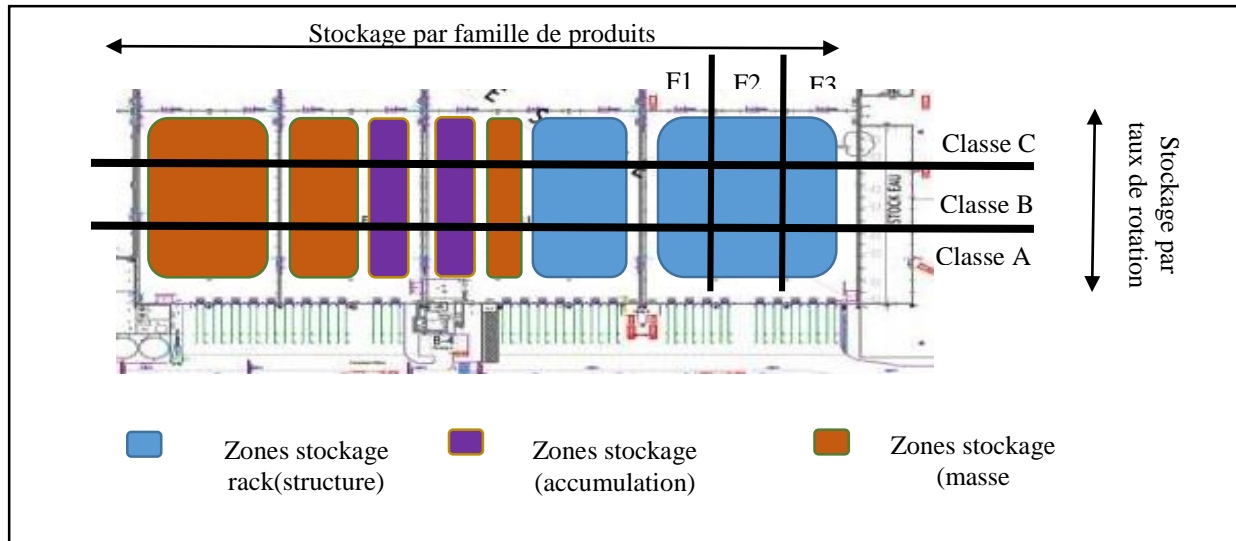


Figure I-2: Plan de stockage dans les 4 cellules pour le client Brandt (document interne de l'entreprise)
Toutes les zones de stockage sont gérées par le WMS qui précise aux OPL l'emplacement de chaque mise en stock ou de prélèvements.

Organisation de la zone de Picking

La politique de stockage de Numilog donne une importance énorme pour la zone de Picking. Cette dernière se constitue par 3 allées dans les rack N, O, P et Q au milieu de la PFL. Cette zone comporte 70 références soit 48% de nombre totale de référence.

Les trajets de prélèvements sont tracés par les WMS Reflex en tel sort que la constitution des palettes commence par le prélèvement des produits les plus lourd qui sont organisés aux emplacements le plus accessibles.

Afin de réduire la longueur de trajet, le prélèvement commence toujours par le passage par l'allée N-O, puis O-P puis P-Q et enfin Q-R. Le chemin de ramassage est présenté dans la Figure I- 3.

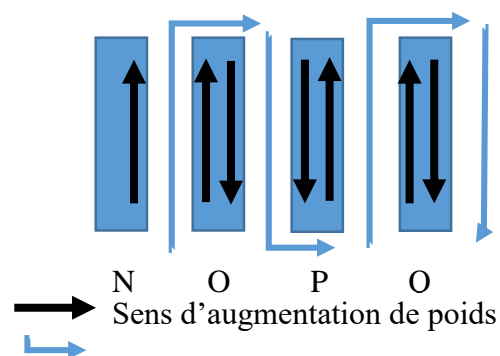


Figure I- 3: L'organisation de la zone Picking(notre propre modélisation)

Les réapprovisionnements de la zone Picking sont déclenchés automatiquement par le WMS lorsque le seuil minimal est atteint. Un cariste est affecté en permanence pour l'accomplissement de ces réapprovisionnements.

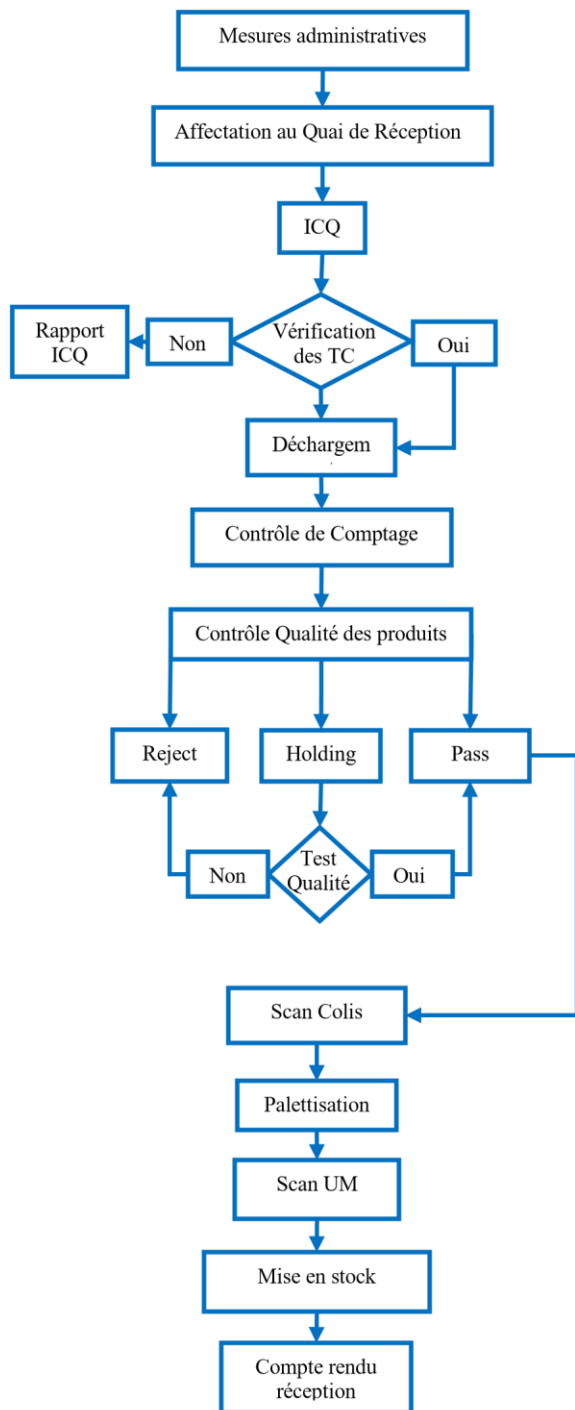
2.3.3.3. La préparation de commande et expédition :

La préparation de commande est pour Numilog, comme tout autre prestataire logistique, le plus important processus opérationnel et l'activité la plus coûteuse dans un entrepôt en terme de temps et Matériel et par le fait qu'elle nécessite 69 % de la main d'œuvre (**Roux,2008**).

Brandt a pris l'engagement de livrer ses distributeurs et grossistes privés en j+1 de la prise de commande. Donc l'entreprise Numilog doit être capable de livrer L'ensemble des CLR en moins de 24 heures. Compte-tenu du temps de transport entre la PFL et les CLR, le processus de préparation de commande doit être effectué dans un délai maximum de 8 heures. Pour tenir un tel délai, il faut bien être très réactive aux commandes des clients et flexible en terme de taille variantes des commandes surtout à la haute saison.

Pour mieux comprendre les processus de réception et d'expédition, Nous avons élaboré des modélisations conceptuelles et les validées avec les CEL.

- **Processus de réception**



- **Processus de préparation /Expédition**

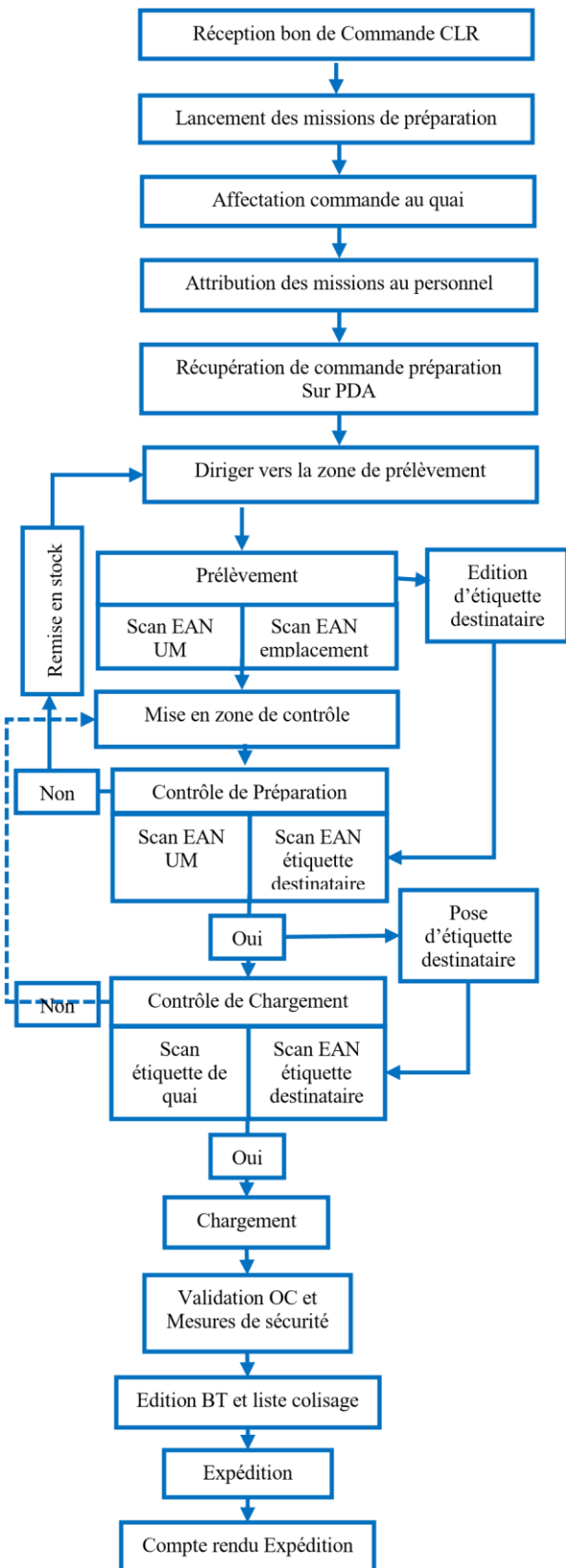


Figure I-4: Plan de stockage dans les 4 cellules dossiers Brandt (Notre propre Modélisation)

2.3.4. En aval

Tout d'abord les distributeurs et grossistes qui représentent les clients de premier niveau pour Brandt, passent leurs commandes journalières auprès des différents CLR de Numilog dans tout le territoire national. Chaque CLR agrège les commandes reçues et envoie la commande agrégée en mail à la direction commerciale au siège social de Brandt à Alger. La passation de commande se fait par Keep-contact le jour J pour livraison J+1 car les distributeurs sont censés prendre leurs commandes à partir 8.00 matin du jour suivant, soit 24h après la passation de la commande c'est un engagement de Brandt de livrer ses clients à j+1 en flux tendu pour avoir un avantage concurrentiel. Donc Numilog doit soumettre aux contraintes de ses clients en plus de ses contraintes. La direction commerciale quant à elle, intègre les commandes des différents CLR sur WMS Sage sous des ordres de préparation pour être communiquées au responsable d'exploitation de la PFL de Bouira où l'intégration des ODP au WMS se fait automatiquement via EDI.

Afin de simplifier le processus la compréhension de la chaîne logistique globale de la prestation de service logistique de l'entreprise Brandt par Numilog, on propose le schéma suivant :

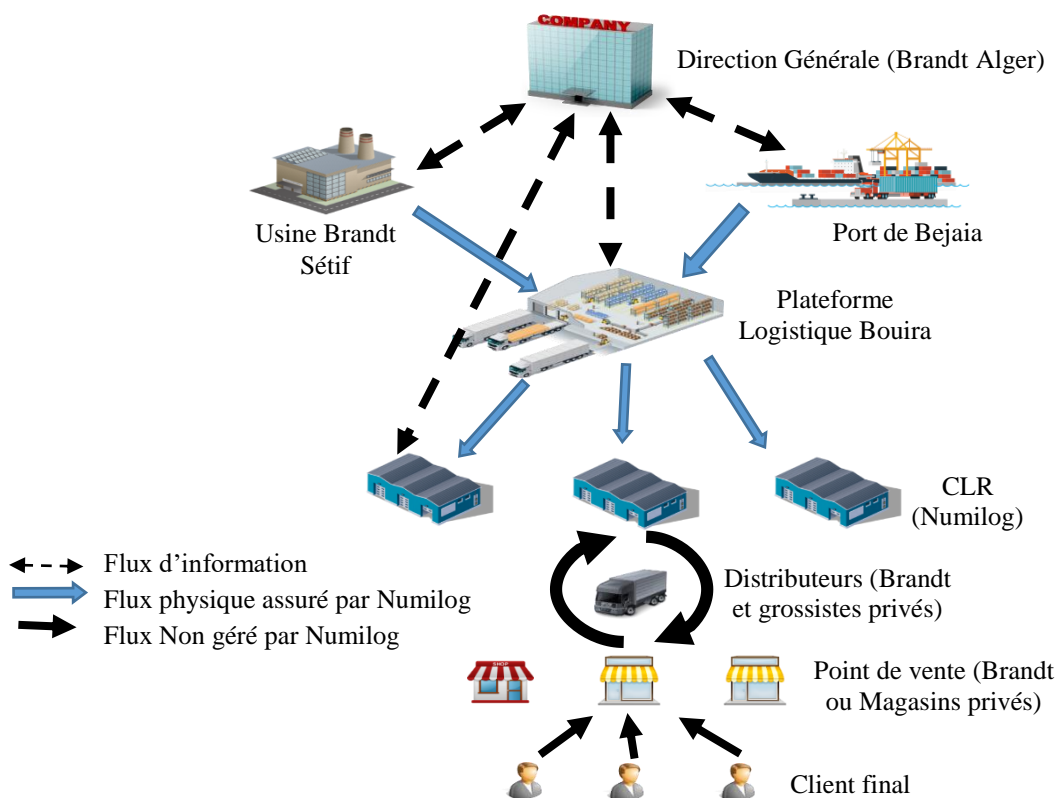


Figure I-5: Schéma explicatif de la chaîne logistique globale qui lie Numilog et Brandt (Notre propre modélisation)

3. Diagnostic et problématique

Dans cette partie de ce chapitre, nous présentons les résultats de notre analyse menée au sein de dossier Brandt de la PFL de Bouira. Elle nous a permis de déceler les différents dysfonctionnements, les complexités liées à la prestation de service logistique pour ce client ainsi que les différentes contraintes que l'entreprise Numilog doit prendre en compte lors de sa

prise de décision. Notons que l'analyse était effectuée sur l'environnement interne et externe de l'entreprise par rapport sa prestation au client Brandt seulement. Ensuite, nous analysons les besoins de Brandt et la performance de la PFL vis-à-vis ces besoins pour ressortir à la fin par la problématique objet d'étude.

3.1. Environnement externe

L'environnement externe de Numilog est représenté des contraintes liées à deux acteurs principaux : le client Brandt et les clients de ce client, c'est à dire les distributeur et grossistes qui prennent leurs commandes au niveau des CLR :

3.1.1. Le client Brandt :

- **La prévision de la demande :** Le suivi des prévisions de Brandt par Numilog confirme une fiabilité de 68%, les imprécisions des prévisions doivent être pallier par Numilog en agissant sur la flexibilité et la réactivité de l'entreprise.
- **L'approvisionnement :** Comme mentionner précédemment l'approvisionnement de la PFL se fait de l'usine de Sétif au quotidien et du port de Bejaia selon la disponibilité de l'espace de stockage. L'arrivée des TC de port impliquent une certaine intensité de travail dans la plupart des cas des heures supplémentaires sont nécessaires pour effectuer tous les réceptions et expéditions le jour d'arrivées des TC et parfois des retards de livraison sont constatés.
- **Exigence en terme de délai :** Brandt a pris un engagement de livrer ses clients sur tout le territoire Algérien à j+1 (24h après lancement commande au niveau des CLR) en flux tendu, de ce fait plus de réactivité est recommandée pour satisfaire cette contrainte.
- **Pouvoir du client :** étant un client interne (filiale du groupe Cevital), Brandt a un certain pouvoir de négociation par rapport Numilog notamment en ce qui concerne la palification des transferts des TC du port à la PFL.
- **Développement Client :** avec lancement en production d'une seconde usine à Sétif, les produits sont de plus en plus diversifiés, les tailles de commandes sont plus importantes et donc l'intensité de travail est plus grande qu'auparavant.

3.1.2. Les clients de client

- **Clients potentiel :** Les distributeurs et grossistes privés représente la majorité (plus de 85%) les distributeurs Brandt qui ne distribuent que la marque Brandt et qui représente l'entreprise sont un peu nombreux et approvisionnent les points de vente officiel de la marque Brandt seulement.
- **Caractéristiques de la demande :** La demande est caractérisée par une saisonnalité intensive commence en fin de Mai et termine en fin d'Aout.
- **Les distributeurs privés :** Ils ne sont pas bien organisés, ils soumettent l'entreprise à plusieurs contraintes :
 - Leurs commandes sont très variantes en fréquence et en quantité.
 - Parfois ils font plus d'une commande le même jour (Commande retardataires) et exige la réception le jour suivant.

- Ils ne vendent pas que la marque Brandt. En cas de litiges ils trouvent l'alternatif dans les autres marques d'électroménager. Donc un litige en commande signifie une vente perdue.
- Ils ont acquis certain pouvoir de négociation en terme de délai et qualité de livraison car ils représentent la majorité des clients.
- **Contact direct** : Etant en contact direct avec les grossistes et distributeurs privés, clients de Brandt, au niveau des CLR, Numilog est obligée de maintenir les flux informationnels et les transmettre à Brandt pour que cette dernière ne perd pas de vision sur les besoins de ses clients.

3.2. Environnement interne

L'environnement interne est analysé par rapport à ces trois perspectives : l'organisation, la planification et le système informatique. Les résultats de notre étude sont les suivants :

3.2.1. L'organisation

- **Plan de palettisation différent** : après le déchargement des palettes reçues de la part de Brandt, les OPL concernées procèdent à la dépalettisation puis la repalettisation des colis selon un plan de palettisation propre à Numilog, ça engendre une perte de temps importante lors le processus de réception et dégrade la productivité. Une négociation du plan de palettisation ou l'élaboration d'un plan communs est nécessaire afin d'éliminer les pertes de temps et de productivité.
- **Les OPL** : Le plupart des OPL ne sont pas conscient de l'importance d'opérations qu'ils font ainsi ils ne contribuent pas à l'amélioration des processus.
- **Des préparatifs sont nécessaire avant de lancer une opération** : (affectation des OPL au missions, allocation des engins de manutention.)
- **Les TC** : ils sont bien pleins en telle sort que les OPL trouve de mal à les décharger car il n'y a quasiment pas d'espace entre les palettes surtout le cas des TC de produits masse (réfrigérateur, cuisinière ...)
- **Les deux équipes de la préparation de commande ne sont pas équilibrées** : il y a toujours un grand écart de temps de traitement d'une commande entre les deux équipes. De ce fait une mauvaise influence est inéluctable de l'équipe goulot sur la deuxième équipe qui ne veut pas faire la majorité de travail.
- **Retard d'arrivée des camions** : d'une part à cause des aléas de trafic et d'autre part les chauffeurs parfois oublient à rendre les papiers administratifs après l'arrivées à la PFL. Dans ce cas aucun camion ne sera déchargé sans papiers. Il faut donc que l'agent de sécurité, dès l'arrivée de camion au poste de garde, insiste les chauffeurs de rendre les papiers au pôle administratif.
- **La productivité** : Dès notre arrivée au lieu de stage, le premier problème qui nous a été communiqué par les responsables est celle lié à la productivité. En effet la productivité dans cette partie de la PFL est inférieure aux celles autres dossiers traités par l'entreprise. Les responsables rendent ça aux spécificités et caractéristiques des produits qu'ils traitent (Lourdeur, fragilités, volume...).
- **Taux de casse très important** : tandis que le taux de casse négligé par Brandt est 1/2600 article, le taux actuel vaut plus de cinq fois la limite. Cela signifie de l'argent perdu et en plus l'augmentation des coûts liés au rétro-logistique assurée par Numilog.

- **Cycle de préparation de commande :** Le cycle est relativement long, il dépend aussi de la taille de commande. Il engendre ses heures supplémentaires de travail et de retard de livraison en la haute saison et à l'arrivée des TC.

3.2.2. La planification

- **L'affectation des commandes au quai de préparation :** est faite par une manière qualitatif et parfois l'affectation se fait spontanément vers un quai disponible sans recherche d'un quai optimal ce qui allonge les trajets et rendre les flux plus complexes dans la PFL.
- **La planification de transport :** La direction de transport est indépendante de la direction de la PFL. Elle assure le transport pour les 3 dossiers d'une part, et d'autre part elle soustrait le transport pour des autres entreprises externes. Cela rend la planification de la transport plus complexe et engendre parfois de retard d'affectation des camions et chauffeurs. Bien que l'attente d'affectation de camion représente un retard peu important entre la préparation de commande et le chargement, il perturbe parfois la continuité de travail. La commande préparée doit être obligatoirement reste quelques minutes sur le quai de chargement après le contrôle avant d'être chargée au camion.
- **Grand nombre de quai (27 quai au total) :** plusieurs entre ce quai ne sont exploités que rarement ou à l'arrivée des TC. Le choix d'un quai dans ce cas se fait en collaboration entre les CEL et le pôle administratif, un seul critère est pris en considération la disponibilité de quai.
- **Les arrivées des TC :** peut perturber les expéditions quotidiennes à cause de l'affectation de la plupart des OPL aux déchargement des TC. Une seule équipe est affectée à la préparation de commande jusqu'à le déchargement des TC.
- **Heures de travail supplémentaires et des commandes restent en retard :** à cause des grandes tailles des commandes à la haute saison et à l'arrivée des TC.

3.2.3. Système Informatique

- **Décalage entre stockage physique et stockage informatique :** ce qui oblige l'entreprise à massifier le nombre d'inventaire afin de faire les corrections nécessaires et remédier à ce problème. Les causes peuvent être :
 - Prélèvement auprès d'un emplacement erroné.
 - Prélèvement d'un article erroné.
 - Stockage dans un emplacement erroné.
 - Le non scan des étiquettes après la mise en stock.
- **Erreurs de contrôle d'expédition :** Malgré qu'il y a deux contrôle avant l'expédition, parfois le contrôleur commet des erreurs et par conséquent la livraison des quantités en plus ou en moins ou bien encore non détection des cassures qui influence la qualité de livraison car le contrôle automatique et le WMS n'assure pas cette fonctionnalité.
- **La géolocalisation de véhicules :** cette fonctionnalité dont dispose Numilog, n'est exploité que pour le service de transport. En revanche, son extension au département logistique serait très utile notamment en cas de retard des camions et la prise de décision

de l'engagement dans une autre opération avant l'arrivée de camion retardataire afin de rendre le temps de non productivité en temps productive pour l'équipe de réception.

- **Réseau interne qui bogue parfois** : qui oblige les opérateurs à revenir à la méthode de saisie traditionnelle sans utilisation ni du WMS ni des PDA ce qui implique une forte probabilité d'occurrence des fautes de saisie.

3.3. Etude des besoins de Brandt et élaboration de la problématique

Dans cette partie nous déterminons les objectifs de l'entreprise Numilog selon les attentes de son client Brandt en prenant en considération les trois critères fondamentales coût, qualité et délai. En suivant la première étape de La démarche DMAIC qui nous l'expliquerons dans le chapitre II3.2, nous définissons le cadre du projet selon les principes de la performance par l'optimisation des processus :

- **Alignement stratégique** : Le projet choisi doit s'aligner le mieux et suivre les priorités de l'entreprise pour assurer la création de la valeur.
- **Délimitation du périmètre du projet** : Les processus à cibler prioritairement devraient être les processus dans lesquels les problèmes de performance sont les plus importants ou les processus sur lesquels la rentabilité interne des projets est la plus élevée, ou encore les processus dont l'optimisation a été identifiée en fonction des besoins stratégiques.

3.3.1. Identification des besoins critiques de la qualité (CTQ) :

3.3.1.1. Les besoins des clients

La performance de la PFL doit satisfaire les attentes. L'entreprise se doit de rester attentive aux besoins implicites / explicites et attentes de son client potentiel Brandt. En terme de mise en œuvre, l'écoute des clients externes peut être réalisée en les interrogeant directement à travers des interviews avec les personnes concernées.

Dans cet optique nous avons profité des fréquentes visites des responsables de l'entreprise Brandt à la PFL Bouira pour mener notre interview (cf. Annexe 4) en posant des questions concises et claires.

En BtoB, le QQQCCP ne suffit pas. Pour décoder les véritables motivations du client, nous avons posé souvent trois fois de suite la question « Pourquoi ? » en rebondissant sur la réponse précédente afin de découvrir les motivations profondes de l'interlocuteur qui allaient au-delà de la demande d'origine c'est-à-dire les exigences clients de client et la perception de l'image de marque que souhaite leurs donner Brandt. En revanche, un interview BtoB permet de déceler les besoins d'une manière très claire et précise puisqu'il s'agit d'un langage professionnels d'une entreprise à l'autre. A travers cette interview, les besoins de client Brandt identifiés se résument sur le tableau ci-dessous.

Tableau I. 1 : Besoin de Brandt par rapport la plateforme de Bouira

Les besoins	Les définitions
qualité des livraisons	Respect de délai de livraison et réduction des litiges : la livraison qui doit arriver au client doit être complète (les bons articles aux bonnes quantités et aux Rendez-vous prédéfinis).

traçabilité et l'information clients de client	Une visibilité en temps réel sur l'état d'avancement d'une commande et assurer un haut niveau de tracking. Vision claire et étendue de l'information lors de contact direct avec les clients de client
l'organisation de stock	L'organisation du stock est claire, les procédures bien définies et les rôles bien déterminés.
Fiabilité de l'inventaire	Visibilité de stock, Brandt peut à tout moment voir ce qu'il a en stock et ce qui n'est pas disponible. Les données du WMS reflètent ce qui est disponible réellement.
Optimisation du transport	Optimisation de l'allocation de ressources de transport, Augmentation de taux de remplissage des camions, réduction de nombre de camions à charge partiel et amélioration de réseau de distribution.

3.3.1.2. Pondération des CTQ

Après avoir déterminé les besoins des clients, l'étape suivante est d'identifier parmi ces exigences spécifiques celles qui sont critiques pour Brandt et ses clients en utilisant la méthode de sélection multicritères AHP qui sera expliquée en détaille en chapitre II.3.4.1. Cette méthode vise à déterminer la pondération de chaque besoin selon le niveau d'importance exprimé par Brandt.

Pour cela, nous avons priorisé les besoins selon le degré d'importance en effectuant une comparaison deux à deux qui nous a permis de les évaluer et d'en élaborer une hiérarchie.

Pour ce faire, nous avons discuté les comparaisons avec les représentants de Brandt dans une deuxième rencontre. Les résultats sont représentés dans l'Annexe 5.

Après l'affectation de l'analyse multicritère, on obtient les pondérations des CTQ résumé dans le graphe des poids suivant :

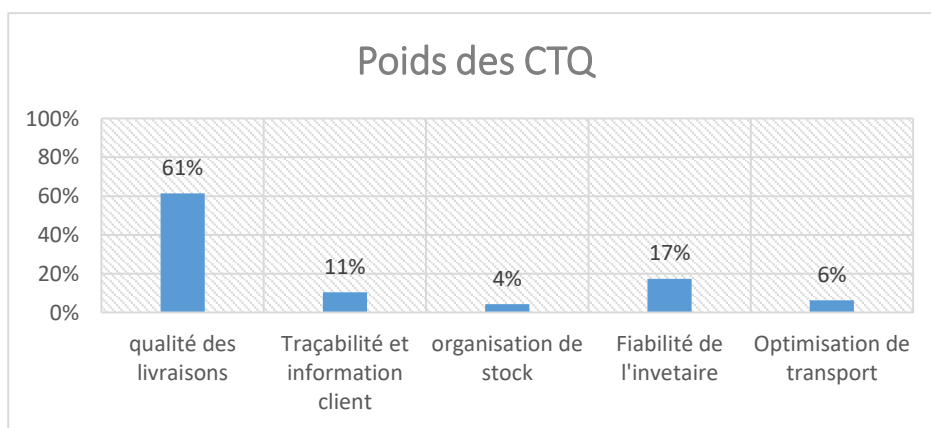


Figure I-6: Degré d'importance des CTQ

Il est très clair que le client se soucie plus de la qualité des livraisons que des autres besoins recensés.

3.3.1.3. Identification des conducteurs de qualité.

L'écoute en profondeur de client nous a conduits à cibler d'un besoin spécifique critique qui est la qualité de livraison. De ce fait, notre étude se focalise maintenant sur la qualité de livraison depuis la PFL Bouira aux clients de Brandt. La question qui se pose est « sur quels leviers doit-on agir afin d'améliorer la qualité de livraison ? »

Pour répondre à cette question, dans l'étape qui suit, nous allons préciser les leviers ou les conducteurs qui nous amène à l'amélioration de la qualité de livraison.

L'arbre des CTQ (qualité de livraison)

Les attentes clients « brut » sont difficiles à traiter. Certaines sont trop précises et d'autres trop générales. Pour faciliter le traitement de ces données, il s'agit de les organiser sous forme de diagrammes ou arbre de CTQ permettant de les trier en fonction de leurs degrés de précisions. De manière générale, nous avons 3 niveaux d'attentes clients (**Griffin et al, 1993**).

- **Primaires** : appelées « attentes stratégiques », elles permettent de faire un choix d'ensemble entre plusieurs sous-groupe de solutions.
- **Secondaires** : appelées « attentes tactiques », indique de manière plus précise les directions stratégiques du niveau précédent.
- **Tertiaires** : appelées « attentes opérationnelles », elles sont clairement compréhensibles, la satisfaction de ces besoins au quotidien permet la satisfaction des CTQ tactiques et stratégiques leurs associés.

Dans cet optique, les attentes tactiques qui peuvent être associe à la qualité des livraisons dans le cas de Numilog sont :

- Optimisation de transport.
- Optimisation de préparation de commandes.

Voyant le régime de travail de cette partie de la PFL qui commence de 15h :00 à 23h :00, le choix de ce planning de travail est fait en collaboration avec les responsables de l'usine de Brandt afin de synchroniser les temps des réceptions des camions provenant de l'usine de Sétif à partir de 12h :00. Pour les expéditions vers les CLR, les chargements sont faits dans cette période tandis que les départs vers les CLR sont fait le matin tôt selon la distance du CLR destinataire. En effet le délai de transport ne fait pas un souci pour Numilog parce que les chauffeurs ont plein de temps pour se rendre au CLR destinataires à temps. Il leur suffit de démarrer très tôt afin de pallier les aléas imprévisibles du transport.

En revanche, c'est le délai de préparation de commande qui est le facteur de décision si une commande va être expédiée à temps. Ainsi c'est le processus de préparation de commandes qui est le facteur décideurs de la qualité de livraison qu'il reçoit le client final.

Partant de ça, si nous voulons améliorer la qualité des livraisons, il nous faudrait agir sur la fiabilité de préparation de commande.

Nous allons donc entrepris le premier besoin tactique qui est l'optimisation de préparation de commandes. Mais une autre question qui se pose encore « De quel manière doit-on améliorer l'efficacité du processus de préparation de commande ? ». Afin de parvenir à déceler les attentes opérationnelles on doit réfléchir autours de la logique coût, qualité et délai en prenant en considération la stratégie et l'orientation de Numilog et tout en satisfaisant le besoin stratégique « La qualité de livraison ». Les attentes opérationnelles que nous a pu recensées en collaborant avec les responsables de Numilog sont :

- **Raccourcir le délai de préparation de commande** : afin de pouvoir préparer tous les 15 commandes dans le temps correspond au régime de travail de la PFL et donc les commandes arrivent à temps aux leurs destinataires.
- **Augmenter la productivité du processus** : Nécessairement, il faut amoindrir les coûts de préparations et augmenter la productivité. Deux avantages peuvent être en générés :

augmentation de chiffre d'affaire directe généré par le processus et capacité d'offrir des tarifs plus compétitifs.

- **Améliorer la fiabilité du processus** : le consommateur final subit directement les erreurs éventuelles de préparation, il apparaît évident qu'un niveau élevé de fiabilité des préparations de commandes constitue un facteur incontournable de succès dans le secteur de prestation logistique, pour ne pas dire un prérequis. En effet, dans ce cas, les coûts de non-qualité engendrés par une erreur de préparation de commande apparaissent concrets et importants.

De ce fait, on peut construire l'arbres des CTQ présenté dans la figure ce-dessous. Notre mission ici et d'agir sur les attentes opérationnelles et tactiques dans le but d'améliorer la qualité de livraison et par conséquence satisfaire un besoin critique de client potentiel Brandt.

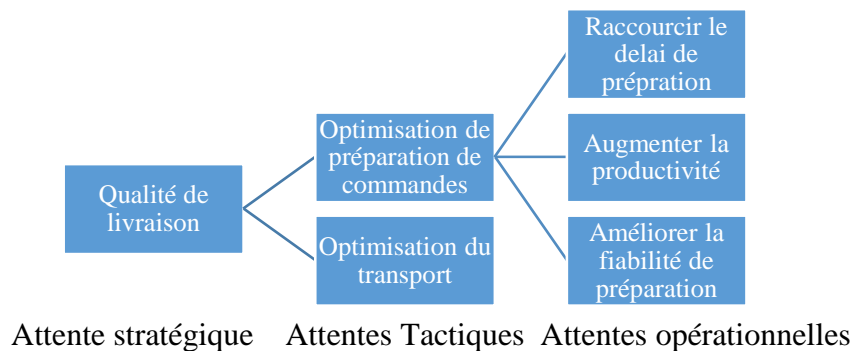


Figure I-7: Arbre des attentes (Qualité de livraison)

3.3.2. Etat actuel et objectifs

La classification des besoins par l'AHP met en évidence le degré d'importance élevé de la qualité de livraison qui selon le client Brandt est primordiale. La construction de l'arbre des CTQ nous amène à préciser les conducteurs de qualité de livraison.

Cependant, en prenant l'ensemble de ces exigences et en considérant cette classification, on ne peut s'avancer sur la qualité du service offert par le PFL. Pour cela il faudrait voir les deux côtés, exigences clients et performance PFL. De ce fait, dans l'étape qui suit, nous verrons la performance de la PFL vis-à-vis les besoins de ce client.

3.3.2.1. Etat Actuel

La demande client de Brandt est caractérisée par deux pics au cours de l'année, la première représente une saisonnalité intensive qui commence de fin de Mai à septembre dû aux grandes tailles de commandes sur les produits électroménagers qui arrive à l'ensemble des CLR sur tout le territoire national. La deuxième représente une augmentation relative des tailles de commande moins intensives que la première à cause des promotions annuelles que fait Brandt en fin de l'année et début de l'année suivante. Ces deux pics de l'année impliquent une charge de travail très intensive notamment sur le processus d'expédition et de préparation de commande. Des heures supplémentaires sont nécessaires pour accomplir tous les livraisons aux 15 CLR dans la période. Le recrutement des ouvriers à durée déterminée n'est pas facile car

l'entreprise ne trouve pas du personnel libre suffisamment qualifié pour les tâches de logistique dans la période. Elle ne peut pas aussi les recruter sur toute l'année car ça affecte la productivité de la PFL. Les heures supplémentaires étaient la solution pour la direction.

Sachant que le régime de travail de cette partie de la PFL commence de 15h :00 à 23h :00 du soir, l'entreprise a deux options pour planifier les heures supplémentaires. La première c'est d'ajouter des heures supplémentaires la nuit, dans ce cas les commandes peuvent arriver à temps à leurs destinataires, en revanche si c'est le cas une forte probabilité d'occurrence des erreurs de contrôle et de prélèvement pendant la nuit et donc la dégradation de la qualité des livraisons qui arrivent aux clients finaux et l'augmentation de nombre de litiges. Ainsi que la fatigue qui affecte encore le déroulement et la productivité des OPL dans le jour suivant et augmente les incidents des casses engendrées par cette fatigue.

En effet, dans la plupart des cas les heures supplémentaires sont faites le matin du jour suivant, dans ce deuxième cas le problème est à double effet : des coûts en plus dû aux heures supplémentaires et l'insatisfaction de client à cause des retards de livraison.

Une autre cause des retards de livraison et des heures supplémentaires est l'arrivée des TC de port de Bejaia. Une bonne partie des OPL de la préparation de commande seront mobilisés pour le déchargement des TC, le reste s'occupe de tous les livraisons jusqu'au déchargement de tous les TC, ce qui peut perturber la continuité des expéditions. L'entreprise Brandt exige que les TC soient déchargées le même jour et c'est rarement qu'ils restent plus d'un jour à la PFL. La figure suivante résume la situation actuelle des livraisons de la PFL Bouira.

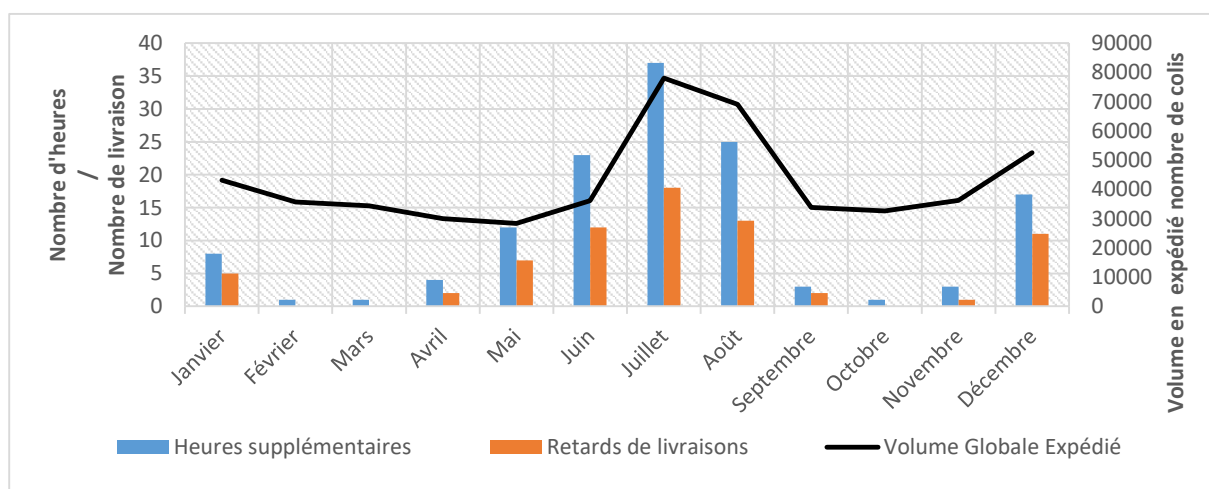


Figure I-8: les heures supplémentaires, retard et volume totale expédié dans l'exercice 2016

3.3.3. Enoncé de la problématique

NUMILOG est une entreprise de prestation de service logistique qui détient une grande part du marché Algérien, l'apparition de nouveaux prestataires logistiques la pousse de chercher de plus en plus l'excellence opérationnelle pour maintenir un avantage concurrentiel décisif.

La plateforme logistique de Bouira, la plus importantes pour l'entreprise étant positionnée au milieu de son réseau de distribution, distribue les produits clés du groupe Cevital (Agro aliment, Électro-Ménager ...). Elle joue le rôle d'un stabilisateur de la chaîne logistique par le respect des délais de livraisons de commandes aux clients. Donc la performance de la chaîne logistique de Numilog dépend des résultats du fonctionnement de cette plateforme.

Le dossier Brandt l'un des trois grands clients servis à cette plateforme, et le plus stricte en terme de gestion par le fait que l'entreprise Brandt est engagée à livrer ses clients en le jour suivant (J+1) en flux tendue et qu'elle traite des produit lourds et couteux (tout ce qu'il est électroménager). D'où la nécessité d'améliorer la performance de cette partie de la PFL.

Dans le but d'amélioration de la qualité des livraisons et d'élimination d'heures supplémentaires de travail et de retard de livraison engendrés par l'effet de saisonnalité et les promotions que faire Brandt, la problématique que nous traitons repose sur la question suivante : Comment pouvons-nous contribuer à l'amélioration du processus de préparation de commandes à Numilog ?

Afin de répondre à notre problématique, nous posons les deux hypothèses suivantes :

- H_1 : Le processus de préparation de commandes est sous optimal en termes de temps de cycle de préparation.
- H_2 : Le processus de préparation de commandes est sous optimal en termes de productivité.

Nous étudierons chacune de ces hypothèses en utilisant la démarche DMAIC : Après la définition de la problématique qui constitue la première étape, nous mesurons la performance actuelle du processus de préparation de commandes afin d'effectuer une analyse critique et ressortir par des axes éventuels d'amélioration à entreprendre. Nous proposons ensuite les améliorations que nous verrons nécessaires et nous mesurons encore la performance prévue. Nous finalisons par de recommandations pour la maîtrise et le contrôle de ce processus.

Nous allons expliciter la démarche ainsi que les autres méthodes que nous utiliserons pour résoudre la problématique dans le chapitre suivant.

Conclusion

A travers ce chapitre et dans un premier temps, nous avons présenté l'entreprise Numilog, ses activités, le contexte dans lequel elle évolue ainsi que sa stratégie. Dans un second temps nous avons décrit les processus clés de la PFL Bouira et les caractéristiques de la prestation de service logistique pour le client Brandt. Nous avons ensuite mené un diagnostic en suivant la première étape de la démarche DMAIC qui nous a permis de déceler la problématique objet de l'étude. Nous essayerons de résoudre cette problématique dans le troisième chapitre mais avant de faire, une recherche dans les littératures sur les notions de bases et les outils d'optimisation doit être effectué.

CHAPITRE II :

ETAT DE L'ART

CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

Introduction

La logistique a pris son essor lorsque les entreprises ont cherché à limiter les coûts liés à la gestion de stocks et à appliquer du « juste à temps ». De nos jours, elle devient un secteur essentiel de l'activité économique et constitue une nouvelle forme de l'activité industrielle et de services. Elle s'est imposée comme un atout concurrentiel, élément de différenciation par le service (respect des délais, conformité des commandes ...) et offre une gamme d'activités de plus en plus large.

La concentration des acteurs industriels et des prestataires, les enjeux de la distribution, et la mondialisation de demande, créent un environnement de plus en plus complexe. Des contraintes et des problématiques plus récentes sont émergées telles que la pression sur les coûts, la réduction des délais, ainsi que la recherche de flexibilité et de productivité (**Fabbe-Costes, 2007**).

Ce chapitre est dédié à la revue de la littérature sur l'une de problématique que pose la logistique : l'optimisation de processus de préparation de commandes. Dans premier temps nous allons aborder les notions de base liées au cadre générale de ce projet soit la Supply Chain et son management, l'externalisation et les prestataires ainsi que les plateformes logistiques où nous nous focaliserons sur l'importance de la préparation de commandes. Ensuite, nous traiterons les méthodologies et les outils que nous utiliserons pour résoudre la problématique.

1. La Chaîne Logistique et le Supply Chain Management

La définition la plus simple de la logistique est celle d'origine militaire : « *La logistique consiste à apporter ce qu'il faut, là où il faut et quand il le faut.* ». De façon plus exhaustive « *La logistique est le processus stratégique par lequel l'entreprise organise et soutient son activité. A ce titre, on peut déterminer et gérer les flux matériels et informationnels afférents, tant internes qu'externes, en amont qu'en aval.* » (**Colin, 1981**)

Christopher (**Christopher, 1992**) définit la chaîne logistique (Supply Chain) comme étant « le réseau d'entreprises qui participent, en amont et en aval, aux différents processus et activités qui créent de la valeur sous forme de produits et de services apportés au consommateur final. En d'autres termes, une chaîne logistique est composée de plusieurs entreprises, en amont (fourniture de matières et composants) et en aval (distribution), et du client final ».

Notons également que les prestataires logistiques peuvent faire partie des flux en amont et en aval qui constituent une chaîne d'approvisionnement. La Figure II-1 montre la typologie de chaîne logistiques ainsi que les différents acteurs qui peuvent représenter un maillon de cette chaîne.

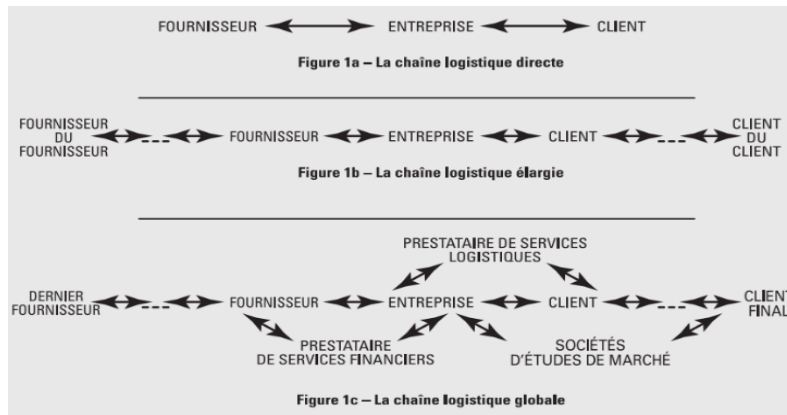


Figure II-1: Types de chaînes logistiques (Mentzer et Al, 2001)

La gestion des chaînes logistiques consiste à intégrer l'ensemble des moyens internes et externes pour répondre à la demande des clients tout en minimisant les coûts, assurant le niveau et la qualité de service requis et raccourcir les délais afin d'améliorer la compétitivité de l'entreprise.

1.1. Processus de la chaîne logistique

La définition du Supply Chain management nous mène invariablement vers la notion de processus puisque la gestion des chaînes logistiques implique une organisation par processus et non plus par fonction. Selon la norme ISO 9000 version 2000 un processus utilise des ressources et est géré de manière à permettre la transformation d'éléments d'entrée en éléments de sortie. La chaîne logistique est alors souvent assimilée à un système composé d'un ensemble de processus fortement corrélés entre eux et l'on parle alors du management de la chaîne logistique par les processus ; cette démarche correspond à l'amélioration continue de la chaîne logistique via l'évolution des processus et de leurs interfaces. La Figure II-2 ci-dessus montre les différents processus de gestion d'une chaîne logistique.

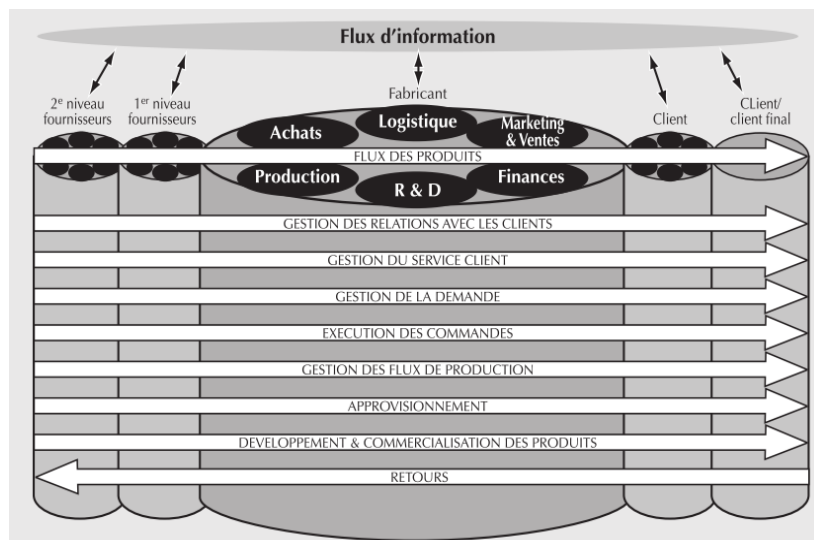


Figure II-2: Architecture de gestion d'une chaîne logistique (Cooper et Al 1997)

1.2. Les décisions dans la chaîne logistique

Une décision peut être définie comme étant le problème de donner une valeur à une variable inconnue et dont la connaissance permet au décideur de sortir d'une situation de jugement ou d'incertitude (**Ouzizi, 2005**). La conception d'une chaîne logistique nécessite de prendre un ensemble de décisions. Cet ensemble de décisions peut s'envisager sur trois niveaux hiérarchiques : décisions stratégiques, décisions tactiques, et décisions opérationnelles. La figure suivante montre un tel schéma. Cette hiérarchie est basée sur la portée temporelle de l'exécution, le niveau d'agrégation et le niveau de responsabilité des décideurs. Il est important de prendre en compte l'impact réciproque entre les trois niveaux de décisions.

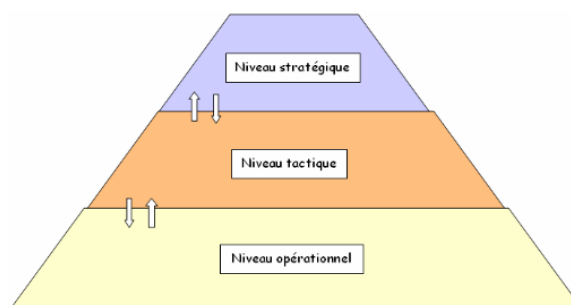


Figure II-3: Pyramide des niveaux de décisions (Colin et Al, 1981)

- Les décisions stratégiques

Les décisions stratégiques définissent la politique de l'entreprise sur le long terme. Elles comprennent toutes les décisions de conception de la chaîne logistique et de ce fait, elles ont une influence importante sur la stratégie concurrentielle et donc sur la viabilité de l'entreprise. Elles sont prises normalement par la direction de l'entreprise.

- Les décisions tactiques

Les décisions tactiques sont prises sur un horizon de moins de 18 mois en général. Il s'agit de la planification des ressources matérielles et humaines pour gérer la chaîne logistique à moindre coût pour les demandes prévisibles. Elles dépendent de la structure conçue au niveau stratégique.

- Les décisions opérationnelles

Elles sont prises pour un horizon de très court terme (minutes, heures, jours). Pour assurer la gestion des moyens et le fonctionnement au quotidien de la chaîne logistique et réaliser la stratégie de l'entreprise. La réactivité de la prise des décisions opérationnelles est un élément de mesure de la performance de la chaîne logistique. L'objectif à ce niveau est de répondre aux requêtes des clients d'une façon optimale en respectant les contraintes aux niveaux stratégiques et tactiques.

1.3. L'externalisation de la logistique et les prestataires logistiques

On définit l'externalisation, encore appelée « outsourcing », comme « le fait de confier une activité et son management à un fournisseur ou à un prestataire extérieur plutôt que de le réaliser en interne sur une durée contractuelle déterminée » (**Lai et al, 2008**). Elle fait partie des avancées managériales et décisions stratégiques de faire-faire qui permettent aux entreprises de faire face à la complexification de l'environnement industriel.

Une externalisation logistique peut être définie comme la délégation d'un prestataire de services logistiques (PSL) dans un rapport contractuel indiqué pour l'exécution de l'ensemble ou d'une partie des fonctions de la chaîne logistique de l'entreprise (**Lambert et al, 1999**).

1.3.1. Pourquoi externaliser la Chaîne Logistique ?

Les principaux motifs de l'externalisation peuvent être classés selon deux dimensions théoriques :

Une première dimension concerne l'aspect purement économique de la décision de « faire » ou de « faire faire », les enjeux étant principalement des enjeux de coût. On peut citer :

- La réduction de l'investissement dans les actifs physiques et du coût de la main d'œuvre.
- La connaissance spécialisée des prestataires leur permet de valoriser leur métier en réalisant des économies d'échelle et donc réduire les coûts logistiques pour le donneur d'ordre. La figure (7) explique les économies tirées d'une tel externalisation.

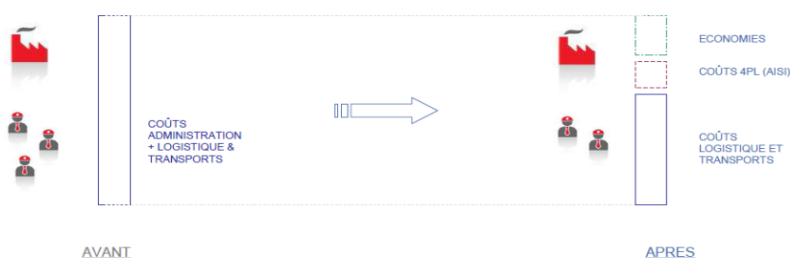


Figure II-4: Structure des coûts logistiques avant et après l'externalisation

Source : ALLYN INTERNATIONAL SERVICES INC, Support de présentation de son activité, 2009

- La perception de l'externalisation logistique comme un coût réel, permet de prendre conscience, ensuite de mieux contrôler, des coûts logistiques qui sont souvent des frais cachés.
- Réduction des investissements en transformant de coûts fixes en coûts variables et par conséquent l'augmentation du seuil de rentabilité. Par exemple L'externalisation d'un magasin d'entreposage cumule deux atouts, absolu (investissement minimum) et relatif (augmentation de la partie des coûts variables) (**Jafflin, 1991**).

Une seconde dimension est plutôt d'ordre stratégique :

Parmi ces motifs les plus fréquemment cités, on trouve en premier lieu :

- Les économies de compétences et d'échelle supposées aller dans l'intérêt des donneurs d'ordres souhaitant se recentrer sur leur cœur de métier et l'amélioration du fonctionnement de l'activité externalisée en même temps (**Razzaque et Sheng, 1998**).
- La haute professionnalisation du prestataire permet aux industriels de satisfaire les exigences de leurs clients en terme de délai de livraison et qualité de service et donc d'augmenter leurs compétitivités.
- L'accroissement de la flexibilité que procure l'externalisation, dérivant de la connaissance des marchés et des produits et de leur maîtrise.
- La possibilité de meilleure adaptation aux changements des PSL donne de la souplesse aux firmes par rapport à un problème spécifique et leur permet, d'une manière générale,

d'élimination des activités problématiques et d'être moins vulnérables aux évolutions de l'environnement.

En effet, avec la montée des préoccupations logistiques et du « Just In Time », le volet stratégique devient de plus en plus important. Les clients attendent de l'externalisation une rétroaction technique et un avantage concurrentiel en termes de compétence, alors même qu'ils ne les détiennent pas en permanence en interne. Toutes les entreprises ne disposent pas nécessairement d'un savoir-faire aussi spécifique, ce qui peut les pousser à l'externalisation pour trouver les compétences indispensables.

1.3.2. Les différents types de prestataires logistiques

Un prestataire de service logistique (PSL) est par définition un acteur logistique réalisant certaines opérations logistiques pour le compte de ses clients généralement des entreprises industrielles. Il représente un maillon essentiel de la chaîne d'approvisionnement car il est situé

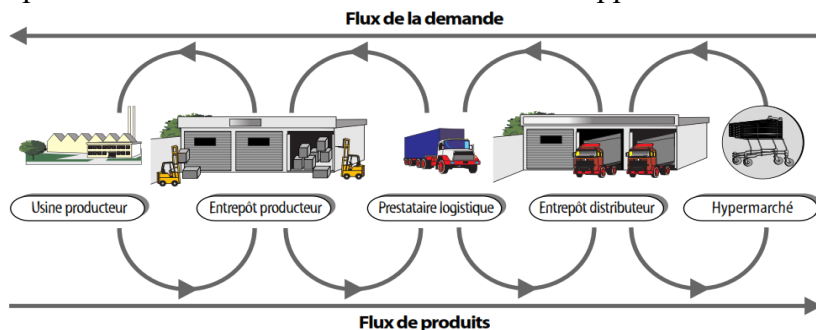


Figure II-5 : Le prestataire logistique comme maillon de la CL (Michel Fender 2006)

entre le fournisseur et le distributeur ou entre le client et les clients de client.

Les prestataires logistiques peuvent être arbitrairement classés en fonction du taux d'externalisation ou de prise en charge de la fonction logistique par un tiers :

- **Les « 1PL » ou « First Party Logistics »**

Premier niveau de la sous-traitance logistique, les prestataires « 1PL » proposent des solutions d'externalisation du transport ou de la production pour leurs clients. Ils peuvent être des Chargeur, industriels ou distributeurs qui sous-traitent qu'un seul mode de transport.

- **Les « 2PL » ou « Second Party Logistics »**

Les « 2PL » sont des PSL offrant des solutions d'externalisation du transport en plusieurs modes coordonnés et de l'entreposage.

- **Les « 3PL » ou « Third Party Logistics »**

Ce type de prestataire est un spécialiste de la chaîne logistique à qui un client non spécialiste du domaine confie l'exécution d'une partie plus ou moins importante de ses activités logistiques ainsi que des services connexes qui y sont liés afin d'en améliorer les performances.

- **Les « 4PL » ou « Fourth Party Logistics »**

Un prestataire qui a pour mission la coordination des différents acteurs intervenants tout au long de la chaîne logistique d'une entreprise. Aussi connu sous le terme « intégrateur » qui conçoit

et pilote une Supply Chain complexe. L'apparition de cet acteur a été largement favorisée par l'essor des progiciels ainsi que les réseaux intégrés.

- **Les « 5PL » ou « Fifth Party Logistics »**

Le 5PL qualifie les PSL qui conçoivent, organisent et réalisent pour le compte d'un donneur d'ordre, des solutions logistiques. Son rôle est d'offrir toujours plus de systèmes automatisés et intelligents notamment en système d'information capables d'améliorer la performance de la Supply Chain complexe.

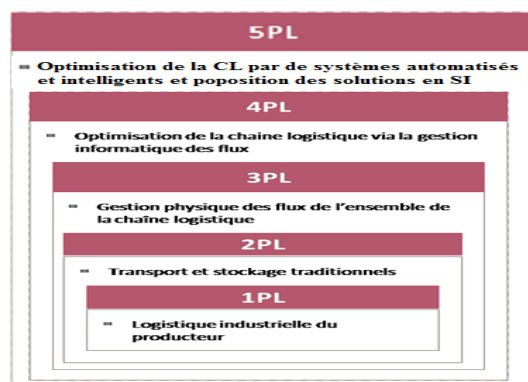


Figure II-6 : Les types de prestataires logistique

2. Les plateformes logistiques

Les Plateforme logistique constituent le cœur de la logistique moderne, nous évoquons dans cette partie le rôle des plateformes dans la chaîne logistique.

2.1. La différence entre l'entrepôt et la plateforme logistique

La plateforme logistique (PFL), « hub » ou encore « cross-docks » se distingue de l'entrepôt car contrairement à ce dernier qui peut être statique, elle est par définition cinétique.

Une PFL est un site logistique par lequel transitent les produits ; il s'agit de recevoir les livraisons, de les éclater en fonction des destinataires, et de les expédier immédiatement ou dans un délai très court (moins de 48 h) (**Roux,2008**). Les pratiques de réexpédition immédiate, qui permettent de gérer uniquement des transferts de quai à quai au niveau de la PFL, s'inscrivent dans le cadre d'une évolution de la logistique vers plus de transit et de préparation de commande en flux tendus (notion de « zéro-stock ») au détriment de l'entreposage. On parle alors de notion de cross-docking. La plateforme n'a donc pas pour vocation de stocker les produits, ce qui la différencie de l'entrepôt dont c'est l'objectif essentiel. Elle est caractérisée par la nature des opérations qui y sont exercées. Et l'intensité de flux de réception et d'expédition de commandes.

2.2. Le rôle des plateformes logistiques dans la chaîne logistique

Dans le cadre de son exploitation en grande distribution, La PFL a pour mission de consolider les flux en provenance de différents fournisseurs industriels avant leur éclatement vers plusieurs points de vente. L'idée, dans ce dernier cas, est de réaliser des économies d'échelle.

Selon **Lambert et Al (1998)**, les plateformes logistiques permettent de :

- La mutualisation logistique

La rationalisation du transport entre les usines (ou entrepôts nationaux) producteurs et les PFL régionales des distributeurs, basée sur la coopération tripartite entre les industriels, les prestataires logistiques et les distributeurs, permet une optimisation de la chaîne logistique amont. Les PFL sont implémentées dans ce logique. Cette évolution est à rapprocher de la création des plateformes distributeurs comme l'illustre la figure dans la page suivante.

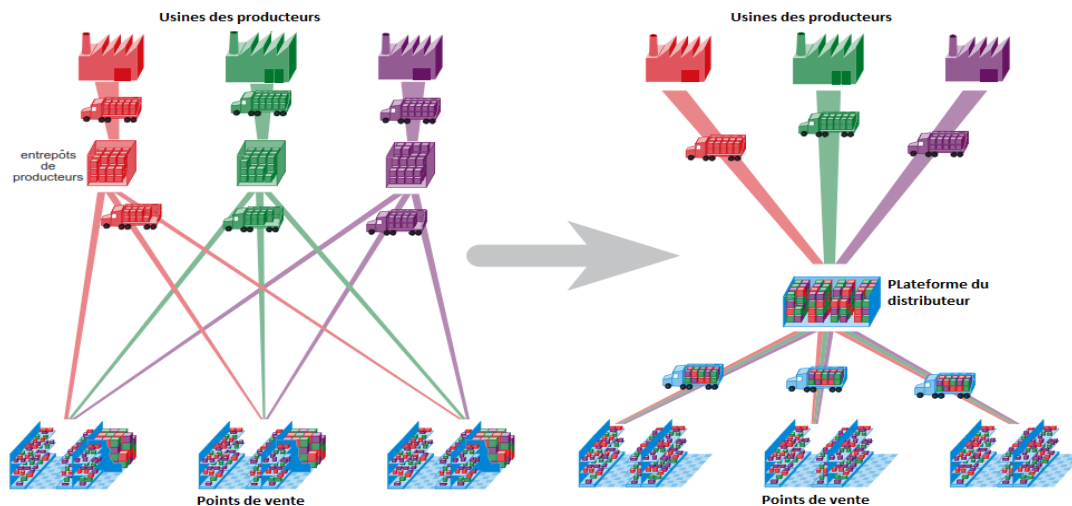


Figure II-7 : Les changements opérés dans les schémas logistiques de la grande distribution (Fret et Intermodalité de M.Fender (ENPC))

- Diminution des niveaux de stocks

Les stocks sont mutualisés pour l'ensemble des magasins desservis par l'entrepôt en déplaçant les stocks de sécurité aux PFL et donc le niveau global du stock de sécurité est inférieur à la somme des stocks de sécurité des magasins qui existaient auparavant. Le distributeur diminuant son volume de stock, diminue par conséquent le coût de possession des stocks.

- Amélioration du taux de service et de la qualité des livraisons

Le réapprovisionnement du magasin est rendu plus aisé par la proximité des PFL distributeur. Ils sont organisés de façon rationnelle avec des horaires de réception fixés à l'avance. Les tâches sont ainsi plus spécialisées, avec un meilleur rendement et une plus grande rigueur pour la réception des marchandises, préparation de commandes... ce qui contribue à la diminution des ruptures en linéaire et améliore le taux de services les délais et la qualité des livraisons.

- Diminution du coût de transport

Le passage par la PFL permet de rationaliser l'ensemble de la chaîne de transport des circuits d'approvisionnement, contribuant ainsi à diminuer le coût du transport. Les producteurs livrent des entrepôts régionaux sur lesquels ils regroupent, dans des camions mieux remplis, les approvisionnements destinés à plusieurs magasins. A l'aval, la livraison des magasins se fait depuis les plateformes avec des camions complets transportant de multiples références. La Figure II-8 représente le gain économique des PFL par rapport aux coûts de transport.

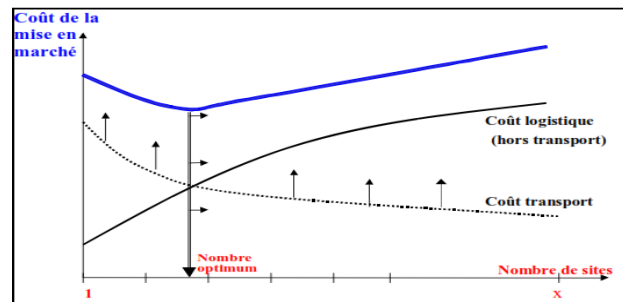


Figure II-8 : Nombre optimum de sites logistiques, liée à une augmentation des coûts du transport (CRET Log)

En plus les PFL permettent de :

- Palier aux fluctuations de la demande des clients et à l'effet de saisonnalité.
- Réduire les distances et les délais entre producteur et client.
- Accompagner la politique du juste à temps pour le fournisseur et le client
- Servir de stockage temporaire pour les rebus et les produits recyclables.
- Servir de zone de stockage tampon pour le transbordement.

2.3. Les différents types de flux dans une plateforme logistique.

Pratiquement, il existe quatre principaux Flux qui traverse une PFL. La description des Flux est illustrée par la Figure II- 9 (Rouwenhorst,2000).

- **Flux 1** : Le cross-docking (cross-dock ou même X-dock) est un processus visant à consolider Les marchandises qui proviennent de différentes origines mais ont la même destination, les transférer depuis le quai d'arrivée jusqu'au quai départ en flux synchronisés passant par un tri en fonction de leur destination mais sans passer par la phase de stockage (Roux, 2008). Il permet la suppression des tâches de casage, raccourcissement des délais, diminution des stocks...etc.
- **Flux 2** : les produits entrant sont directement stockés dans la réserve. Ce sont généralement, des produits qui doivent séjourner pendant une période assez longue dans la plateforme ;
- **Flux 3** : les produits sont d'abord stockés dans la réserve (généralement sur des palettes). Ils sont transférés (avec ou sans conditionnement) vers la zone de picking ultérieurement ;
- **Flux 4** : il s'agit d'une variante du cross-docking. Les produits reçus passent dans la zone de picking pour des opérations de groupage et de consolidation des ordres de livraison.

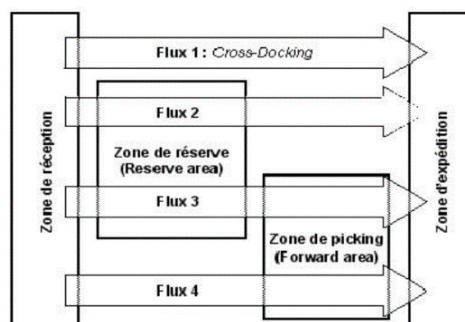


Figure II- 9 : Les différents flux présents dans un entrepôt (Rouwenhorst 2000)

2.4. La préparation de commandes dans une plateforme logistique

Dans une chaîne logistique, on retrouve au minimum une ou deux plateformes, souvent beaucoup plus. Ils arrivent bien souvent que ces maillons de la chaîne n'aient pas fait l'objet d'une réflexion globale : ils s'interfaçent plus ou moins bien, et souvent de façon "improvisée" avec l'amont et avec l'aval. Les outils de planification et d'aide à la décision, la concentration des acteurs industriels et des prestataires, les enjeux de la distribution, l'étroitesse des marges et par-dessus tout la qualité de service exigée par le consommateur, créent un environnement de plus en plus contraignant pour ceux dont la mission est de contribuer à mettre les biens de consommation à disposition du client final.

De nombreux points concernant ces plateformes méritent d'être harmonisés pour optimiser l'ensemble de la chaîne logistique, notamment la préparation de commande car la performance perçue pour une plateforme logistique se traduit en général par la performance de préparation de commandes.

2.4.1. L'importance de la préparation de commandes dans la chaîne logistique

La préparation de commandes est l'activité reconnue pour être la plus coûteuse en entrepôt en terme de l'intensité de capital et de main d'œuvre. (**Roux, 2008**). Les activités de prélèvement représentent environ 55% (**De Koster 2006**) ou 65% (**Coyle 2003**) du coût total des activités de l'entrepôt. C'est aussi l'activité qui joue le plus grand rôle pour la satisfaction de la clientèle par rapport la PFL et, en dernière analyse, par rapport toute la chaîne d'approvisionnement (**De Koster 2006**), ce qui appelle à la nécessité de l'accorder une attention particulière en maintenant une excellente productivité pour des coûts logistiques et des délais de livraison maîtrisés car la commande que va recevoir le client est représentative de l'image de marque de l'entreprise.

La préparation de commandes est une véritable opération à valeur ajoutée, elle consiste à collecter les articles stockés dans l'entrepôt et à les regrouper avant de les expédier aux clients. Réussir à rationaliser et à optimiser 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 (prélèvement des bonnes références en bonnes quantités, envoi des commandes dans le respect des délais négociés avec les clients, etc.).

2.4.2. L'exécution de la préparation de commandes

La préparation de commande peut être réalisée de manières extrêmement différentes selon les caractéristiques des produits et le type de flux. La performance d'une PFL dépend de la manière d'exécution de cette opérations clé.

Quel que soit la méthode mise en œuvre, elle se compose successivement en trois opérations suivantes :

- **Prélèvement** : Il s'agit de la collecte des articles dans leur emplacement de stockage ;
- **Tri** : Cette opération consiste à identifier et rassembler les articles correspondant à un même poste de commande, à la même commande, à un même client.

- **Emballage** : L'emballage cependant a pour but de protéger les colis contre les chocs, les intempéries, les pertes et l'usure lors de leur acheminement.

Pour préparer des commandes, plusieurs informations sont nécessaires comme l'adresse picking, les références à préparer, les quantités à prélever et les zones où regrouper les références... Les informations sont transmises aux préparateurs sur des documents papiers (bons de préparation) ou bien sur des terminaux informatiques embarqués PDA. Grâce à ces informations, le préparateur est en mesure de connaître son chemin de préparation de commandes (ordre de prélèvement des articles).

2.4.3. Les différents types de préparation de commandes

La préparation de commandes peut s'effectuer à partir de plusieurs agrès qu'il est possible de combiner en fonction des volumes à traiter :

- Prélèvement par palette.
- Prélèvement le Par ComBien (PCB) (Bien souvent le colis).
- Prélèvement par Sous Par ComBien (SPCB) en cas où le colis contient plusieurs boîtes.
- Prélèvement par Unité de Valeur (UV) souvent appelé Unité de Manutention (UM) prélèvement d'un article souvent volumineux cas d'électroménager par exemple.

2.4.4. Modes d'affectation des préparateurs :

Il existe plusieurs types d'affectations de préparateurs aux missions de prélèvement selon le type d'activité, les caractéristiques des produits, les tailles et les fréquences des commandes ... La table suivante résume les modes d'affectations des ouvriers ainsi que leurs avantages et inconvénients.

Tableau II. 1 : Affectation préparateur(s) / commande(s) - Avantages et inconvénients (FAQ-Logistique)

		Un préparateur	Plusieurs préparateurs	
Une commande	+	Préparateur responsable de sa commande. Meilleure fiabilité Simplicité.	+	Simplicité. Moins de déplacements.
	-	Moindre optimisation des trajets Absence de "massification" des prises (alors que le temps nécessaire pour prélever deux UV ou une seule est quasiment le même) Fatigue et risque d'erreurs.	-	Risque de "goulets d'étranglement" si la commande est préparée successivement entre les zones. Nécessité d'optimiser la répartition entre les zones. Risque d'erreurs dues à l'habitude des préparateurs de travailler dans leur zone. Absence de "massification" des prises Moindre possibilité de suivre l'activité des préparateurs.
	+	Optimisation des trajets "Massification" des prises de palettes.	+	Optimisation des trajets. "Massification" des prises de palettes. Moindre déplacements.

Plusieurs commandes	–	Tâche supplémentaire de regroupement des articles. Complexité.	–	Risque de "goulets d'étranglement. Nécessité d'optimiser la répartition entre les zones. Risque d'erreurs dues à l'habitude des préparateurs de travailler dans leur zone Moindre possibilité de suivre l'activité des préparateurs.

2.4.5. Les méthodes de prélèvement

Les différentes méthodes de prélèvement sont décrites ci-dessous. Il est fréquent qu'elles soient utilisées de façon conjointe dans le même magasin. Le seul souci est de satisfaire les demandes dans les meilleurs délais possibles. En fonction des nombreux critères propres à chaque gestionnaire, on peut entreprendre :

- **Le prélèvement par article :** Les articles sont par conséquent prélevés suivant l'ordre d'arrivée de la demande chez le préparateur.
- **Le prélèvement de groupe :** Sur la base de nombreuses commandes émises par les clients, le logiciel effectue une opération de groupage et tri les postes de commande par référence sur les listes de prélèvement.
- **Le prélèvement par zone :** Les articles sont prélevés dans une même zone de stockage afin de gagner de temps. Presque similaire au prélèvement par groupe, mais celui-ci a pour particularité le tri des postes de commande par emplacement de stockage dans les listes de prélèvement.

La manière d'exécution de la préparation de commandes peut encore varier selon la politique de stockage. Il existe plusieurs politiques d'allocation de l'espace de stockage (Koster et coll. 2007) :

- **Stockage dédié (Fixe)**

Pour ce type d'entreposage, on attribue à chaque article à entreposer un ou plusieurs emplacements fixes. Il est souvent recommandé lorsque le transit des produits est faible et lorsqu'on ne dispose pas d'une bonne technologie pour effectuer le suivi et la gestion des stocks.

Le défaut principal de cette approche est que théoriquement il faut réserver un grand espace pour chaque produit afin de contenir le maximum d'inventaire requis.

- **Stockage aléatoire**

Les produits sont positionnés au hasard selon la disponibilité des emplacements. Ceci permet une meilleure utilisation de l'espace disponible. Néanmoins il faut disposer d'un système informatique suffisamment intelligent pour pouvoir retracer les produits lors de la collecte. En outre les distances parcourues peuvent être plus longues lors de la préparation de commandes.

- **Stockage aléatoire par zones ou classes :**

Cette politique consiste à définir plusieurs classes de références en fonction de leur volume de vente (Rotation ABC) puis à affecter à chaque contenant entrant dans la zone de stockage n'importe quelle position parmi les positions libres de sa classe de références. Cette politique est donc intermédiaire entre la politique de stockage aléatoire et la politique de stockage dédié. Il est forcé par les caractéristiques de produits stockés (les électroménagers par exemple)

Dans notre étude, nous sommes dans le cadre d'un stockage aléatoire par familles de produit, qui est l'organisation la plus performante pour une entreprise qui traite des produits avec des caractéristiques distinctes, l'électroménager.

La préparation de commande est suivie par une étape d'expédition qui correspond au point de transfert de propriété entre un fournisseur et un client. Ses principales étapes sont :

- Consolidation des préparations.
- Contrôles de chargement.
- Emballage final s'il est nécessaire.
- Documentation.
- Chargement.
- Remise de la documentation de transport au chauffeur et signature.

2.4.6. L'Optimisation de processus de la préparation de commandes

Pour obtenir une efficacité et efficacité (en terme de coûts, délais et qualité), les chercheurs ont



Figure II- 10 : Les grandes classes de problèmes de l'optimisation de la préparation de commandes

abordé aux six grandes classes de problèmes concernant l'optimisation de la préparation de commandes¹, nous les résumons dans la figure suivante :

La résolution de ces six problématiques concerne de nombreux facteurs clés d'optimisation :

¹ Optimisation de la politique de stockage dans la zone de Picking de La Redoute Mémoire de projet recherche 2008 par Jean-Baptiste LEFER Centrale Paris

- **Réduction de la longueur des trajets**

Le temps de déplacement peut facilement représenter 50% ou plus des heures de préparation des commandes. Réduire le temps de déplacement améliore la productivité de la préparation de commandes. C'est pourquoi les stratégies de préparation de commandes par lots et par grappes sont utilisées dans les entrepôts. C'est aussi la raison pour laquelle certaines entreprises investissent dans les systèmes de convoyage.

- **Optimisation de l'accessibilité des articles**

Afin de réduire le temps de prélèvement, une classification et un rangement des références en fonction de la rotation des références ABC doit être réalisé afin de réorganiser le stock en sorte que les références les plus commandées en volume sont situées aux endroits les plus accessibles. En suite les références doivent être mis en hauteur adapté à leurs en ne rangeant pas les articles trop en profondeur dans les racks et en mettant en place des allées de préparation qui permettent de simplifier les flux de prélèvement aux préparateurs.

- **Limitation des ruptures de charge**

Le magasinier est supposé trouver les références dont il a besoin à proximité de lui, sans perdre de temps d'aller au stock pour trouver les références. Le réapprovisionnement de poste picking donc doit être fait de manière efficace. Le calcul de la fréquence de réapprovisionnement ainsi que la pose d'indicateurs pour déclencher le réapprovisionnement sont deux tâches critiques lors du dimensionnement des postes picking.

- **Limitation des risques d'avaries**

La limitation des risques peut être fait par la mise en place des chemins de préparation de commandes qui respectent la nature des produits en prélevant les articles dans un ordre qui respecte le poids et la densité des articles. Au cours de la préparation, les articles les plus denses doivent être placés en dessous des articles fragiles afin d'éviter les casses. La limitation des erreurs de prélèvement est nécessaire afin d'éliminer la répétition des tâches engendré par l'imprécisions de prélèvement.

- **Equilibrage des tâches et amélioration de l'ergonomie des postes de travail**

L'abaissement de la pénibilité du travail des opérateurs est primordial en logistique parce qu'il s'agit de tâches répétitives ce qu'il justifie l'automatisation de ces dernières. Les longueurs des trajets peuvent influencer l'état physique des opérateurs qui peut affecter la qualité des prélèvements et en genre de casse de produits. Dans certains cas, des tâches doivent être fractionner entre plusieurs opérateurs et d'autre doivent être combinés afin d'éliminer les pertes de temps.

3. Performance et méthodes d'analyse

Dans cette partie, nous allons parler l'optimisation des processus et l'amélioration de la performance, ses objectifs, ses principes ainsi que les méthodes qui peuvent être utiles pour sa réalisation.

3.1. La performance par l'optimisation des processus

Pour toute entreprise, il apparaît nécessaire de disposer d'une stratégie claire, d'objectifs et de processus clairement définis. En optimisant les processus logistiques, l'objectif est d'améliorer en continu les résultats de l'entreprise en terme de coût, qualité et délai. L'impact sera ressenti à la fois sur les résultats financiers et sur la valorisation du capital humain puisque tous les collaborateurs doivent être impliqués dans la démarche d'optimisation des processus et d'efficacité opérationnelle et en sont les moteurs.

3.1.1. Les principes de l'optimisation des processus

L'approche de management par processus repose sur six principaux contributeurs. Ces six contributeurs, démontrent que la démarche d'optimisation des processus n'est pas uniquement une question de technologies, de ressources ou de méthodes. Il s'agit bien là, d'une discipline à prendre en considération dans un cadre global et de manière systémique.

- **Alignement stratégique :** Les processus logistiques doivent s'aligner et suivre les priorités de l'entreprise pour assurer la création de la valeur.
- **Gouvernance :** Une approche de management par les processus est tributaire de la clarté et du niveau de finesse apportés à la définition des rôles et des responsabilités.
- **Méthodes :** Il existe différentes démarches et outils qui facilitent le management par processus tels que la roue de Deming, les 5 « S », le Lean Management, le six sigma...
- **Technologie de l'information :** La technologie est centrale dans une approche de management par les processus, elle permet non seulement l'industrialisation et l'autorisation des processus, mais également une remontée automatique des indicateurs, ces derniers étant nécessaires à toute approche d'optimisation.
- **Ressources :** La réussite de l'approche repose sur des ressources financières adaptées ainsi que sur la qualité des ressources humaines qui seront les plus aptes à optimiser les processus grâce à leurs compétences et à leurs connaissances.
- **Culture et éthique :** La culture et les règles de bonne conduite au sein d'une organisation ont un impact majeur, en particulier sur la capacité à conserver les améliorations à long terme.

3.1.2. Les processus logistiques concernés

Le scénario le plus intéressant pour une organisation serait de passer systématiquement et de manière périodique tous les processus logistiques sous la loupe de l'optimisation. Toutefois, la rareté des ressources permet difficilement de procéder de la sorte. C'est pourquoi il est pratique de se doter de mécanismes permettant de prioriser les projets d'optimisation des processus logistiques selon les orientations stratégiques de l'entreprise.

Les processus à cibler prioritairement devraient être les processus dans lesquels les problèmes de performance sont les plus importants ou les processus sur lesquels la rentabilité interne des

projets est la plus élevée, ou encore les processus dont l'optimisation a été identifiée en fonction des besoins stratégiques.

3.1.3. Les méthodes déclinées pour l'optimisation des processus

Pour entreprendre une démarche d'optimisation des processus, il est recommandé d'adapter une ou plusieurs des méthodes standards aux spécificités et aux besoins de l'organisation. Toutes les méthodes consistent à déterminer l'attribution de ressources à des activités sans aucune valeur ajoutée pour ensuite les éliminer. Les résultats sont alors rapides, mesurables et durables. Nous citons dans ce qui suit quelques méthodes que nous allons utiliser pour l'optimisation du processus de préparation de commandes dans la PFL de Numilog.

3.2. La démarche DMAIC

La démarche DMAIC est une méthodologie ordonnée et rigoureuse utilisée en amélioration des performances et plus particulièrement en amélioration continue des processus ou pour toute résolution de problème. La DMAIC propose un cadre d'analyse s'appuyant sur les principaux éléments qui caractérisent l'approche Six Sigma : l'expression des attentes clients, des données objectives (approche statistique) permettant de mesurer la performance d'un processus, la recherche des sources de dysfonctionnement et les axes potentiels d'améliorations, la mise en œuvre d'une dynamique de progrès. Elle se compose de 5 étapes dont les initiales forment l'acronyme DMAIC.

Une démarche DMAIC se décompose en 5 étapes principales qui impliquent les opérationnels impliqués dans le processus étudié :

3.2.1. Define (Définir)

Il s'agit à cette étape de poser le problème, identifier sur quels produits se trouvent les défauts, sélectionner avec précision les défauts mesurables, délimiter le champ de travail et fixer des objectifs ; l'objectif à atteindre en cohérence avec les attentes client. Cette phase peut faire intervenir des outils tels que l'audit, le diagnostic, l'interview, la méthode de résolution de problème QQQQCP (Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?).

3.2.2. Mesure

L'objectif est de collecter des données sur le terrain, représentatives de la situation actuelle, afin de mieux appréhender les causes racines du problème. Ceci pourra être réalisé dans une optique de plan d'expérience, de maîtrise statistique des procédés, d'une simulation des processus ou encore afin de réaliser un diagramme de Pareto.

3.2.2.1.1. Analyse

Il s'agit d'identifier et d'établir l'influence des paramètres qui causent les variabilités du processus par l'exploitation des données collectées dans la phase précédente. Les causes racines pourront être mises en évidence grâce aux outils de résolution de problèmes et outils analytiques

et statistiques. A ce stade du déroulement de la méthode, il faut comprendre les problèmes pour pouvoir formuler par la suite les solutions susceptibles de combler l'écart entre la situation présente et les objectifs clients.

3.2.3. Improve (améliorer)

Sur la base des résultats de l'analyse menée précédemment, il s'agit d'établir les solutions qui doivent permettre de mettre sous contrôle le processus afin de réduire les variabilités. Lorsque plusieurs solutions sont imaginées, elles pourront être hiérarchisées, pour leur mise en œuvre. Cette phase particulièrement importante peut se dérouler dans certains cas précis en plusieurs étapes. Ceci afin de prendre le temps de tester et de valider les solutions les plus adéquates.

3.2.4. Control (maîtriser)

Cette dernière phase vise à pérenniser la solution définie dans la phase précédente en mettant en place des indicateurs de suivi ou de supervision de la maîtrise du processus. On retrouve ici l'un des principes du Lean qui établit que tout progrès doit être pérennisé par la mise en place d'un standard.

3.3. Méthode d'analyse des processus SDT

La méthode de Simplification du travail (SDT) ou « Analyse de déroulement », originellement mise au point par Allan H. Mogensen et standardisée depuis 1947, est une analyse chronologique de processus détaillée sur un périmètre restreint, visant à identifier de manière exhaustive les différentes étapes de réalisation du processus en se basant sur la pratique la « marche le long du processus » (Gemba Walk). Au fur et à mesure qu'on suit les étapes de déroulement, on va ainsi noter les temps, les distances, les poids...etc. La pratique de cette méthode est très répandue dans les bureaux des méthodes pour des études de simplification du travail, pour des améliorations d'implantation afin de limiter la longueur des flux. Elle s'applique aussi à de nombreux domaines administratifs, industriels et elle est utilisée fréquemment dans les entrepôts et les industries de transformation. L'objectif de cette méthode est d'identifier les actions prioritaires d'optimisation en :

- Repérant les plus gros gaspillages et les traiter dans le cadre de « chantiers Lean ».
- Calculant des indicateurs de performance, d'efficacité et d'efficience du processus.
- Faisant ressortir les goulots d'étranglement.
- Simplifiant les flux et le déroulement.
- Réorganisant l'implantation de l'atelier pour améliorer les flux.

Comme représenté dans la figure (II-11), l'analyse de déroulement est standardisée par l'utilisation des symboles codifiés par le bureau international du travail (BIT) et donc reconnu dans le monde entier pour qualifier les étapes constitutives du processus.

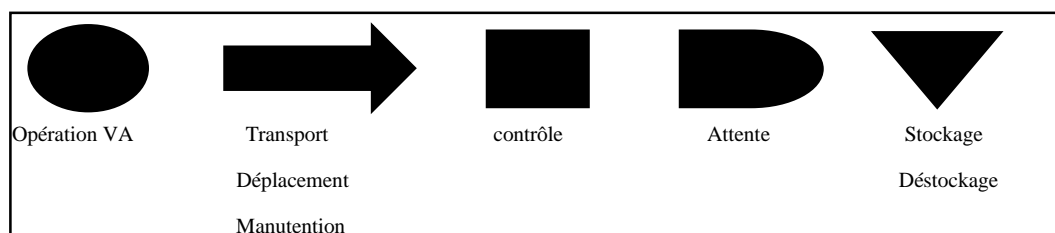


Figure II- 11 : Les symboles utilisés pour la représentation de déroulement de processus

L'analyse nous permet, à partir de cette représentation symbolique du dégager un examen critique et de proposer des solutions d'amélioration qui peut porter sur un flux physique comme sur un flux administratif.

3.3.1. La méthodologie suivie

Quel que soit le domaine d'utilisation de la méthode, il doit nécessairement passer par les étapes suivantes :

- Délimiter la structure étudiée

Cette première étape consiste en la décomposition du processus en plusieurs actions élémentaires qui doit être classé ces actions en cinq différentes familles (opérations à valeur ajoutée, transfert, contrôle, attente, stockage, etc.) puis les quantifier en termes de nombre d'occurrences, de temps et de distance.

Deux types de méthodes pour représenter un processus dans l'analyse de déroulement :

- Graphique des flux (représentation d'enchaînement des tâches)
 - Matrice de déroulement qui permet de rassembler les informations quantitatives en plus des actions du processus (quantifiant les temps dédiés à chaque étape mais aussi les distances parcourues, les quantités de matière transformées, les poids en jeu et le nombre d'opérateurs impactés).
- **Analyse du flux traversant la structure du processus actuel**

Dans un premier temps, le travail consiste à observer et à noter ce que l'on voit. Il faut ensuite analyser chaque étape avec un regard critique. L'analyse met en évidence les opérations superflues telles que des contrôles effectués plusieurs fois, du matériel inadapté, des manutentions pénibles et longues, des ruptures de charge, des camions qui repartent à vide ou qui attendent très longtemps pour être chargés, bref du temps perdu, de l'argent gaspillé et souvent même du travail inutile. Dans les cas les plus flagrants, l'analyse permet de déceler certaines opérations qui doivent être supprimées ou regroupées et même des investissements qui sont nécessaires.

En fin d'analyse du processus actuel, on définit les indices de performance que l'analyse de déroulement vise à améliorer tel que

- Le Temps total du Cycle, la productivité du processus, la productivité des ouvriers
- Efficacité du processus = nombre étapes utile (U) / nombre étapes totale ((U) + non utile (NU)).
- Temps de traversée du processus = $\sum U + NU$ (temps) = Lead Time (LT)
- Efficience du processus = $\sum U$ (temps) / LT
- Indice de tension du flux = 1 / Efficience...

- Critique de constructive de l'existant

Et pour obtenir une critique efficace du plan des flux dans un entrepôt ou dans un atelier de production, la méthode du QOOQCCP est bien adaptée à cet objectif.

L'analyse critique va avoir pour objet de trouver des solutions qui permettront d'optimiser le déroulement du processus concerné. En notant les différents déplacements de la balance qui provoquent une perte de temps et un gaspillage de main-d'œuvre on peut ainsi analyser les étapes qui constituent la préparation de commandes, la réception de la marchandise, le déchargement d'un camion ..., ou critiquer le diagramme de circulation des chariots à l'intérieur d'un entrepôt. Mais pour être efficace, cette analyse doit se concentrer sur un seul type de flux. Ce qui permet de mettre en évidence des temps morts, des actions désordonnées ou des mouvements inutiles que l'on porte par l'observation. Un autre moyen d'apporter une critique constructive est de se demander si l'on peut : combiner, permuter, séparer, ou encore améliorer les étapes.

- Elaboration de la solution proposée et faire son bilan

Ces critiques constructives chiffrées et non chiffrée permettent d'imaginer les actions d'amélioration à conduire et les enjeux correspondants et de trouver une solution : la moins couteuse, la plus simple, la plus rapide, la plus sûre, la moins fatigante, cela sans perturber le processus, en élaborant une nouvelle organisation limitant au maximum les phases de transfert à vide, d'attente et de stockage. On refait le plan des flux de processus amélioré avec les mêmes tableaux et le même plan. Ainsi il devient possible de comparer l'état actuel et l'état futur par une représentation visuelle et, bien sûr, chiffré afin d'apparaître les gains gagner en terme du temps, coût, qualité ou bien encore en terme de productivité afin d'approuver les actions à entreprendre. On évalue également les gains "non chiffrables" (sécurité, condition de travail, satisfaction client...).

3.4. La méthode Analytic Hierarchy Process (AHP)

« L'aide à la décision multicritère vise à fournir des outils qui permettront de progresser dans la résolution d'un problème de décision où plusieurs objectifs, souvent conflictuels, doivent être pris en compte. » (Mousseau, 2005). Elle utilise un ensemble d'informations disponibles à un instant donné, afin de formuler un problème et aboutir à une décision sur un objet précis. Dans le cadre de la décision multicritère, l'objet de la décision est formé par un ensemble d'actions ou alternatives. L'intérêt des méthodes multicritères est de considérer un ensemble de critères de différentes natures (exprimés en unités différentes), sans nécessairement les transformer en une fonction unique. Il ne s'agit pas de rechercher un optimum, mais une solution de compromis qui peut prendre diverses formes : choix, affectation ou rangement (N.Amir, W.Caty, 2009-2010).

3.4.1. Analytic Hierarchy Process (AHP)

La méthode AHP pour Analytic Hierarchy Process, a été développée par Thomas Saaty dans les années 1970 pour optimiser l'allocation des ressources lorsqu'il y a plusieurs critères à considérer. Cette méthode repose sur un découpage du processus de décision en une structure hiérarchique. Cette structure pyramidale se compose toujours au sommet du sujet de décision,

puis d'un niveau de critère, puis d'un niveau de sous-critère... et tout en bas des différentes alternatives disponibles.

L'algorithme de réalisation d'un analyse multicritères par la méthode AHP est le suivant :

Soit 'n' objets d'étude à classer ; a_1, a_2, \dots, a_n leurs actions ; et 'm' critères : c_1, c_2, \dots, c_m de comparaison.

Pour tout critère $c_k, 1, m$.

Faire

1) En utilisant l'échelle de comparaison de Saaty (cf. l'Annexe 6), nous remplissons la matrice carrée des jugements [M] en comparant les actions $a_i, (i = 1, n)$ deux à deux.

- Si l'activité 'i' se voit attribuer l'un des chiffres précédents, lorsqu'elle est comparée à 'j', 'j' a donc la valeur réciproque lorsqu'on la compare à l'activité 'i'.

2) Normalisation de la matrice [M] des comparaisons binaires :

- Sommer les entrées de chaque colonne 'j' : $SC_j = \sum_{i=1}^n M_{ij} \quad j=1, n$
- Diviser l'entrée de chaque colonne par le total de cette colonne :
 $M_{ij} = M_{ij} / SC_j \quad i=1, n, j=1, n$

3) Déterminer les priorités globales :

- Totaliser les entrées de chaque ligne de la matrice normalisée :
 $SL_i = \sum_{j=1}^n M_{ij} \quad i=1, n$
- Totaliser les entrées de chaque ligne de la matrice normalisée :
 $PG_i = SL_i / n \quad i=1, n$

4) Calcul de la cohérence des jugements :

- Multiplier l'entrée de chaque colonne 'j' de la matrice initiale par la priorité globale relative à l'action a : $M_{ij} = M_{ij} \times PG_i \quad i=1, n \quad j=1, n$
- Faire le total de chaque ligne : $TL_i = \sum_{j=1}^n M_{ij} \quad i=1, n$
- Calculer les proportions : $PR_i = TL_i / PG_i \quad i=1, n$
- Calculer le lambda (λ) : $\lambda = \sum_{i=1}^n PR_i / n$
- Déterminer l'indice de cohérence : $IC = \lambda - n / n - 1$
- Calculer le ratio de cohérence : $RC = IC / IC(n)$ où $IC(n)$: l'indice de cohérence aléatoire

5) Test de la cohérence : Le tableau qui suit indique les indices de la cohérence.

Tableau II. 2 : Les indices de la cohérence Saaty

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IC(n)	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.51

$RC \leq 0.10$ { Oui | Bonne cohérence, on accepte les PG_i }
 { Non | revoir la matrice [M] }

Fait ;

Fin.

3.5. Optimisation multi-objectif

La programmation linéaire s'adapte avec les problèmes d'optimisation d'une fonction objective dans la présence des contraintes d'égalité et d'inégalité, si toutes les fonctions sont linéaires, donc nous avons évidemment un programme linéaire. Dans le cas inverse, le problème est appelé non linéaire. Nous représentons le programme non linéaire suivant :

$$\begin{aligned} \text{Minimiser} \quad & f_i(x) \quad i=1, \dots, n \\ \text{Sous contrainte} \quad & g_j(x) \leq 0 \quad \text{pour } j=1, \dots, m ; \quad h_j(x) = 0 \quad \text{pour } j=1, \dots, l \\ & \text{Tel que : } x \in X \end{aligned}$$

Lorsque $f_1, f_2, \dots, f_i, g_1, g_2, \dots, g_j, h_1, h_2, \dots, h_j$ sont des fonctions définies sur R^n , et X est un sous ensemble de R^n , et x un vecteur de n composant x_1, x_2, \dots, x_n le problème ci-dessus doit être résolu, pour les valeurs des variables x_1, x_2, \dots, x_n qui satisfait les restrictions et au même temps minimise les fonctions objectives .

3.5.1. Optimisation multi-objectif

Tandis que notre vie quotidienne est plein de problème de nature multi-objectif à cause des plusieurs critères contradictoires dont la solution n'est pas unique comme dans le mono-objectif mais un ensemble de solutions, connu comme l'ensemble des solutions efficaces. Toute solution de cet ensemble est optimale dans le sens qu'aucune amélioration ne peut être faite sur un critère sans dégradation d'au moins un autre critère, une solution peut être meilleure qu'une autre sur certains objectifs et moins bonne sur les autres (**M.S. Bazaraa**).

3.5.2. Métaheuristiques (Bensmaïne, A, 2013)

Les métaheuristiques sont des stratégies algorithmiques, pour la recherche des solutions réalisables parmi l'ensemble des solutions potentiellement efficaces (dans le cas multicritère).

Elles donnent une probabilité strictement positive à toute solution appartenant à l'espace de solutions réalisables, et elles peuvent éviter le problème du minimum local à cause de leurs stratégies qui n'élimine pas carrément les solutions jugées comme « mauvaises ». Parmi l'ensemble des métaheuristiques qui existent, on a choisi l'algorithme génétique pour approfondir son étude pour son efficacité approuvée dans la littérature dans la résolution des problèmes multi-objectifs comme présent dans notre cas.

3.5.3. Algorithmes génétiques

Les algorithmes génétiques sont des algorithmes d'optimisation stochastique fondés sur les mécanismes de la sélection naturelle et de la génétique. Cette métaheuristique utilise à la fois les principes de la survie des structures les mieux adaptées, et les échanges d'information pseudo-aléatoires, pour former un algorithme d'exploration qui possède certaines caractéristiques de l'exploration humaine (**Goldberg, 1994**). Les algorithmes génétiques sont très utilisés dans les recherches scientifiques, grâce à leurs adaptations avec des problèmes d'optimisation de grand nombre de variables, discrètes et continues, et leurs fonctionnements avec des données expérimentales ou des fonctions analytiques (Haupt, & Haupt, 2004).

Pour faire évoluer et arriver à un résultat satisfaisant, l'algorithme génétique entame la recherche avec une population initiale qui se compose des chaînes de caractères appelées chromosomes ou individus, dont chacun doit être codé selon un type de codage déterminé (binaire, réel ou sous forme d'arbre), puis évalué par une valeur fitness. Selon (**Bensmaïne, A, 2013**) les évaluations attribuées vont donner lieu pour effectuer les opérations génétiques suivantes :

- **La sélection** : Il existe plusieurs techniques pour sélectionner les individus, les plus utilisées sont celles qui consistent à choisir les individus ayant les meilleures valeurs fitness.
- **Le croisement** : Cette opération permet de créer une nouvelle population, en s'échangeant des parties des chaînes de chaque deux chromosomes et donner des nouveaux chromosomes.
- **La mutation** : C'est la substitution aléatoire des gènes du chromosome lui-même. Elle sert à éviter une convergence prématurée de l'algorithme.

Ces trois opérations seront réitérées plusieurs fois, jusqu'à arriver à une population qui répond mieux à la fonction fitness, c'est pourquoi le nombre des itérations doit être important.

Pour comprendre mieux le principe de cette métaheuristique un schéma explicatif est présenté dans l'Annexe 6.

Les algorithmes génétiques d'optimisation multi objectif sont basés sur une approche Pareto, qui s'agit d'utiliser le principe de dominance dans l'opération de la sélection. Leur fonctionnement consiste à converger le plus possible vers des solutions Pareto-optimales (front de Pareto), puis à trouver parmi ces dernières solutions un ensemble de solution très variées.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les définitions de base liées au contexte de notre étude ainsi que les outils qui nous allons utiliser pour la résolution de la problématique présentée dans le chapitre précédent. La démarche DMAIC nous permettront de donner de structure aux étapes de la résolution de la problématique. Nous utiliserons aussi les outils transversaux à savoir la méthode SDT et la simulation pour l'identification des dysfonctionnements. La méthode AHP et l'optimisation multi-objectives nous seront utiles pour la prise de décisions et pour la résolution de la problématique objet d'étude.

CHAPITRE III :
ANALYSE ET AMELIORATION

CAHPITRE III : ANALYSE ET AMELIORATION

Introduction

La préparation de commande est une activité très importante pour Numilog. Elle lui permet de maximiser la satisfaction de ses clients en leur assurant une meilleure qualité de livraison, des délais raccourcis et à coût réduit. Cependant cette activité n'est pas optimisée et engendre de plus en plus de coût de manutentions, des heures de travail supplémentaires (perte directe), de retard de livraison et de litige et donc dégradation de la satisfaction de son client (perte indirecte).

Le diagnostic présentés dans le premier chapitre a mis en évidence la nécessité de l'optimisation de la préparation de commande afin de mieux satisfaire les besoins critiques de Brandt.

Pour ce faire, la démarche qui a été adoptée pour le développement des solutions à la problématique énoncée, est basé sur la démarche DMAIC. Dans un premier temps, nous allons mesurer la performance actuelle du processus de préparation de commandes. Nous allons ensuite effectuer une analyse critique pour ressortir par des axes éventuels d'amélioration qui seront entrepris et développés dans le but de raccourcir le délai et augmenter la productivité du processus. A la fin, nous mesurerons la performance prévue par la simulation du processus et nous préposerons des recommandations pour sa maîtrise.

1. Mesure et analyse

Cette partie est consacrée pour la mesure de la performance du processus de préparation de commandes ainsi à l'analyse des causes des dysfonctionnements.

1.1. Mesure de la performance de la préparation de commandes

Dans la logistique, les retards de livraison, les heures supplémentaires et les litiges sont en général sources de coûts supplémentaires avec une incidence directe sur le bénéfice espéré. Hors mis l'insatisfaction du client qui reste un facteur difficilement mesurable, certains éléments tels que la cycle de commande et la productivité sont quantifiables et donc mesurables. Dans cette partie nous allons collecter les informations et mesurer les différents facteurs liés au processus de préparation de commande afin de les analyser. Pour ce faire nous avons opter pour deux méthodes complémentaires : la première l'analyse de déroulement (SDT) et la deuxième méthode consiste en la simulation du processus.

1.1.1. Mesures par la méthode SDT

Afin de détecter les différents dysfonctionnements où les étapes qui nécessitent d'amélioration, nous avons procédé à l'analyse de déroulement par la méthode SDT en pratiquant le Gemba Walk tout au long du processus de préparation de commandes, dès la première étape administrative qui précède l'exécution jusqu'aux mesures administratives qui suivent l'expédition. Où nous avons décomposer le processus en plusieurs actions élémentaires classées en cinq différentes familles. Au fur et à mesure qu'on suit les étapes de déroulement, chaque

action élémentaire est quantifiée en termes de trois facteurs essentiels : la fréquence d'exécution, le temps opérationnel et la distance parcourue pour accomplir la tâche.

- **La fréquence d'exécution**

Nous avons calculé les fréquences d'exécution de chaque tâche ou sous tâche élémentaire par la méthode des ratios calculés. C'est la méthode la plus fiable et la plus facile à utiliser dans notre cas. En calculant la taille moyenne d'une commande dans la période (76 palettes en moyenne), l'on compte les nombres de fois de lancement de chaque tâche pour préparer la commande en tenant compte de nombre d'opérateurs engagés.

- **Le temps opératoire**

Pour prendre des mesures représentatifs, nous avons opté pour la démarche stricte de la MTM

¹

Dans un contexte représentatif de mêmes équipements, articles de même type de stockage (masse, structure accumulation ou picking DPP) ..., nous avons choisi des OPL « standard », ni les plus lents, ni les plus rapides pour effectuer nos mesures chronologiques. Afin d'obtenir un temps moyen le plus fiable, nous avons mesuré pendant une période significative d'activité moyenne, une heure par exemple, nous avons compté le nombre de tâches effectuées dans la période et le nombre d'OPL engagés. Par une simple règle de trois, nous avons pu déduire la durée nécessaire pour l'accomplissement de la tâche élémentaire.

Les avantages potentiels de cette méthode sont

- Elle tient compte des conditions réelles d'exploitation, aléas compris,
- Elle ne met pas les OPL en situation d'observation donc elle rend inutile l'application d'un taux d'engagement dû au rythme des acteurs qui est souvent plus soutenu pendant la période d'observation qu'en temps ordinaire (**Roux,2008**),
- Elle ne leur fait pas perdre de temps.

- **Les longueurs des trajets**

Pendant nos mesures des temps opératoires, et étant donnée la vitesse des chariots qui est de l'ordre de 143 mètres/minutes à vide et 100 mètres/minutes transférant des UM d'électroménager, par une simple règle de trois, nous avons pu déduire les longueurs des trajets que faites les OPL pendant les prélèvements. Nous avons ensuite comparé ces longueurs par rapport les dimensions de cette partie de la PFL (235x92 m) pour juger si les longueurs sont optimisées.

Dans cette méthode, On ne se contente pas par le calcul des distances et temps opératoires mais on analyse chaque tâche en posant les questions QQQCCP afin de déterminer avec précision les dysfonctionnements.

Les résultats de nos calculs sont présentés dans le tableau de synthèse de la méthode SDT suivant.

¹ La méthode américaine MTM (Methods Time Measurement) date des années 1940 est la plus connue des approches scientifiques de mesure du temps opérationnel. Elle part de mouvements élémentaires très simples avec une unité de temps la seconde et en appliquant des standards de mesure qui assure une analyse fine des tâches opérationnelle. (**Mtm.org**)

Tableau III. 1: mesures SDT

Opération	Opération V,A	Transfert	Contrôle	Attente	Stockage	distance (m)	Temps (mn)	Fréquence	Commentaires	Eliminer	Combiner	Changer d'ordre	Améliorer
Mesures administratives				X			1,4	15					
Affectation des commandes aux quais				X			1,5	15	L'affectation est faite de manière qualitative (N'est pas optimale).				X
attribution des missions au personnel				X			2	8	Les deux équipes sont déséquilibrées. Réaffectation des OPL à chaque 2 ou 3 commandes.	X			
Aller à vide		X				2590	18,1	15	Les longueurs des trajets des prélèvement parcourues par les caristes sont très longs				X
Picking (DPP)					X		29,5	15	Poste goulot à soulager				X
Palettisation	X						11,22	15	Charge supplémentaire pour le poste goulot.			X	
Réapprovisionnement							12,15	15	Nombre de mission d'appro faible mais délai important				
Prélèvement Palette					X		31	15					
Prélèvement Masse					X		21,5	15					
Retour cariste		X				2590	25,8	15	Les longueurs des trajets parcourues par les caristes est très long				X
Mise en zone de contrôle					X		6,4	15					
Contrôle de la préparation			X				16,5	15	Les deux contrôles sont complémentaires et peuvent être combinés Existence d'une perte de temps entre les deux contrôles.		X		
Attente				X		9,5	15	X					
Contrôle du chargement			X			11,4	15			X			
Chargement		X					20	15					
Mesure Administratives				X			1,2	15					

- Validation de temps mesurés

Afin de valider la fiabilité de nos mesures, nous avons procédé à une vérification de la cohérence des mesures par comparaison de la somme des temps élémentaires à un temps total d'exécution. D'une part, nous avons évalué et validé les résultats obtenus avec les CEL de Numilog et d'autre part nous les avons comparées aux standards de temps prédéterminés de la logistique de l'IFTIM (Institut de Formation aux Techniques d'Implantation et de Manutention) évoqué dans le livre de Michel Roux « Optimisez votre plateforme logistique » (Roux, 2008) (p.135-p145). Les temps des tâches élémentaires que nous avons mesurées sont presque les mêmes seul les tâches qui dépendent des longueurs des trajets sont différentes.

1.1.2. Modélisation et simulation du processus

La méthode SDT nous a permis de visionner clairement l'exécution de chaque tâche, cependant elle ne permet pas de visionner le comportement global du fonctionnement de ce processus. En effet les calculs classiques ne savent pas appréhender un système apte à accueillir des flux aléatoires. Compte-tenu de la nature complexe et stochastique, la simulation par ordinateur peut s'avérer très utile pour étudier le processus de préparation de commandes. Pour ce faire, nous utilisons la simulation dynamique à événements discrets à l'aide de la solution informatique Arena¹. Cette simulation nous permet d'analyser dynamiquement le comportement du système modélisé, d'identifier les goulots d'étranglements, de calculer le temps du cycle de préparation et d'évaluer les solutions retenues particulièrement critiques en tenant en considération l'allocation des ressources et les contraintes opérationnelles.

1.1.2.1. Construction du modèle de Simulation

Dans notre modèle de simulation du processus de préparation de commandes et au contraire à la méthode SDT, nous ne prenons en considération que le côté opérationnel c'est-à-dire l'exécution du processus en basant sur la modélisation effectuée du processus sans aborder les mesures administratives. La tâche de chargement des camions n'est pas induite dans le modèle car la préparation suivante peut être lancée avant le chargement de camion donc elle est indépendante de cycle de préparation de commandes.

L'étude et les calculs des ratios que nous allons faire par la suite ne concerne que la période de saisonnalité.

¹ ARENA est l'outil de simulation développé par Rockwell Automation en 2000 pour les systèmes à événements discrets. Il permet de réaliser une simulation graphique basé sur le langage de simulation intégré SIMAN. Ce logiciel permet de modéliser et visionner les processus industriels, en fournissant des analyses statistiques des résultats. (Wikipédia)

Description du modèle

Dans ce modèle, nous essayons de simuler une commande représentative de la période de saisonnalité. Pour ce faire, tout d'abord nous devons construire cette commande fictive.

Les flux d'entités qui circule dans le système de simulation représente les UM¹ à préparer. La taille moyenne des commandes dans la période de la haute saison est environ 76 UM/commande. Grâce à la base de données du WMS, nous avons calculé les pourcentages des quantités des produits expédiés dans la période selon le type de stockage en divisant la quantité expédiée de chaque type de stockage sur le volume global expédié en nombre de palette et ne pas en nombre de colis. Les temps de prélèvement diffèrent d'un type à l'autre et dépend bien sûr de la longueur de trajet comme indiqué au tableau SDT. Les taux calculés de chaque type de stockage dans la période sont représentés dans la Figure III. 1.

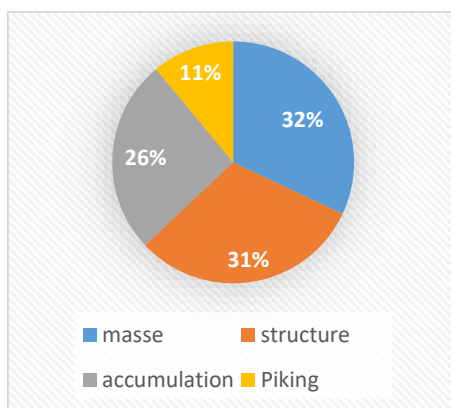


Figure III. 1: taux des produits expédiés selon le type de stockage (Numilog 2016)

Dans cette partie de la PFL, Les articles à prélever sont réservés informatiquement et on déclenche le réapprovisionnement de la zone de picking lorsque le seuil minimum est atteint pour la quantité d'un produit donné. En raison de la complexité de la simulation des missions de réapprovisionnement (beaucoup de référence et le seuil diffère), nous avons calculé, grâce à la traçabilité qu'assure le WMS, la moyenne de nombre d'approvisionnements par commande dans la période de la haute saison. Nous allons l'utiliser dans notre modèle pour simuler les approvisionnements dans la commande fictive.

Le temps induit dans la simulation de chaque tâche élémentaire est proportionnel au traitement d'une UM. Chaque type de mission de prélèvement est composé de 3 sous tâches élémentaires : déplacement à vide, prélèvement et retour avec l'UM. Nous avons pris pour chaque tâche le minimum et le maximum de temps d'accomplissement pour conserver le caractère stochastique que forme le processus de préparation de commandes. Nous prenons en considération aussi les ressources humaines à lesquelles on confie chaque tâche opérationnelle.

Le modèle de simulation ainsi que ses paramètres sont représentés dans l'Annexe 7.

Nous utiliserons les résultats de la simulation pour analyser le processus dans l'étape d'analyse.

¹ UM pour Unité de Manutention, elle peut être la palette standard, un produit de masse (réfrigérateur par exemple) ou bien une palette constituée des prélèvement DPP.

1.1.2.2. Validation du modèle de simulation

Afin de validé notre modèle de simulation, nous avons simulé la préparation de quelques commandes réelles de différentes tailles en prenant en considération les caractères spécifiques de chaque commande (répartition de type de produits et le nombre de mission d'approvisionnement). La comparaison entre le temps réel d'exécution et le temps produit lors la simulation (**Figure III.2**) donne un taux de fiabilité de 91%, le temps produit par la simulation du processus est toujours inférieur au temps mesuré sur le terrain. D'où la nécessité de l'application d'un correcteur de l'ordre de 1.09 dans nos calculs prochains.

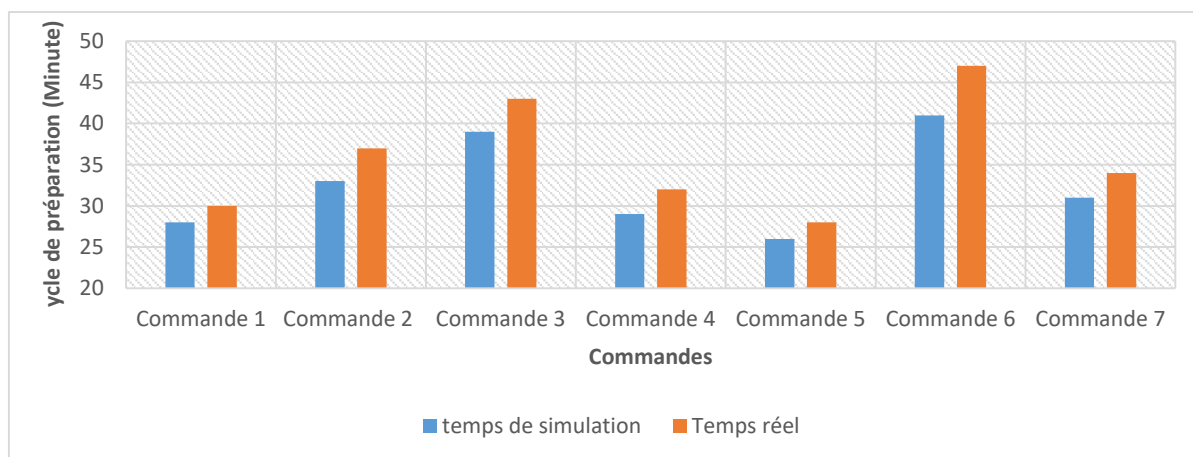


Figure III. 2 : La comparaison entre le temps réel et le temps de simulation pour quelque commandes (hors la période de saisonnalité)

1.1.3. Calcule des indices de performance

En fin d'analyse du processus actuel, Les indices de performance (KPI) choisis sont ceux utilisés aux tableau de bord de Numilog

- La productivité Globale du processus(PG) : en considérant le temps global, c'est-à-dire le temps des mesures administratives en plus du temps d'exécution (UM/heure).
- Le chiffre d'affaire généré directement par le processus (CFD) : à Numilog, la tarification de la préparation de n'importe quelle commande se fait par UM, le prix unitaire dépend des caractéristiques des produits. Pour l'électroménager le tarif moyen (Tm) d'une UM est environ 25DA/UM. Donc $CFD = PG \times Tm$. En (DA/h)

En plus de ces deux KPI nous ajoutons les KPI suivants :

- Le Temps moyen du cycle de préparation d'une commande (T) (en minutes).
- La productivité directe (PD) : que le temps d'exécution est considéré (UM/heure).
- La productivité directe par OPL (PDO) : $PDO = PD / \text{nombre d'OPL engagés}$.

Le calcul de ces indicateurs en appuyant sur les résultats de la simulation donne les résultats suivants :

Tableau III. 2 : KPI du processus de préparation de commandes (Système initial)

KPI	T	PD	PDO	PG	CFD
Mesure	49 min	101 UM/h	17 UM/h	82 UM/h	2035 DA/h

Ces indicateurs concernent une seule équipe de préparation.

La comparaison les KPI réels de l'exercice 2016 et les KPI résultants de la simulation confirme la fiabilité précédente (91%).

1.2. Analyse des résultats de la SDT et la simulation

Dans cette étape, on analyse le processus de préparation de commandes selon les dysfonctionnements observés dans l'atelier et suivant le modèle de simulation construit.

1.2.1. Analyse du cycle de préparation de commandes

L'entreprise doit être capable de livrer les CLR en moins de 24 heures. Compte-tenu du temps de transport entre le site industriel et le client, le processus de préparation des colis doit être effectué dans un délai maximum de 8 heures. Pour tenir un tel délai, il faut calculer le temps nécessaire pour l'accomplissement de la préparation de chaque commande.

Le calcul du takt time a donc pour objectif de répondre à la question suivante : Au regard de notre temps de travail, tous les combien de temps doit-on préparer une commande pour répondre à la demande des 15 CLR ?

A cette partie de la FPL, il y a deux équipes qui font la préparation de commandes, chacune est responsable de ses commandes. Seulement deux commandes sont préparées à la fois. le chargement des camions est indépendant de cycle de préparation, il commence après la fin de contrôle de chargement de tous les palettes préparées et en même temps avec la préparation suivante.

Avec l'élimination des temps administratif, de repos et du temps de dernier chargement de camion, le takt time¹ est de 47 minute/commande, ce temps est près du temps de cycle de préparation produit par la simulation mais avec les aléas qui peuvent se produire dans la PFL lors l'exécution du processus, le temps du cycle peut arriver jusqu'aux 59 min/commande ce qui justifie les heures supplémentaires et les retard de livraison constatés dans la période. Il serait indispensable de réduire le temps de cycle de préparation pour pallier aux aléas éventuels.

1.2.2. Analyse de la distribution des tâches du processus

D'après les résultats de la simulation, nous résumons les dysfonctionnements constatés qui concernent la charge de travail comme suit :

- **Tâches non équilibrées**

¹ Le takt time est un terme allemand qui désigne la cadence de production. Il représente le rythme de production nécessaire pour répondre à la demande client. Le takt time est calculé de la façon suivante : **Temps disponible par jour / nombre d'unités demandé par le client par jour**

En faisant la distinction entre mesurer et évaluer la charge de travail pour trouver l'équilibre entre deux démarches : l'une purement quantitative par le biais du comptage et l'autre qualitative par le biais d'une analyse des facteurs qui pèsent sur la charge de travail. Sur les deux critères, Les contrôleurs sont les OPL les plus soulagés pendant le processus (taux d'occupation entre 27%) et 29% comme représenté dans la Figure III.4. Les caristes sont les plus occupés (plus de 42%). Sur le terrain, les contrôleurs attendent jusqu'il soit un certain lot de palettes en attente avant de commencer leurs contrôles pendant que les caristes font un travail continu à un rythme plus soutenu de prélèvement des UM. Ce qui justifie la réaffectation des OPL tous les deux ou trois préparations. Dans un premier temps, cette réaffectation avait un avantage potentiel pour les OPL qui ont acquis une certaine polyvalence mais avec le temps, la tâche de réaffectation des OPL affecte la continuité du processus, il serait mieux que la réaffectation ne soit pas dans le même jour afin de maintenir le rythme du travail d'une part et d'autre part de

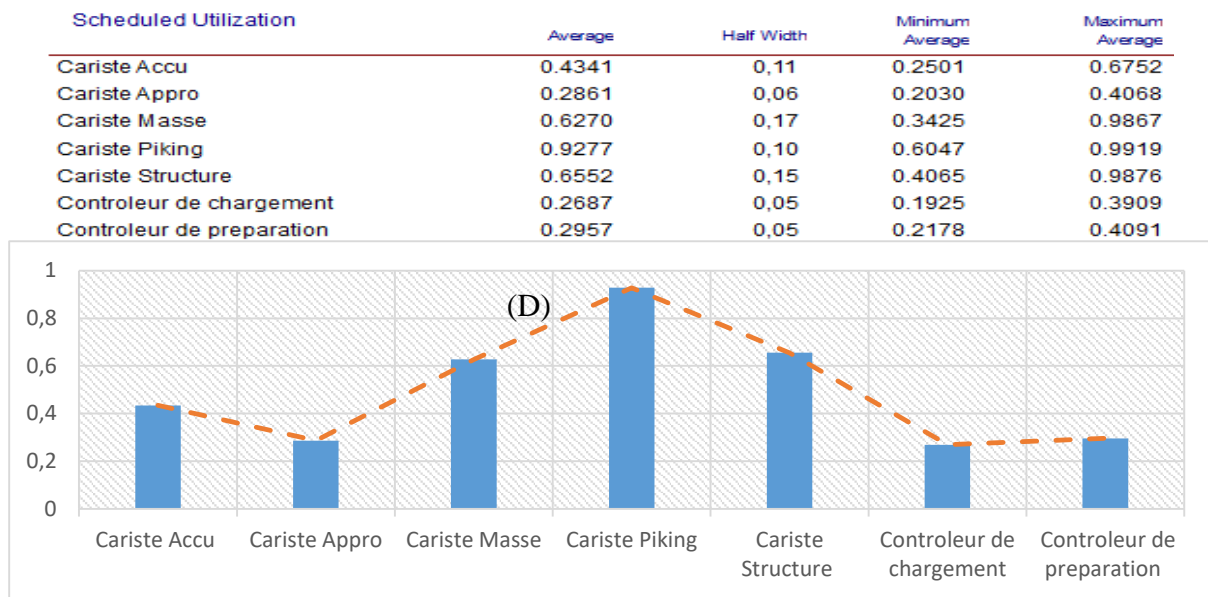


Figure III. 3: Taux d'occupation des OPL (Arena Simulor)

préserver la polyvalence.

- Présence d'un goulot d'étranglement

Malgré la bonne organisation du stock de Picking, le poste Picking de détail représente encore le goulot d'étranglement du processus (taux d'occupation plus de 92%), en effet il détermine le cycle du temps de préparation d'où la nécessité d'alléger la charge de ce poste.

En fin, nous pouvons dire qu'un équilibrage horizontal des tâches est nécessaire en nivelant simplement la charge de travail entre les OPL afin d'accroître leurs productivités. La ligne de tendance (D) à la fin doit être la plus linéaire possible.

- Les deux équipes de préparation de commandes ne sont pas équilibrées.

Le processus de préparation de commandes dans cette partie de la PFL est exécuté par deux équipes. Les commandes sont de tailles différentes et par ailleurs, elles sont réparties aléatoirement entre les deux équipes tel que chacune des deux équipes prépare un certain nombre de commandes non prédéterminé (il est inéluctable dans cette méthode de répartition que l'une des équipes ait plus de charge de travail que l'autre). Après une recueille d'informations sur terrain et la discussion avec les deux CEL d'expédition et les OPL, il était

clairement que les deux équipes ne sont pas satisfaites de cette méthode car la même équipe fait toujours le grand part du travail puisque celle-ci est bien plus performant que l'autre.

En effet, à long terme, la sous performance de l'une des deux équipes affecte la performance de l'autre qui ne veut pas accomplir la majorité de travail au même salaire. Les OPL de l'équipe la plus performante tendent à réduire leurs efforts et à maintenir leurs performances au niveau de performance de l'équipe la moins performante afin d'accomplir la même charge de travail créant vers la fin un système équilibré à charges équivalentes comme illustré dans la figure III. 4. Ce qui affecte négativement la productivité et la qualité de travail, réduit la réactivité de traitement de commandes qui empire la qualité de livraison.

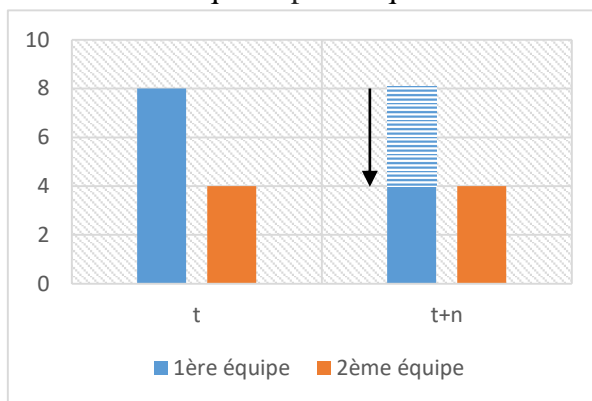


Figure III. 4: Le changement de niveau de la performance des deux équipes dans le cas d'affectation déséquilibrée à long terme

Cette situation reflète une mauvaise allocation des ressources humaines qui démotive et déprime l'ensemble des OPL des deux équipes et les soumette en pression ce qui engendre souvent un climat de travail instable porteur de plusieurs tensions et parfois des conflits entre les deux équipes affectant la productivité globale.

Après une recueille d'informations sur terrain et la discussion avec les deux responsables d'expédition, nous avons rendu compte que le problème est multidimensionnel, plus complexe de ce qu'il apparait et la raison principale d'une équipe est plus performante que l'autre, c'est le déséquilibre entre les deux équipes par rapport aux plusieurs critères tel que le critère « taux de productivité ». En effet, afin de remédier à ce problème, une réaffectation des OPL des deux équipes sous plusieurs critères est indispensable pour l'augmentation de la productivité des deux équipes.

1.2.3. Analyse des longueurs des trajets

Au contraire des autres parties de la PFL où le stockage est purement aléatoire (Produit agroalimentaire), dans la partie : qui concerne le dossier Brandt, organisée en stockage aléatoire par classe (Produits d'électroménager), les algorithmes du WMS Reflex qui servent à optimiser les trajets des prélèvements perdent leurs efficacités dans tel organisation surtout avec les prélèvements unitaires des articles. Si les produits requis pour une commande donnée se trouvent dispersés dans toute la PFL, le temps du trajet du préparateur sera considérable surtout que le chariot du préparateur ne supporte qu'une ou deux palettes prises de la réserve, ou bien une palette constituée par trajet.

En effet, les distances dans notre parcourues peuvent être plus longues lors la préparation de commandes, elles surpassent dans certain cas le 3/4 de la longueur de cette partie de la PFL. Le temps de déplacement représente en moyenne 62% du cycle de préparation. Afin de proposer une nouvelle organisation qui permet la réduction des longueurs des trajets, certaines contraintes liées à la politique de l'entreprise sont imposées : cette nouvelle organisation doit s'inscrire dans l'existant. L'organisation logistique, le système de picking, la configuration de la zone de picking et la politique de prélèvement doivent être inchangés. En effet, la nouvelle organisation doit être en dehors des fonctionnalités qu'assure le WMS. Partant de cette logique et en cherchant les cause racines qui peuvent allonger les trajets, nous avons trouvé que l'affectation des commandes au zone de préparations se fait aléatoirement sans tenant compte de la liste de produits à préparer en comptant sur l'efficacité du WMS à réduire les longueurs des trajets, ce qui n'est pas le cas dans un stockage aléatoire par classes. Ainsi cette organisation ne fait pas partie des algorithmes du WMS. Concernant les quais disponibles, il y a 17 quai à cette partie de la PFL. Certains quais ne sont exploités qu'à l'arrivés des TC du port de Bejaia. Pour résumer, il s'avère nécessaire de redéfinir une nouvelle organisation de l'exploitation de quais de préparation de commandes qui va permettre d'optimiser l'ensemble des flux au sein de la PFL, d'accroître la productivité globale et de garantir la pérennité de cette organisation dans le temps.

- **Analyse de taux de casse**

Bien que Brandt néglige un taux de casse de l'ordre de 1/25000 colis, le taux de casse est atteint dans cette partie de la PFL le 5/25000 colis. Il est primordial de faire face à ce problème, car il contribue à la réduction de la productivité totale, affecte la qualité, l'insatisfaction des clients et génère des couts supplémentaires qui peuvent être très lourds, les coûts de rétro logistique, Ainsi que la détérioration de la qualité de livraison car en effet, 44% des casses sont d'déecté à l'extérieur de la PFL c'est-à-dire après la livraison des commandes. Engendrant insatisfaction des clients, et affectant la réputation de l'entreprise

La difficulté de détecté ses casses internes au contrôle de chargement nécessite le traitement global de ce problème.

1.2.4. Axes d'amélioration du processus de préparation de commandes

Afin de remédier aux dysfonctionnement décelés précédemment, nous proposons les trois axes d'amélioration suivants :

- **La réorganisation des quais de préparation de commandes**

L'objectif principale sera la réduction de cycle de préparation de commandes par l'optimisation des trajets de prélèvement en choisissant un quai optimal de préparation.

- **L'équilibrage des tâches de processus de préparation de commandes**

Cet axe quant à lui peut être décliné en deux actions potentielles :

Equilibrage horizontale : dans lequel nous équilibrons les deux équipes de préparation de commandes en terme de compétences des OPL afin d'augmenter leurs productivités.

Equilibrage vertical : dans lequel nous essaierons de réduire des charges de poste Picking et d'équilibrer la charge de travail entre les autres OPL afin d'éliminer les goulots d'étranglement, réduire le temps de cycle et augmenter la productivité.

- **Traitement des casses**

Le traitement des casses aura comme objectif d'agir sur la qualité des livraisons qu'ils reçoivent les clients finaux de Brandt.

Ces axes d'amélioration seront traités l'un après l'autre dans la partie qui suit.

2. Améliorations du processus de préparation de commandes

Dans cette partie, nous détaillons les étapes successives de l'application des améliorations proposées.

2.1. La réorganisation des quais de préparation de commandes

Dans cette première étape d'amélioration, nous menons une étude caractérisée par son originalité. Le problème que nous traitons est le choix d'un quai optimal de préparation d'une commande pour la minimisation du temps de cycle de préparation. Il s'agit d'affecter la préparation de chaque commande au quai qui minimise la somme des distances parcourues par les caristes pour préparer tous les palettes ou colis listés dans cette commande. D'après nos recherches, cette problématique n'est pas traitée dans les littératures. Les problèmes abordés dans les littératures qui concernent la gestion des quais traitent la planification des horaires de chargements/déchargement (truck scheduling problem¹) ou l'affectation de plusieurs origines (ensemble de camions de réception) aux quais d'entrée de la plateforme et plusieurs destinations (ensemble de camions d'expédition) en cas de cross docking (truck dock assignment problem²). Ce sont généralement les problèmes liés au nombre de quais limité à deux ou trois quais où le nombre de camions dépasse le nombre de quais disponibles.

Notre problématique est un cas spécifique aux contraintes de Numilog, ainsi afin de la résoudre, nous mettons au préalable les quatre hypothèses suivantes :

- **H1 : La politique de stockage aléatoires par classe ou stockage dédié** : Chaque produit à préparer doit être trouvé dans un endroit ou zone précise de la PFL. Dans le cas d'un stockage purement aléatoire (cas de l'agroalimentaire), un produit peut être trouvé à plusieurs emplacements dans la PFL, le WMS choisit l'emplacement de prélèvement le plus proche de quai de préparation et donc la modélisation perd son efficacité.

^{1,2} Yi-Rong Zhu 2009

- **H2 : Le nombre de quais disponibles est supérieure au nombre de commandes à préparer en même temps :** Il existe de nombreux quais disponible à chaque affectation qui rend le processus de prise de décision plus complexe.
- **H3 : la distance entre les quais est significative :** Le choix d'un quai parmi les autres, affecte le temps de préparation et la productivité.
- **H4 : Les commandes sont multi-références :** Une commande ne se constituent pas par une seule référence de produit. Cela rend le processus de décision plus complexe sinon l'affectation à un quai donné sera évidente.

2.1.1. Objectifs de la recherche de quai optimal

La résolution de cette problématique a pour objectif de réaliser les gains suivants :

- **Réduction des longueurs des trajets et donc réduction des temps des prélèvements**

C'est l'objectif principale de ce travail. Le temps de cycle préparation est évidemment affecté par les distances parcourues. Plus les distances sont longues plus le temps de prélèvement sera long. D'où l'intérêt d'optimiser les distances si l'on souhaite réduire ce temps.

- **Augmentation de la productivité**

La préparation est une phase cruciale où le déplacement représente de 55% du temps à la PFL. Numilog s'accorde sur une voie majeure d'amélioration : optimiser les déplacements dans l'entrepôt puisque l'optimisation du le chemin de préparation de commande est un gain de productivité naturel. D'où l'intérêt de l'entreprise d'investir dans le WMS Reflex doté des algorithmes d'optimisation. Ce travail a pour objectif de trouvé les gisements de productivité loin de ces algorithmes en trouvant la meilleure organisation avant le début des prélèvements.

- **Simplification des flux dans la plateforme**

Le choix d'un quai optimal qui minimise la somme des distances parcourues ne permet pas seulement de réduire les trajets, mais une élimination des cloisons et accidents de travail éventuels et la réduction de l'intensité des flux dans les points d'intersection de plus. La figure suivante explique la manière de l'organisation espérée de ce travail.

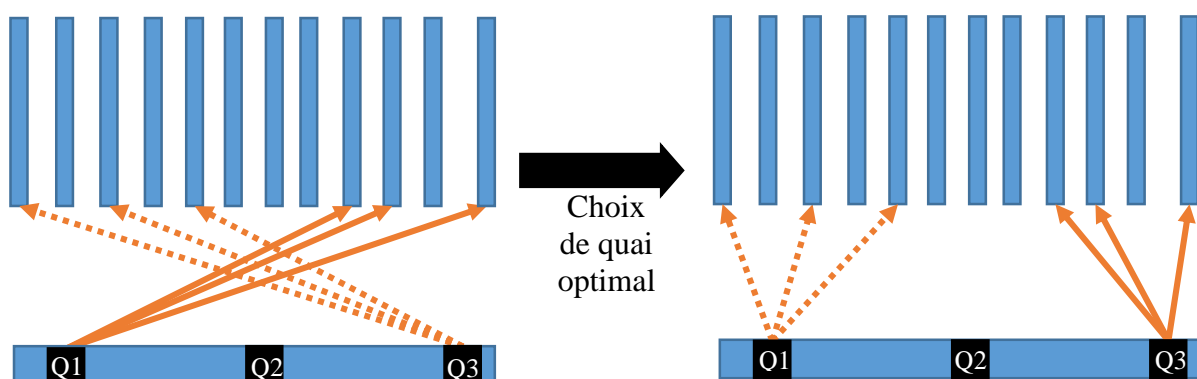


Figure III. 5: Figure explicatif de la simplification des flux dans la PFL

- **Réduction des casses dans la phase de transfert**

Malgré que le taux de casse constaté dans la phase de transfert des articles vers la zone de préparation reste limité, les pertes sont toujours considérées. La réduction de trajet permet de réduire les incidents de casse voir l'éliminer à cette phase.

- Réduction des coûts variables de manutention

Les frais d'entretien et de carburant représentent en moyenne 20 % du total des coûts pour toute la durée de vie des équipements de manutention. Ces coûts sont directement liés aux distances parcourues et donc au taux d'utilisation des équipements. Un engin surexploité s'usera beaucoup plus vite et engendrera des frais de maintenance importants.

- Ergonomie de travail (réduction de l'intensité de travail)

La préparation de commande de l'électroménager est une activité physique qui sollicite fortement le corps puisqu'elle consiste en l'exécution des opérations répétitives est souvent à cadence soutenu. Pour réaliser leur activité, les OPL à Numilog se déplacent sur les chariot transpalettes. Plus les trajets sont longs plus l'accroissement de la fatigue physique est considérable ce qui dégrade la fiabilité des prélèvements et la productivité par conséquent.

2.1.2. Modélisation et contraintes

Après avoir mis les hypothèses de notre modèles, notre choix s'est porté sur le modèle de recherche des plus proches voisins qui sera adapté par la suite à notre problématique.

La formulation classique du problème est la suivante : Étant donné un ensemble A de n points, dans un espace métrique E, un entier k plus petit que n, et un point supplémentaire x, trouver les k points de A les plus proches de x.

Le problème que nous traitons concerne un cas classique de la recherche du plus proche voisin, c'est-à-dire le cas $k=1$ mais avec un deuxième ensemble de points B. Nous formulons ce problème ainsi : Étant donné un ensemble A de n points, dans un espace métrique E et un ensemble B de m points, trouver le points de A le plus proches de l'ensemble B.

2.1.2.1. Modélisation préliminaire

Comme présenté dans **Figure III. 6** Pour un prélèvement donné la distance totale $D_T = d_1 + d_2$ pour une préparation au quai Q3 et $D'_T = d'_1 + d'_2$, si la préparation est faite au quai Q1. Or $d_2 = d'_2$, seul le premier segment de la distance affecte la prise de décision. Donc nous n'introduisons pas le deuxième segment dans notre recherche de quai optimal.

La distance d_1 représente plus de 80% de la distance totale D_T car le stockage verticale à la PFL est organisé suivant la rotation Pareto (ABC), la plupart des prélèvements sont situés à la zone la plus accessible, la distance d_2 est faible par rapport la distance d_1 dans ce cas.

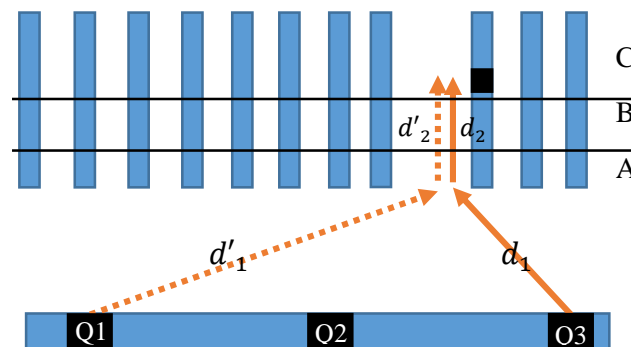


Figure III. 6 : Compositions de distance de prélèvement

Dans cette partie de la PFL, le stockage est aléatoire par classe. Chaque classe est composée par une ou plusieurs familles de produit et chaque classe à une zone spécifique dans la PFL. On traite dans le modèle les flux de prélèvements par zones de stockage. **Figure III. 7** présente les flux de préparation sur un quai donné.

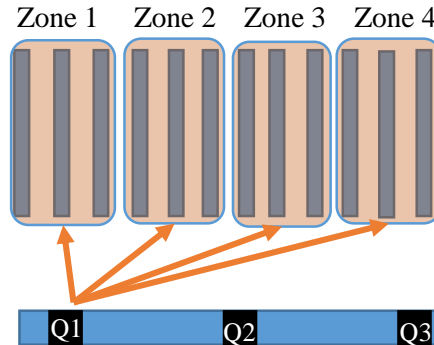


Figure III. 7 : les flux de prélèvements dans un stock aléatoire par classe

Nous avons identifié 14 différentes zones, chaque zone peut comporter plusieurs références de produit mais une référence ne peut se trouver qu'en une et une seule zone dans la PFL.

Les prélèvements picking de type DPP sont négligés dans notre modèle car le chemin de constitution des palettes est optimisé par le WMS.

2.1.2.2. Paramètre du modèle

Afin de modéliser le problème, certaines notions doivent être introduites :

- **I** : Ensemble des quais i , $i = \{1,15\}$,

En effet, le nombre de quais à cette partie de la PFL est 27 quais mais à cause des tailles de commandes des produits Brandt qui ne permettent pas de préparer toute une commande en une seule zone de préparation (La PFL est conçue en premier temps pour les produits de grand consommation), nous avons pris un système de 15 quais où chaque quai peut comporter plus d'une zone de préparation selon l'espace de cette dernière.

- **J** : Ensemble de zones de prélèvement j , $j = \{1,14\}$, Chaque zone comporte une ou plusieurs références.
- **K** : Ensemble de référence de produit listé dans la commande. Une référence k se trouve dans une et une seule zone dans la PFL. Dans ce stockage aléatoire par classe nous avons identifié 14 différentes zones.
- d_{ij} : La distance entre le quai i et la zone j ,
- a_j : Nombre d'aller routeur pour le prélèvement de la totalité de la quantité commandée des références présentes dans la zone j .

$$a_j = \begin{cases} \sum_k^P \left\lfloor \frac{Q_k}{V_{L_k.C_k}} \right\rfloor & \text{si une ou plusieurs références commandées sont présentes} \\ 0, & \text{sinon} \end{cases} \quad \text{dans la zone } j,$$

Où P : le nombre total des références présentes dans la zone j .

Q_k : la quantité commandée d'une référence k ,

VL_k : Le nombre des colis dans une palette de référence k , si la référence k est de type 'Masse' alors $VL_k = 1$

C_k : Capacité de prélèvement par le matériel de prélèvement d'une référence k .

2.1.2.3. Variables de décision dans le modèle

x_i : Variable binaire d'affectation de la commande au quai i :

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{si la commande est affectée au quai } i ; \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

y_i : Variable binaire de disponibilité du quai i :

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si le quai } i \text{ est disponible ;} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

2.1.3. Modèle mathématique

Le modèle d'affectation de la commande au quai qui minimise la somme des distances à parcourir par les OPL peut s'écrire comme suit :

$$(P) \left\{ \begin{array}{l} Z = \text{Min} \sum_i^{15} \sum_j^{14} a_j d_{ij} x_i \quad (A) \\ \sum_{i=1}^{15} x_i = 1 \quad (1) \\ \sum_{i=1}^{15} y_i \leq 15 \quad (2) \\ x_i \leq y_i, \quad \forall i \quad (3) \\ x_i = \{0,1\} \quad (4) \\ y_i = \{0,1\} \end{array} \right.$$

La fonction objectif (A) minimise la somme des distances à parcourir par les OPL,

La contrainte (1) impose qu'une commande est effectuée à un et un seul quai de préparation.

La contrainte (2) relative au nombre des quais disponibles.

La contrainte (3) impose que la commande ne peut être affectée à un quai si ce dernier n'est pas disponible.

En fin, la contrainte (4) est une contrainte d'intégrité des variables de décisions x_i et y_i sont des variables binaires : $x_i=1$ si la commande est affectée au quai i ; 0 sinon. Et $y_i=1$ si le quai i est disponible; 0 sinon.

La résolution du système (P) peut être faite par des méthodes simples comme la méthode séquentielle mais le défi ici est de pérenniser la résolution car les données sont différentes à chaque fois de résolution (Commandes différentes, catalogue de produit en évolution, éventuel changement de zone...). C'est ce que nous allons traiter dans la partie réalisation.

2.1.4. Réalisation du système proposé

Afin de garantir la pérennité de cette organisation dans le temps en tenant compte des changements éventuels de la demande, du catalogue des produits, et de commandes différentes à chaque fois, nous avons opté pour la construction d'un système d'aide à la décision ou tout simplement une application de gestion des quais de préparation de commandes basée sur la modélisation précédente. Nous avons collecté les données nécessaires à la résolution du système précédent grâce aux données que fournit le WMS.

La réalisation de cette application passe par trois étapes essentielles : l'expression du besoin, la conception et enfin la réalisation et présentation du système développé. Nous expliquons chaque étape dans ce qui suit.

2.1.4.1. Expression du besoin

Afin d'identifier et décrire les différents besoins du système, nous avons opté pour le déroulement des étapes de l'analyse fonctionnelle en passant de l'identification des acteurs concernés par le système vers l'identification des besoins et l'explication de ses fonctions.

2.1.4.1.1. Spécification des besoins

Cette étape consiste à identifier les différents utilisateurs du système ainsi que leurs besoins fonctionnels.

- Identification des utilisateurs du système

L'affectation d'une commande à une zone de préparation se fait à Numilog en collaboration entre le pôle administratif et le pôle exploitation. De ce fait, nous présentons ci-dessous les différents acteurs intervenant dans ce système :

- L'agent administratif : Cet acteur assure la gestion de la base de données des CLR, leurs commandes ainsi que produits présents à la PFL.
- Les CEL : Ces acteurs la gestion des modifications de données relatives aux produits (déplacement de produit, changement de politique de palettisation...).

- Identification des besoins fonctionnels

Afin d'identifier les besoins à satisfaire par la conception de cette application, nous utilisons le l'outil des prestations (bête à cornes) qui est un outil d'identification des besoins utilisés dans l'analyse fonctionnelle. Ce diagramme repose sur les trois questions fondamentales suivantes :

- A qui le produit rend-il service ?
- Sur quoi le produit agit-il ?
- Dans quel but le produit va-t-il être développé ?

Nous répondons à ces trois questions dans le schéma de la figure suivante.

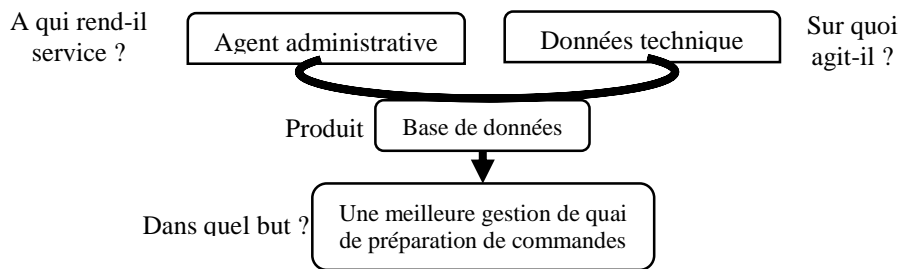


Figure III. 8 : Diagramme Bête à cornes

Après réflexion autour de l’objectif principal de la conception de ce système, nous avons pu recenser les différentes spécifications pour lesquelles le système à développer doit répondre.

Spécification fonctionnelles :

- Le système doit permettre la gestion des quais de préparation de commandes ;
- Le système doit gérer les données techniques relatives au stockage de chaque produit ;
- Le système doit permettre la saisie et le stockage des données concernant les commandes et les produits ;
- Le système doit permettre le suivi l’historique d’affectations.

Spécification non fonctionnelles :

- Le système doit être basé sur un outil informatique existant à Numilog ;
- Le système doit être simplifié en terme de saisie de données ;
- Le système doit être ouvert aux mise-à-jours éventuelles.

2.1.4.1.2. Recherche des fonctions du système

Dans cette étape nous allons chercher les différentes fonctions du système à travers l’étude des séquences de son cycle de vie.

- Identification et description des cas d’utilisation

Nous identifions, dans cette étape, les différents cas d’utilisation en décrivant les interactions entre les utilisateurs et le système le Tableau III. 3 explicite les différentes fonctions assurées par le nouveau système en fonction des acteurs concernés.

Tableau III. 3 : Liste des cas d’utilisation fonctionnelles

Cas d’utilisation	Utilisateurs	Description
Saisir les Commandes	Agent administratif	Saisir les 15 commandes quotidiennes provenant des 15 CLR.
Affectation des commandes	Agent administratif	Affectation de chaque commande à son quai optimal.
Ajouter de nouvelle référence	Agent administratif	Ajouter une nouvelle référence de produit en modifiant le catalogue des produit à la PFL.

Suivre l'historique d'affectation	Agent Administratif	Afficher l'historique de choix de quai de préparation de commandes pour assurer la traçabilité d'affectation.
Modifier/Supprimer une référence	CEL	Modifier les donnée de stockage relative à une référence politique de palettisation par exemple/ changer la zone de stockage d'une référence.
Paramétrer une nouvelle zone	CEL	Créer une nouvelle zone de stockage dans le plan de la PFL
Changement de politique de palettisation	CEL	Modifier le nombre de colis dans une palette d'une référence donnée
Déplacer une référence	CEL	Modifier l'emplacement d'une référence dans le stock

Ces fonctions représentées sont distinguées en deux types :

- Fonctions principales : Qui justifient la création du système et qui mettent en relation deux composantes du milieu extérieur par l'intermédiaire du produit. On les note FP.
- Fonctions Complémentaires : Qui permettent de définir les contraintes imposées au système par son milieu extérieur. Cela revient à identifier les relations entre l'objet et un élément du milieu extérieur. On les note FC.

Les fonctions principales et de contraintes répertoriées pour notre système sont les suivantes :

- FP1 : Saisir les Commandes
- FP2 : Affectation des commandes
- FC1 : Suivre l'historique d'affectation
- FC2 : Modifier/Supprimer une référence
- FC3 : Ajouter de nouvelle référence.
- FC4 : Déplacer une référence
- FC5 : Paramétrer une nouvelle zone
- FC6 : Changement de politique de palettisation

2.1.4.2. Conception du système proposé

Après avoir exprimé les besoins fonctionnels du système de décisionnel, nous donnons dans ce qui suit une vision globale de sa conception. Cette phase était réalisée en tenant compte des critères de qualité, à savoir : la disponibilité, la sécurité, l'intégrité et la fiabilité des données.

Dans cette étape nous allons présenter notre nouveau système tout en précisant son architecture globale :

- L'architecture conceptuelle du système ;
- L'architecture logique du système ;
- L'architecture physique du système.

2.1.4.2.1. L'architecture conceptuelle du système

Nous allons commencer cette partie par l'identification des attributs qui constituent notre base de données en les précisant sous forme d'un dictionnaire de données, ensuite nous allons passer à l'étape de la conception qui consiste à réaliser le modèle graphique entités associations (E/A).

- Dictionnaire de données

Tableau III. 4 présente l'ensemble des attributs nécessaires pour l'accomplissement de la base de données de ce système qui a pour objectif de résoudre notre problème modélisé dans la partie précédente.

Tableau III. 4 : Dictionnaire de données

Attribut	Désignation	Domaine
CODE_CLR	Code de CLR	Numérique
VILLE_CLR	Ville où se situe le CLR	Texte
NUM_COM	Numéro de commande	Numérique
NUM_QUAIPREP	Numéro de quai de préparation	Numérique
DATE_COM	Date de commande	Date
QTE	Quantité commande d'un produit donné	Numérique
REF_PRO	Référence de produit	Texte
DESIGN_PRO	Désignation de produit	Texte
VL_PRO	Nombre de colis dans une palette de produit donné	Numérique
TRANS_PRO	Nombre d'UM à transférer à la fois de produit donné	Numérique
CODE_FAM	Code de famille	Numérique
TYPE_STOCK	Type de stockage	Texte
NOM_ZONE	Nom de zone de stockage	Texte
NOM_FAM	Désignation de famille de produit	Texte
CODE_STOCK	Code de type stockage	Numérique
CODE_CELL	Code de cellule de la PFL	Numérique
NOM_CELL	Nom de cellule	Texte
NUM_ZONE	Numéro de zone de stockage	Numérique
DIST	Distance entre une zone donnée et un quai donné	Numérique
NUM_QUAI	Numéro de quai	Numérique
COM_QUAI	Composant de quai	Texte

- Conception des classes d'entités

Tableau III. 5 a pour objectif de définir les différentes classes d'entités qui servent au développement de l'architecture conceptuelle du nouveau système.

Tableau III. 5 : Modèle de classes d'entités

Classe d'entités	Attribut	Désignation	Domaine
CLR	CODE_CLR	Code de CLR	Numérique
	VILLE_CLR	Ville où se situe le CLR	Texte
Commande	NUM_COM	Numéro de commande	Numérique
	DATE_COM	Date de commande	Date
Produit	REF_PRO	Référence de produit	Texte
	DESIGN_PRO	Désignation de produit	Texte
	VL_PRO	Nombre de colis dans une palette de produit donné	Numérique
	TRANS_PRO	Famille de produit	Texte
Famille produit	CODE_FAM	Code de famille	Numérique
	NOM_FAM	Désignation de famille de produit	Texte
	CODE_STOCK	Code de type stockage	Numérique

Type de stockage	TYPE_STOCK	Type de stockage	Texte
Cellule	CODE_CELL	Code de cellule de la PFL	Numérique
	NOM_CELL	Nom de cellule	Texte
Zone	NUM_ZONE	Numéro de zone de stockage	Numérique
	NOM_ZONE	Nom de zone de stockage	Texte
Quai	NUM_QUAI	Numéro de quai	Numérique
	COM_QUAI	Composant de quai	Texte

- Conception des classes d'associations

Le Tableau III. 6 représente la seconde étape du développement de l'architecture conceptuelle qui consiste à identifier et à décrire les différentes classes d'associations.

Tableau III. 6 : Modèle de classes d'associations

Classe d'association	Description
Passer	Association entre les deux entités CLR et Commande
Contenir	Association entre les deux entités Commande et Produit
Appartenir	Association entre les deux entités Produit et Famille Produit
Est classé	Association entre les deux entités Famille Produit et Stockage
Est stocké	Association entre les deux entités Famille Produit et Zone
Comporter	Association entre les deux entités Cellule et Zone
Se situer	Association entre les deux entités Zone et Quai
Est préparé	Association entre les deux entités Commande et Quai

- Conception du modèle entités associations (E/A)

C'est la dernière étape de la construction du modèle conceptuel. Elle consiste à schématiser les classes d'entités et leurs associations identifiées dans l'étape précédente sur le modèle entités-associations. Figure III. 9 présente le résultat de cette étape.

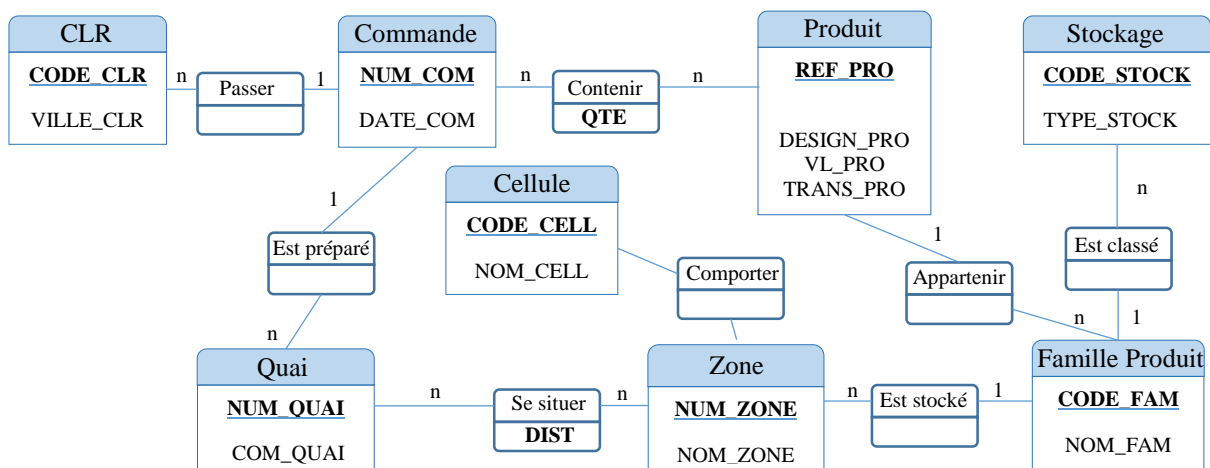


Figure III. 9 : Modèle entité-association

2.1.4.2.2. L'architecture relationnel du système

L'objectif de cette étape est l'élaboration du modèle relationnel (modèle logique) à partir de l'architecture conceptuelle qui va nous permettre d'implémenter la base de données ayant pour objectif la gestion des quais de préparation en respectant la modélisation du système d'optimisation (P). Cette architecture nous permet de calculer la fonction objective avec l'expression des contraintes.

Tableau III. 7 présente l'ensemble des attributs de chaque classe d'entités du modèle relationnel.

Tableau III. 7 : Le modèle relationnel de données

Classe d'entités	Attribut	Désignation	Domaine
CLR	CODE_CLR	Code de CLR	Numérique
	VILLE_CLR	Ville où se situe le CLR	Texte
Commande	NUM_COM	Numéro de commande	Numérique
	DATE_COM	Date de commande	Date
	NUM_QUAI	Numéro de quai de préparation	Numérique
	VILLE_CLR	Ville où se situe le CLR	Texte
Produit	REF_PRO	Référence de produit	Texte
	DESIGN_PRO	Désignation de produit	Texte
	VL_PRO	Nombre de colis dans une palette de produit donné	Numérique
	TRANS_PRO	Famille de produit	Texte
	NOM_FAM	Désignation de famille de produit	Texte
Famille produit	CODE_FAM	Code de famille	Numérique
	NOM_FAM	Désignation de famille de produit	Texte
	NOM_ZONE	Nom de zone de stockage	Texte
	TYPE_STOCK	Type de stockage	Texte
Type de stockage	CODE_STOCK	Code de type stockage	Numérique
	TYPE_STOCK	Type de stockage	Texte
Cellule	CODE_CELL	Code de cellule de la PFL	Numérique
	NOM_CELL	Nom de cellule	Texte
Zone	NUM_ZONE	Numéro de zone de stockage	Numérique
	NOM_ZONE	Nom de zone de stockage	Texte
	NOM_CELL	Nom de cellule	Texte
Quai	NUM_QUAI	Numéro de quai	Numérique
	COM_QUAI	Composant de quai	Texte
Quantité	NUM_COM	Numéro de commande	Numérique
	REF_PRO	Référence de produit	Texte
	QTE	Quantité commande d'un produit donné	Numérique
Distance	NUM_ZONE	Numéro de zone de stockage	Numérique
	NUM_QUAI	Numéro de quai	Numérique
	DIST	Distance entre une zone donnée et un quai donné	Numérique

Figure III. 10 montre le schéma du modèle relationnel de notre base de donnée.

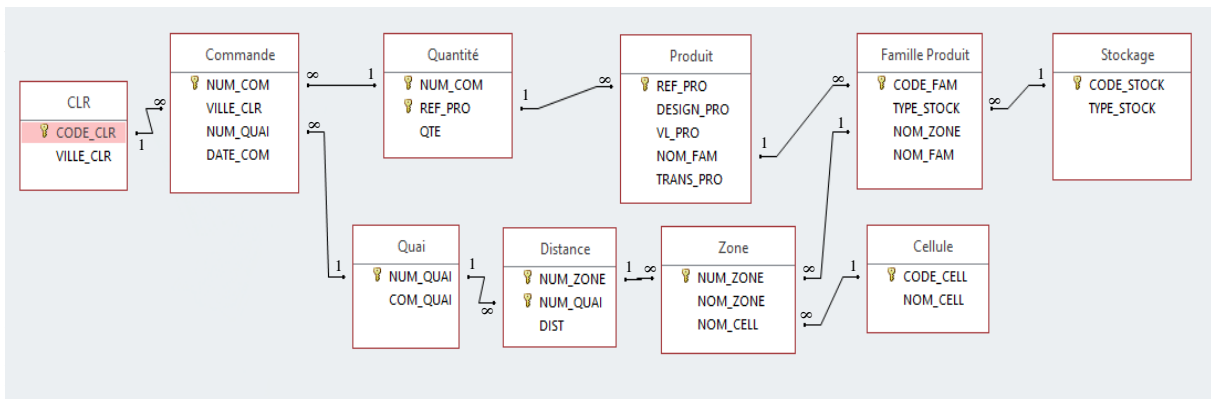


Figure III. 10 : Modèle Relationnel de données créé par Microsoft Access

2.1.4.3. Réalisation et évaluation du système développé

La réalisation du système de gestion des quais est faite en utilisant la solution technique Microsoft Access¹. Pour ne pas épiloguer, nous présentons dans ce qui suit la formulaire d'affectation des préparations aux quais optimaux, le reste de présentation du système sera un peu plus détaillée dans l'Annexe 8.

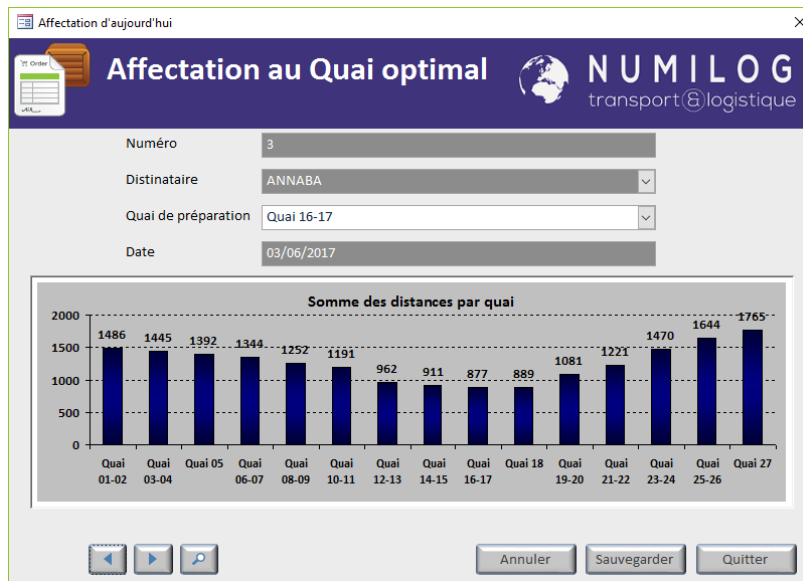


Figure III. 11 : Formulaire de choix de quai optimal

¹ Microsoft Access est un logiciel servant à gérer des bases de données relationnelles exploitant des différentes tables d'Excel en utilisant des requêtes en langage SQL, permettant aussi de créer des états imprimables, des modules ou bien des formulaires de saisie et aussi des macros. Il se compose de plusieurs programmes : le moteur de base de données Microsoft Jet, un éditeur graphique, une interface de type Query pour manipuler les bases de données, et le langage de programmation Visual Basic for Applications (VBA). (Wikipédia)

Après l'intégration des nouvelles commandes par le pôle administratif dans le système, il lui sera possible, grâce à ce formulaire à repérer le quai optimal et à lui affecter la préparation de commandes convenue.

2.1.5. Evaluation du système développé

Afin d'évaluer la nouvelle organisation qu'assure le système réalisé, nous utilisons les deux méthodes suivantes :

La première consiste à prendre aléatoirement des affectations de l'historique du WMS des commandes réelles et les réintégrer dans le nouveau système pour voir l'affectation optimale qui aurait été faite et enfin faire la comparaison entre les deux affectations. Le diagramme suivant présente la comparaison en terme de distance globale parcourue avec la prise de dix affectations aléatoires.

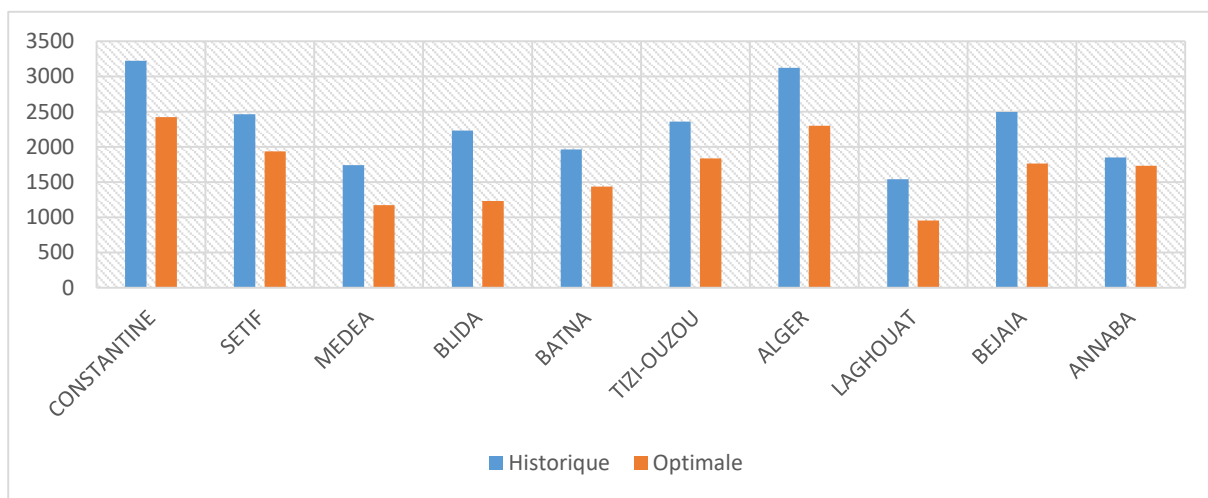


Figure III. 12 : comparaison entre les distance optimale et les distances parcourues de quelques commandes

La deuxième méthode est un peu complexe, elle consiste en l'évaluation du temps moyen gagné en adoptant cette organisation. Pour ce faire, nous avons construit une commande fictive représentative de la période étudiée, puis nous avons évalué la distance moyenne gagnée par l'utilisation du système conçu en prenant en considération tous les probabilités d'affectation aux différents quais. Et enfin nous avons évalué le temps moyenne relative à cette distance. Le temps gagné est de moyen de 23%.

- Perceptives de l'application

L'application a été développée pour un objectif principal de gérer les quais de préparation de commandes, néanmoins, elle pourra devenir une application de gestion globale de quais de la PFL en réception tant qu'en expédition.

Ce système pourra faire aussi une fonctionnalité complémentaire de la WMS en automatisant les saisies et les sorties des données grâce à l'extensibilité d'Access qui peut s'interfacer avec les autres système d'information comme le WMS.

Le système proposé peut être adapter aux contraintes de Brandt pour la gestion des quais de l'entrepôt 5 M Brandt Sétif ou les préparations de commandes seront dans quelques années plus massives (80% de la capacité de production sera destinées à l'exportation).

2.2. Rééquilibrage des tâches de préparation de commandes

Cet axe d'amélioration consiste en le rééquilibrage des équipes de préparation de commandes en terme de compétences ainsi que la répartition équilibrée des taches de travail entre les OPL afin d'augmenter leur productivité.

2.2.1. Rééquilibrage vertical

L'équilibrage des tâches de prélèvements et de contrôles aura pour objectif d'éliminer les goulots d'étranglements, réduire le cycle de préparation et augmenter la productivité. Pour ce faire, chaque situation peut faire l'objet d'un « micro process » ou une étape de traitement dans cette étude tout en proposant des modes opératoires très simples mais le plus adapté à la situation. Les améliorations que nous allons proposer dans cette partie s'obtiennent sans révolutionner l'organisation, ni même investir dans un logiciel hyper sophistiqué. Elles résultent au contraire d'une démarche visant à appréhender sur le terrain chaque geste, chaque détail, pouvant conduire à une amélioration, même modeste. De même que les petits ruisseaux font les grandes rivières, la somme de ces améliorations conduit parfois à de surprenants progrès puisque le processus de préparation de commandes consiste en nombreuses itérations de petites actions.

2.2.1.1. Amélioration du poste Picking

Le Picking de détails (DPP) est la tâche la plus délicate et la plus couteuse en terme de temps dans le processus de préparation de commandes au dossier Brandt comme représentée dans l'analyse de l'ensemble des tâches du processus (Figure).

L'analyse de l'organisation du Poste Picking présentée dans le chapitre I2.22.2.1.1 nous a permis d'apprécier sa situation actuelle. Cependant quelques facteurs liés à l'exploitation de cette organisation doivent être améliorés.

- Augmentation de capacité de prélèvement

Une commande donnée des produits Brandt regroupe un ensemble d'UM de produits. Certaines UM sont des palettes ou de d'électroménager de grand volume à récupérer du stock et à transporter à la zone de préparation de commandes et les restantes sont des palettes constituées de différentes références de la zone picking et sont transportées au maximum 2 palettes par trajet.

L'analyse de la moyenne de nombre de palettes constituées par commande de Picking dans la période de la haute saison (Figure III.16) montre une moyenne qui dépasse 2 palettes. En effet afin de satisfaire une commande, le préparateur de détails est obligé à effectuer en moyenne 4 tournée de prélèvement (le détail représente en moyenne 11% de la commande c'est à dire 8 palettes/commande dans la période) et donc plus du temps de trajet supplémentaire.

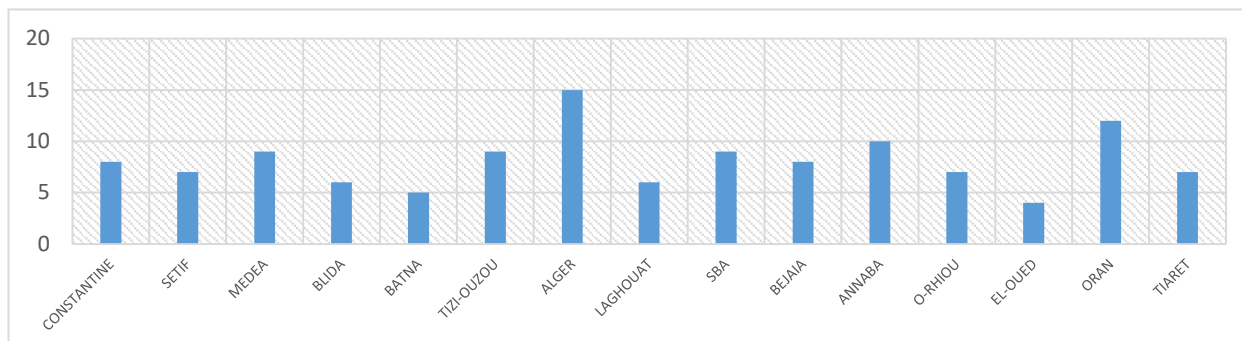


Figure III. 13 : Nombre moyen de palettes constituée de picking par CLR dans la période de la haute saison

Un autre problème qui affecte la performance de la préparation de détails davantage est la non remise en cause des chemins de picking générés par le WMS. Ces chemins ne sont pas nécessairement optimaux si la capacité du matériel de prélèvement est limitée à deux palettes. L'organisation actuelle du stock destiné au prélèvement de détail suppose une tournée complète du préparateur de détail ce qui n'est pas le cas dans cette partie de la PFL. En effet une palette d'électroménager se constitue rapidement puisque le volume de ces produits est relativement grand (9 colis/palette en moyenne), le préparateur de détails ne complète jamais la tournée prévue et l'optimisation de trajet par les WMS devient moins efficace. C'est pour cela que nous proposons l'augmentation de la capacité de matériel de prélèvement pour cette tâche. Le marché actuel propose de transpalettes de préparation de détails de capacité maximale de 4 palettes. Une telle capacité ne permet pas seulement de diminuer le nombre de tournées, mais elle permet en plus de mieux exploiter les fonctionnalités d'optimisation des tournées fournies par le WMS Reflex et donc d'éliminer une bonne partie du temps de déplacement. Cette investissement est nécessaire car il s'agit de coût fixe faible par rapport la productivité qu'il va générer.

« Les résultats d'une analyse portant sur les 20 dernières années montrent que pour chaque chariot d'une flotte donnée, les frais d'entretien et de carburant représentent en moyenne 20 % du total des coûts pour toute sa durée de vie. A moins que le chariot ne soit automatisé, le cariste représente généralement 70 % des charges, voire plus en cas de plusieurs équipes. Cela signifie que le coût d'investissement du chariot en tant que tel ne représente pas plus de 10 % du total. La meilleure façon de faire des bénéfices est donc de réduire les frais après l'investissement » (Hans van Leeuwen, Vice-Président Ventes et Services chez Toyota Material Handling Europe (TMHE))¹

- Réaffectation des tâches supplémentaires

Le filmage des palettes constitue une activité essentielle après le prélèvement de détails, d'une part afin de forcer la stabilité des palettes composées de multi références hétérogènes, surtout pour les produits fragiles comme l'électroménager et d'autre part pour faciliter les activités de manutention et d'expédition. Cette sous tâche représente à Numilog 24% en moyenne du temps de Picking (cf. Annexe 9).

¹ <http://www.toyota-forklifts.fr>

En effet, Il est impossible de réduire le temps de filmage sans investir en filmeuse automatique. En revanche, l'alternative est de laisser cette tâche au contrôleurs après la mise en zone de préparation de détails préparés afin de réduire le temps de DPP. La chose qui peut empêcher ce changement est que la palette peut subir à une instabilité éventuelle lors son transfert vers la zone de préparation et engendre de casse. Mais tant que le WMS définit l'ordre de prélèvement basé sur le respect du poids, c'est-à-dire en commençant par la référence la plus lourde, puis continue le chemin allée par allée, la palette reste toujours stable. En faisant ainsi, on assure d'avoir une palette homogène. Car si on met les colis les plus lourd et volumineux à la base de la palette constituée et les plus légers au-dessus, on obtiendra une palette plus stable lors son transfert au quai de préparation.

- **Minimisation de coût d'approvisionnement**

Il y a deux principaux métiers dans la zone de picking : le préparateur de commande et l'approvisionnement. Le métier de préparateur de commande consiste à prélever une liste d'articles et à les trier à la zone de préparation. Le métier de l'opérateurs d'approvisionnement consiste à réapprovisionner la zone de picking lorsque le seuil minimal est atteint en rentrant les palettes nécessaires dans la position indiquée. Ces métiers sont les principaux postes de coûts de la zone de picking.

L'analyse du métier d'opérateur d'approvisionnement au dossier Brandt montre que 70 à 80% du temps de travail est consacré à l'attendre les missions d'approvisionnement (taux d'occupation des cariste d'approvisionnement est 0.28 en moyenne (cf. Figure III. 3). La cause principale de cette attente est le faible nombre de ces missions (9 missions/commande en moyenne pendant la haute saison). En effet, il y a peu d'article dans l'électroménager de marque Brandt 143 au total seul 70 sont implémenté en zone de Picking soit 49% du nombre total (les autres références sont des produits volumineux à prélèvement unitaire). En outre, les commandes sont destinées pour des grossistes et distributeurs (B to B) qui les passent le plus souvent en nombre de palettes.

Partant de ça et dans ce qui suit, nous proposons une démarche qui permet d'éliminer le poste d'opérateur d'approvisionnement tout en maintenir la performance d'approvisionnement. L'objectif est de réduire les coûts engendrés par le poste picking. Cette démarche peut être déclinée en trois étapes suivantes :

- **Limitation du temps d'approvisionnement**

Afin de limiter le délai qu'il prendra le cariste pour approvisionner un emplacement, une petite modification de l'organisation de Picking est faite. L'idée est de consacré l'un des 4 niveau de rack au réapprovisionnement des emplacements de Picking c'est-à-dire le niveau 0 destiné au DPP et le niveau 1 doivent contenir la même référence de telle sorte, si un réapprovisionnement est déclenché, le cariste n'a que déplacer à l'emplacement concerné et de descendre les palettes de niveau 1 au niveau 0. De cette manière les déplacements seront réduits considérablement et par conséquent le délai d'approvisionnement.

- **Limitation maximale de nombre de missions d'approvisionnement :**

Cette étape compte sur la contribution de l'équipe du matin qui fait l'inventaire. Les OPL chargés de l'inventaire doivent déclencher un réapprovisionnement général "à froid", pour tous les emplacements picking touchés à J-1 ainsi que les emplacements de niveau 1 accordés. Afin

de remettre l'ensemble des stocks des emplacements picking aux niveaux maximum avant l'exécution des préparations du jour en cours. Ce réapprovisionnement permettra une réduction considérable du nombre moyen des missions d'approvisionnement pendant la préparation de commandes.

- Réaffectation des missions d'approvisionnements

Après la limitation de délai et du nombre des missions d'approvisionnement pendant l'exécution du processus, vient cette étape qui consiste à réaffecter les mission d'approvisionnements au cariste le moins occupé ayant le matériel de prélèvement adapté au mission d'approvisionnement. Si on analyse le taux d'occupation des caristes, les caristes d'accumulation ont plus de temps par rapport les 2 autres. On peut leur confier la tâche d'approvisionnement en plus de prélèvement de palettes de type accumulation de tel sort que l'approvisionnement ait la priorité la plus haute bien sûr. Les limite de cette étape est que le WMS actuel ne permet pas de confier deux missions au même OPL, le cariste d'accumulation doit porter un autre PDA de plus pour le lancement des missions d'approvisionnement avec un identifiant fictif.

Les résultats de cette démarche seront traités dans l'étape de mesure de la nouvelle performance.

2.2.1.2. Combinaison de deux contrôles

La productivité, reste une question cruciale pour Numilog, en ce qu'elle détermine le nombre de chariots et, plus important encore du point de vue des coûts, le nombre d'OPL requis. C'est pourquoi il faut toujours analyser la productivité individuelle des OPL. L'observation sur le terrain et l'analyse du taux d'occupation des OPL, nous a guidé à la mise en cause les deux tâches de contrôle de préparations et le contrôle de chargement. Le premier consiste à vérifier que les références prélevées par les caristes sont bien celles commandées par le client, en référence et en quantité, pendant que le deuxième sert à vérifier que les produits prélevés sont mis en quai de préparation concerné. Les deux contrôles sont différents mais complémentaires. Au commencement de travail d'électroménager avec SAMHA précédemment, seule le contrôle de chargement avait lieu, mais avec les erreurs éventuelles de préparation surtout avec de personnel moins qualifié que le présent, le consommateur final subit directement ces erreurs, il apparaît évident qu'un niveau élevé de fiabilité des préparations de commandes constitue un facteur incontournable de succès, pour ne pas dire un prérequis. C'est pour cela, l'entreprise à décider d'ajouter le contrôle de préparation de commande afin de renforcer le contrôle de chargement ce qui ne pas le cas pour les autres parties qui traitent les produits agroalimentaires.

Il n'est pas privilégié d'éliminer l'un des contrôles malgré que les couts engendrés par les deux contrôles sont considérables (un OPL pour chaque contrôle) et le temps opératoire et très courts par rapport les autres tâches de prélèvement., en revanche on peut combiner les deux contrôles sans détériorer la fiabilité de sous processus de contrôle.

La solution proposée est de paramétrer depuis le WMS un nouveau contrôle combiné composée des deux contrôles précédents de tell sort qu'il sera effectué par un seul OPL.

- Analyse fonctionnel des contrôles

Le contrôle de préparation consiste en la comparaison entre l'EAN de palette prélevée et celle commandé par le CLR, c'est-à-dire l'opérateur Repère le numéro UM sur la liste des étiquettes destinataires éditée au début du processus, scan l'EAN de la palette préparée puis scan l'étiquette destinataire par le PDA. Si les l'EAN sont identique, l'opérateur Appose l'étiquette de contrôle sur la palette qui doit être passée au contrôle de chargement sinon la palette est refusée et le cariste doit rediriger vers la zone de prélèvement. Le contrôle de préparation des PCC et de DPP se défaire pour le DPP le scan des EAN concerne chaque colis constituant la palette filmée.

Le contrôle de chargement, quant à lui, consiste en le scan de l'étiquettes apposées et l'étiquette du quai correspondant à la préparation portée sur main par le deuxième OPL. Si l'étiquette apposée correspond au quai de préparation alors la préparation de la palette présente est validée sinon le cariste doit la remettre au quai correspondant. Le contrôle de chargement est le même pour toute UM. Les deux contrôles sont modélisés dans l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Le contrôle combiné à créer doit être lancé sur un seul PDA et doit être exécuté par un seul OPL. L'OPL scan les codes de la palette préparée et de contrôle. S'ils sont identiques, il scan directement le code de quai, si le codes de la palette préparée convient au quai, le système valide la préparation. Afin de mieux comprendre le fonctionnement du nouveau contrôle, une modélisation est faite dans la Figure III. 17.

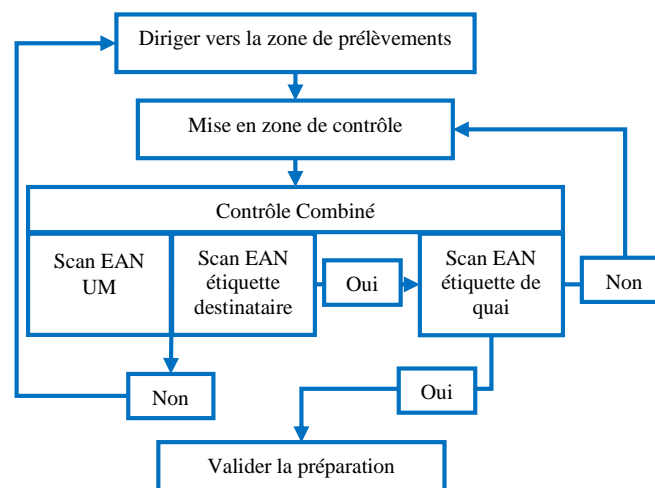


Figure III. 14: Modélisation du contrôle combiné proposé

Afin de traduire notre proposition en langage scientifique, une algorithmme qui définit le contrôle combiné à créer est présent dans l'Annexe 10 .

En effet la combinaison des deux contrôles permet de réduire les coûts du processus de préparation de commandes en préservant une ressource humaine. Elle permet aussi d'éliminer les temps d'attente entre les deux contrôles de préparation et chargement ce qui assure plus de productivité sans dégrader la fiabilité de l'étape de contrôle.

2.2.2. Equilibrage horizontal

Cette problème considère un ensemble des opérateurs travaillent en polyvalent et qui sont réparties en deux équipes non équilibrées en termes de plusieurs critères de compétences. Cette répartition affecte la productivité globale du processus de préparation de commandes. La solution retenue consiste à élaborer une nouvelle réaffectation des opérateurs selon leurs compétences, pour construire vers la fin deux nouvelles équipes équilibrées en prenant en compte des critères bien précis. Alors, la question qui se pose c'est Comment créer deux nouvelles équipes équilibrées, selon des critères pertinents ? Et comment définir ces critères, les quantifier, et mesurer leurs importances relatives aux préférences du décideur pour reconstituer les deux équipes d'une manière optimale qui sollicite la productivité des OPL ?

2.2.2.1. Démarche de traitement

Notre objectif est de réorganiser les deux équipes d'une façon équilibrée en termes de performance. Cette tâche s'avère très délicate à faire à la première vue, mais avec un bon réflexe, une telle tâche deviendra plus simple à réaliser.

Pour ce faire nous allons dans un premier temps identifier les critères auxquelles les deux équipes doivent être équilibrées ainsi que le degré d'importance de chaque critère par rapport l'objectif visé. Ensuite nous allons procéder à l'évaluation de l'ensemble des OPL selon les critères identifiés. Par ailleurs, nous élaborons une modélisation mathématique du problème et ainsi, il nous sera possible de le résoudre et d'interpréter les résultats.

- Identification des critères d'évaluation

L'ensemble de critères d'évaluation choisis s'aligne et suit les priorités de l'objectif de cette équilibrage qui est l'amélioration de la qualité des livraisons. Quelques critères sont choisis en fonction de politique de travail de l'entreprise (Numilog considère ces critères pour l'évaluation des équipes ainsi que les opérateurs) et d'autre nous les avons ajoutés après une discussion avec les CEL. Les critères retenus (quantitatifs et qualitatifs) sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III. 8 : l'ensemble des critères

Critère
C1 : Productivité
C2 : Conscience professionnelle
C3 : Initiation
C4 : Relation humaine et travail d'équipe
C5 : Qualité de travail
C6 : Contrôle visuel
C7 : Adaptabilité
C8 : Travail sous pression

Ces critères ne sont pas de la même nature, ainsi ils doivent être pondérés en fonction de leurs importances au processus de préparation de commandes et enfin exploités pour reconstituer les deux équipes.

- La Hiérarchisation des critères

Afin de déterminer l'ordre hiérarchique des critères, chacun d'entre eux a été étudié, après un recueil des informations, une analyse de la situation, représentation de leurs définitions, les

compétences nécessaires à leurs satisfactions par rapport à Numilog et la discussion avec les décideurs, qui sont les chefs d'équipes. Et pour pouvoir attribuer de poids objectives et loin de la subjectivité que nous pouvons y tomber dedans, l'une des méthodes d'analyse multicritères peut nous être très utile pour accomplir cette étape. Dans la littérature, la méthode AHP semble la plus adéquate à notre cas.

Tout d'abord, nous construisons la matrice de jugement qui contient les comparaisons entre les différents critères (deux à deux) obtenues en utilisant l'échelle de comparaison de Saaty (cf. l'Annexe 11).

L'application de l'AHP est faite à l'aide d'une plateforme Excel qui permet, à partir de la matrice de jugement, d'effectuer les différents calculs de cette méthode et de vérifier le test de cohérence des comparaisons entre les différents critères d'une façon automatique. Les coefficients d'importance des différents critères obtenus sont représentés dans le graphe ci-dessus. Le ratio de cohérence associé à notre matrice de jugement égale à 0,08 et inférieur à 0,1 donc la cohérence des comparaisons que nous avons effectuées est vérifiée.

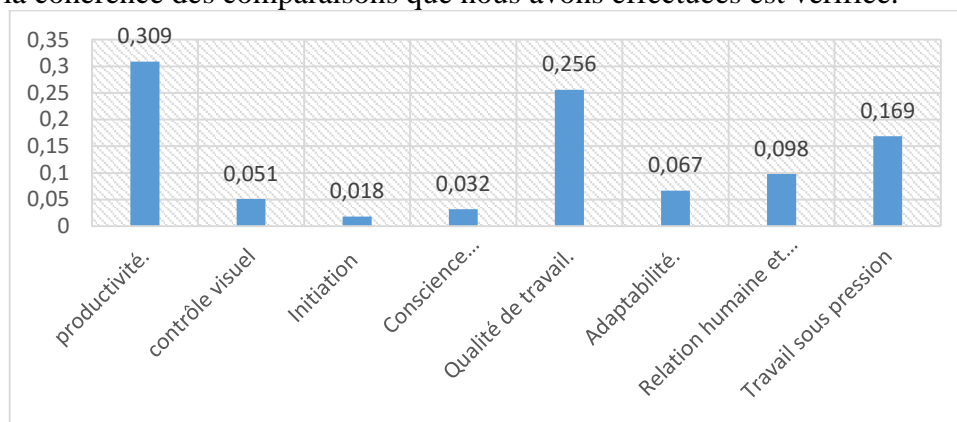


Figure III. 15: coefficients d'importance des critères

- Evaluation des opérateurs

Pour déterminer les performances des opérateurs d'une manière fiable, l'évaluation de chaque opérateur par rapport à chaque critère est faite par l'ensemble des décideurs qui sont les chefs d'équipes, chacun et son équipe. Les évaluations des opérateurs par rapport aux chaque critère sont représentées dans l'Annexe 11

Les évaluations des OPL doivent être pondérées par rapport les coefficients d'importance des critères obtenus précédemment. Les évaluations pondérées de chaque OPL vis-à-vis l'ensemble des critères sont introduites dans l'Annexe 11

2.2.2.2. Modélisation mathématique

Afin de modéliser le problème, certaines notions doivent être introduites :

I : Ensemble des opérateurs i , $i = \{1,10\}$,

J : Ensemble des équipes j , $j = \{1,2\}$,

E_{ik} : la performance pondérée de l'opérateur i selon le critère k

C : l'ensemble des critères k , $k = \{1,8\}$,

- **Variable de décision**

$$X_{ij} = \begin{cases} 1; & \text{si l'opérateur } i \text{ est affecté à l'équipe } j; i = 1,10 \quad j = 1,2 \\ 0; & \text{sinon} \end{cases}$$

- **Fonction objective**

$$\min Z_k = \left| \sum_{i=0}^n E_{ik} X_{i1} - \sum_{i=0}^n E_{ik} X_{i2} \right| \quad \forall k \in C.$$

L'équilibrage des deux équipes se fait en minimisant l'écart entre les deux équipes selon tous les critères identifiés. Ainsi, on obtient K fonctions objectives dont chacune vise à réduire l'écart de performance entre les deux équipes selon la critère k.

- **Contraintes**

Deux contraintes principales doivent être prises en considération dans le modèle :

Contrainte de nombre d'opérateurs

Chaque équipe doit contenir exactement n/2 opérateurs (n représente le nombre totale d'opérateurs) :

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = n/2 \quad \forall j = 1,2$$

Contrainte d'affectation

Chaque opérateur doit être affecté à une et une seule équipe :

$$\sum_{j=1}^2 X_{ij} = 1 \quad \forall i = 1, n$$

Modèle mathématique

Soit P:

$$P \left\{ \begin{array}{l} \min Z_k = \left| \sum_{i=0}^n E_{ik} X_{i1} - \sum_{i=0}^n E_{ik} X_{i2} \right| \quad \forall K \in C \dots\dots (A) \\ \text{S. C} \\ \sum_{i=1}^n X_{ij} = \frac{n}{2} \quad \forall j = 1,2 \dots\dots\dots (1) \\ \sum_{j=1}^2 X_{ij} = 1 \quad \forall i = 1, n \dots\dots\dots (2) \\ X_{ij} = [0,1] \dots\dots\dots (3) \end{array} \right.$$

La fonction objectif (A) minimise la somme des distances à parcourir par les OPL,

La contrainte (1) impose qu'une équipe est constituée de la moitié des OPL.

La contrainte (2) impose qu'un OPL est affecté à une et une seule équipe.

En fin, la contrainte (3) est une contrainte d'intégrité de la variable de décisions x_i est une variable binaire : $x_{ij}=1$ si l'OPL i est affectée à l'équipe j ; 0 sinon.

Le système (p) obtenu est un programme non linéaire multi-objectif à résoudre. Vu la difficulté d'utiliser des méthodes exactes pour sa résolution (8 fonctions objectives et 40 variables), nous pouvons utiliser l'une des métaheuristiques : l'algorithmes génétiques dont son efficacité a été éprouvée dans la pratique pour la résolution de ce genre de modèle.

Tableau III. 12 : La nouvelle affectation des opérations aux deux équipes.

L'équipe 1	L'équipe 2
OPL ₁ , OPL ₃ , OPL ₄ , OPL ₆ , OPL ₈ , OPL ₁₀ , OPL ₁₂ , OPL ₁₄ , OPL ₁₆ , OPL ₁₈	OPL ₂ , OPL ₅ , OPL ₇ , OPL ₉ , OPL ₁₁ , OPL ₁₃ , OPL ₁₅ , OPL ₁₇ , OPL ₁₉ , OPL ₂₀

Comparaison entre l'ancienne et la nouvelle affectation des opérateurs

La figure suivante représente montre la comparaison entre l'ancienne et la nouvelle affectation par rapport à chaque critère.

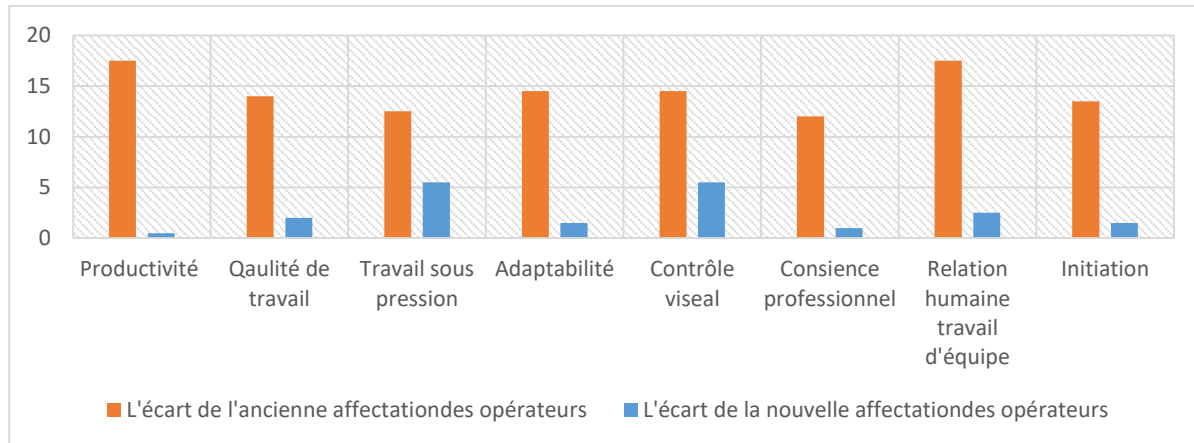


Figure III. 17 : l'écart entre les deux équipes par rapport aux critères pondérées

L'écart entre les deux équipes actuel est très large surtout ce qui concerne le critère de productivité. La nouvelle affectation va assurer un minimum des écarts par rapport à l'ancienne et donc un équilibre global entre les deux équipes qui permette plus de productivité à long terme. Cette équilibre doit être complété par une distribution égale de la charge de préparation de commandes.

En effet, cet équilibre ne permet pas seulement de maintenir la productivité des deux équipes, mais elle vise à créer d'autre sort de productivité de plus. Contrairement au cas de déséquilibre, l'effet d'une équipe sur l'autre devient positive car chaque équipe aura sa charge de travail indépendamment de la charge de la deuxième équipe. La mise en défie permanent des deux équipes qu'implique le système équilibré à long terme permet d'achevé un niveau supérieure de productivité des OPL comme illustré dans la figure II.17.

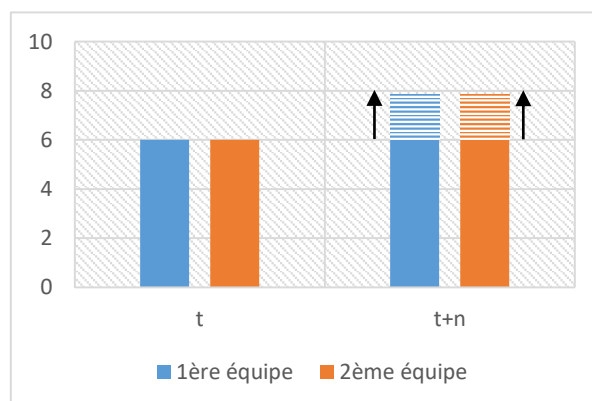


Figure III. 18 : Le changement de niveau de la performance des deux équipes dans le cas d'affectation équilibrée à long terme

Lorsqu'une équipe travaille, elle devrait en principe veiller à la stabilité et la réussite de l'ensemble en s'échangeant les connaissances, les conseils et les expériences, par ailleurs, la mise en place d'une équipe équilibrée par rapport aux critères pertinents va mener à la disponibilité des compétences différentes dans une même équipe, également les membres d'équipe se considèrent maintenant comme des collègues travaillant ensemble pour un but commun, ce qui va stimuler et encourager la collaboration et l'échange des bonnes pratiques, valeurs et connaissances entre les membres de chacune des deux équipes équilibrées, lors de l'exécution du travail, ce qui constitue une formation informel gratuite, sans perd du temps et un bénéfice pour l'entreprise. Dans une telle atmosphère, chacun s'efforce d'apprendre, fait ce qu'il doit faire et évite de décevoir ses collègues. Cette nouvelle affectation permettre également d'avoir une répartition juste et équitable de charges de travail entre les deux équipes, d'exploiter une capacité optimale, ni excédentaire ni insuffisante, d'Augmenter la concurrence entre les deux équipes, empêcher les discriminations directs et indirects et les conflits entre les deux équipes, promouvoir l'esprit de l'équipe et du travail de groupe chez les opérateurs, les motiver à travailler, donc maintenir un climat de travail positive, ce qui est toujours indispensable dans telle installation et qui engendre selon le psychologue et le professeur Paul Wong un mode de travail créatif et productive.

2.3. Traitement de taux de casses

Le taux de casse enregistré dans la période est très élevé, plus grand de celui à ne pas dépasser. Il est primordial de faire face à ce problème, car il contribue à la réduction de la productivité totale, affecte la qualité, génère des couts supplémentaires et l'insatisfaction des clients, il est obligatoire d'éliminer tout source de non qualité, de repérer au plus tôt les produits défectueux, afin d'arrêter l'ajout de valeur ajoutée sur un produit qui finira finalement au rebut, ce qui constitue une perte de temps et de l'argent pour l'entrepris. Ce problème devient plus catastrophique, si le produit défectueux est déjà livré au client, ce que va engendrer en résultat leur insatisfaction ou son perte, affecte la réputation de l'entreprise, et par conséquence l'apparition d'autres couts supplémentaires. Pour atteindre à l'objectif de limiter la casse et ces conséquences, il est obligatoire d'éliminer tout source de non qualité, de repérer au plus tôt les produits défectueux, afin d'arrêter l'ajout de valeur ajoutée sur un produit qui finira finalement au rebut.

Pour remédier à ce problème, nous avons procédé à une analyse quantitative des casses enregistrées sur l'exercice 2016. Ensuite nous avons appliqué la méthode A3 afin de trouver des actions efficaces permettant de limiter les casses des produits.

2.3.1. Analyse quantitative

Le but de cette analyse est de représenter, repérer et de quantifier les casses enregistrées sur l'année 2016. Pour cerner et comprendre l'état actuel.

Voir la figure qui représente le nombre de casses et volume traité, par mois pour chacun des familles des produits sur l'année 2016.

- Analyse de corrélation entre le taux casse et le volume globale traité

L'objectif de cette analyse est de vérifier s'il y'a une relation entre le nombre de casses et le volume globale traité c'est-à-dire de vérifier si la fatigue fait partie des causes des casses. Le volumes globale traité ainsi que le nombre des casses sont présentés dans la Figure III. 18 pour chaque mois de l'exercice 2016.

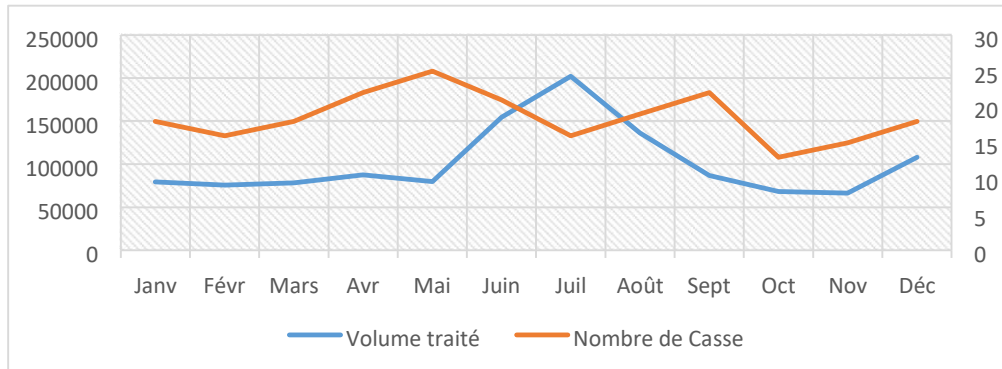


Figure III. 19: Volume globale traité et Nombre de produits cassés par moi

Le calcul de coefficient de corrélation ($r = 0,0300396$) entre les deux variables précédentes en utilisant la fonction corrélation dans le tableur EXCEL, montre une faible corrélation entre le nombre de casses et le volume globale traité qui vaut dire que la fatigue engendrée par la charge de travail ne représente en aucun cas une cause des casses enregistrées pendant l'année précédente.

- Analyse de casse par type de stockage et par famille de produit

Le but de cette analyse est de comparer les casses des références stockées en masses et celles stockés en rack. Et de repérer la famille des produits, qui possède le taux de casse le plus élevé. Consultez l'annexe pour obtenir les différents calculs.

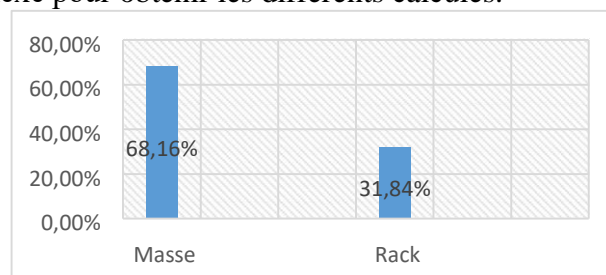


Figure III. 20 :Le pourcentage de casse par type de stockage

Le figure ci-dessus indique que le nombre de casses des références stockés en masse est très élevé, égale à 74,55 %, de nombre totale de casses, alors que celle des produits stockés en rack représente 25,45 % du nombre totale de casses, et comme le tableau 6 Annexe 13 montre la famille GEM possède le taux de casse le plus important devant tous les autres références égale à 0,064 %, il est nécessaire de l'analyser.

La famille GEM qui regroupe Cuisinières, tables de cuisson, fours et fours micro-onde, lave-vaisselle représente 34,08 % en terme de casses sur la période et possède un taux de casse le

plus élevé. L'objectif de cette recherche est de repérer la ou les références qui représentent le nombre de casse globale dans cette famille.

Le tableau dans la figure, montre que la Référence KGC (cuisinière) représente le pourcentage le plus haut, égale à 73,68 % en terme de colis casse de la famille GEM et 60,21 % en terme de colis traité de la famille GEM.

- Analyse de la casse selon de lieu de constatation

Dans cette recherche, nous avons comparé entre le nombre total des casses internes et celui-ci de casses externe, et calculer le taux de casse externe. Voici le Tableau ci-dessus qui illustre les résultats de cette analyse.

Tableau III. 13 : Nombre de casses internes et externes

Famille	casse interne	casse externe	Expédition	Taux de casse externe
GEM	47	29	59268	0.000159
REF	19	23	88913	
WM	22	12	84589	
AC	20	15	149807	
PEM	9	12	141684	
CTV	7	8	98740	
TOTAL COLIS CASSE	124	99	623001	

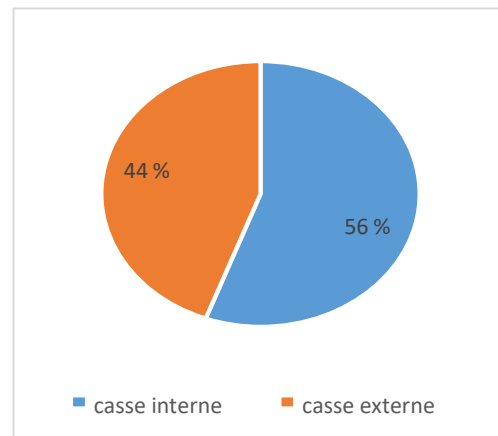


Figure III. 21 : Pourcentage de casse par lieu de constatation

On peut voir clairement de diagramme en camembert ci-dessus, que les casses internes représentent la grande partie des casses avec un pourcentage égale à 55,61 %, alors que le pourcentage de nombre de casses externe s'élève à 44,20 %. L'analyse de la présente recherche indique également, que le taux de casse externe est quatre fois plus grand au taux négligé par Brandt. (Taux de casse externe $\approx 4 / 25000$)

- Analyse de la casse par CLR

L'objectif de cette analyse est de voir aux quels CLR (centres logistiques régionales) est enregistré le plus grand nombre de casses externes. Pour atteindre cet objectif nous avons effectué une analyse Pareto. Ce graphe ci-dessus illustre les résultats de l'analyse Pareto.

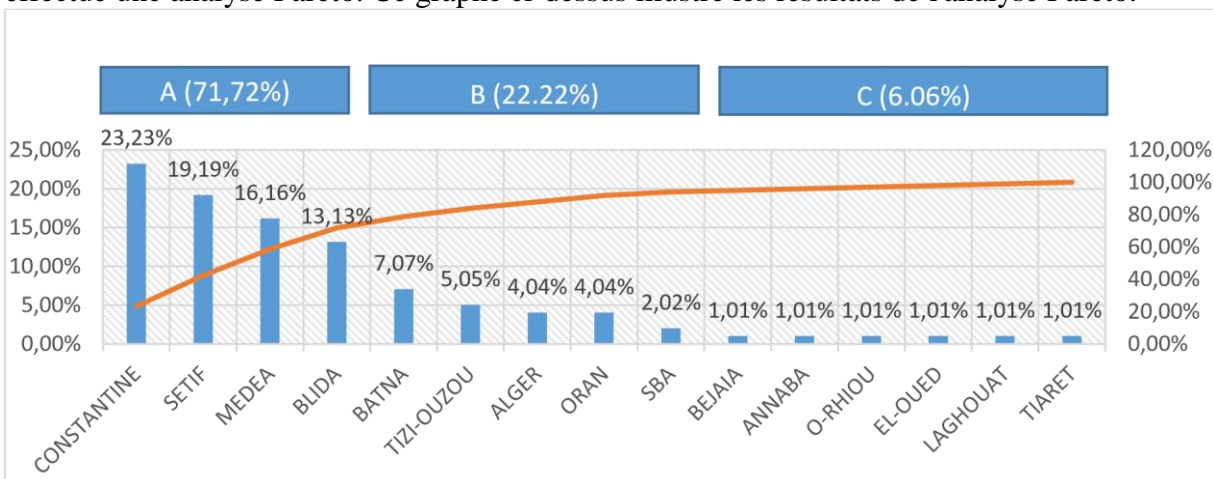


Figure III. 22: L'analyse Pareto des casses déclarées par les CLR

On peut voir clairement de figure présenté ci-dessus, que les quatre CLR constituant le groupe A (Constantine, Sétif, Medea et Blida) déclarent 71.72% des casses externes enregistrées, tandis que le groupe B représente 22.22% de totale des casses externes déclarées. Alors que le groupe C représente 6.06% de totale des casses enregistrées par tous les CLR.

L'analyse ABC fait apparaître que 27% des CLR déclarent à eux seuls le pourcentage le plus important estimé par 71.72%. Il est donc important de s'assurer de la cause réelle des casses enregistrées par les CLR et de s'assurer du réel responsable de ces casses et leurs lieux de constatation.

2.3.2. Analyse des causes

Après la collecte des données quantitatives, leurs traitement (interprétation), l'identification de la situation initiale et les objectifs à atteindre, on a voulu comprendre le pourquoi, et les causes qui poussent à engendrer ces casses, pour cela on a organisé deux séances de Brainstorming avec deux groupes, chacun est composé de 8 opérateurs (1 CEL, 4 OPL, 1 Agent qualité et 2 chauffeur). L'outil de créativité, le Brainstorming nous a permis d'un coup, d'aboutir aux causes racines de casses et d'un autre, de faire croître les opérateurs de leur importance en l'engagement à la résolution de ce problème et par conséquent les encourager à développer leur sens de responsabilité. Au début, nous avons présenté les premières étapes d'analyse quantitatif aux opérateurs afin de leur faire comprendre le problème, la situation actuelle et l'objectif désiré. En suite, on a procédé à la phase de recherche des idées sur les causes des casses des produits selon l'analyse précédente, et afin d'encourager l'émission d'une grande quantité d'idées, nous avons fixé des règles à respecter par les opérateurs, de considérer que toutes les idées sont bonnes, de ne jamais critiquer les idées des autres, et que les idées sont la propriété du groupe et pas seulement de celui qui l'émet. Dans la dernière phase, on a trié les idées en fonction de leurs pertinences, tous en questionnant les responsables et les agents qualité et en fin de vérifier sur terrain les causes générées par les deux groupes.

Les causes détectées sont représentées et classées dans le diagramme Ishikawa (Diagramme de causes à effet) dans figure suivante.

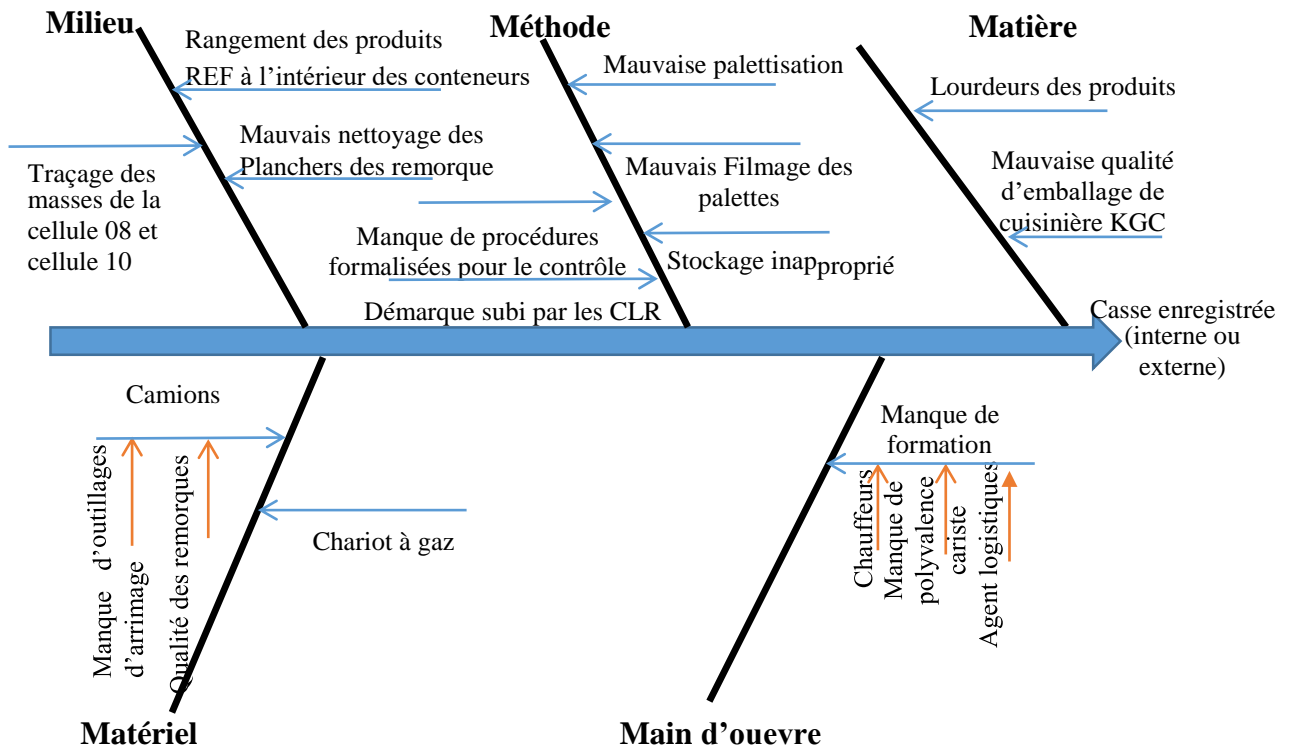


Figure III. 23: Diagramme de causes à effet (Casse de l'exercice 2016)

2.3.3. Etablissement de plan d'action

Afin de réduire le taux de casse, nous avons proposé différentes actions d'amélioration à entreprendre qui sert à éliminer les causes racines détectées.

Ces améliorations sont présentées dans le plan d'action ci-dessous.

PLAN D'ACTION pour limité la casse à l'interne et 'externe de PL BOUIRA		
Causes	Actions à mener	Acteurs
L'absence d'outillage d'arrimage	Imposer l'arrimage et faire un rappel au service transport sur son importance, faire un Blocage de chargement si le service de transport ne s'implique pas.	Responsable d'exploitation logistique.
Mauvaise qualité des remorques de certains camions	Le droit de refuser de charger si la remorque représente un risque sur la sécurité des OPL et sur la marchandise.	Les CEL
Utilisation de chariot à gaz (il exerce une grande pression, échappement d'odeur de gaz	Utilisation du chariot avec prudence et l'utilisation de masque + lunette	Les caristes
Ignorance de la signification des pictogrammes par les agents logistique	Faire expliquer la signification des différents pictogrammes, et assurer leurs respects lors de rangement et stockage	Les responsables HSE

Manque de la polyvalence des caristes en terme d'utilisation du chariot à pince	Amélioration contenue des compétences des caristes : recyclage et formation sur le tas	Formateur, CEL
Lourdeurs de certaines références REF leurs rangement a l'intérieurs des conteneurs	Revoir le plan des déchargements et de contrôle	Les responsables de l'atelier.
Le traçage actuel des lots de stockage de la cellule 08 et 10	Revoir le traçage des lots pour un stockage en deux ligne	Responsable exploitation +CEL+ service Maintenance
Mauvais nettoyage des planchers des remorques	Faire rappel au service de transport sur la nécessité de nettoyage	CEL
Mauvaise palettisation (palette homogène + palette mixte)	Établir un plan des palettisations	Les responsables de l'atelier
Mauvis filmage des palettes	Renforcer le filmage et le contrôle sur le côté DPP lors de l'expédition.	Cariste
Utilisation des manœuvres inapproprié par les cariste lors des prélèvements	Établir un fichier suivi pour chaque cariste et les sanctionner selon des règles bien définies	CEL
Démarque enregistrée au niveau des CLR	Établir une procédure de déclaration d'avarie et de Non-conformité.	Responsable exploitation
Mauvaise qualité de l'emballage de la référence KGC	Établir un rapport de constatation et l'envoyer au client Brandt	Responsable d'exploitation.

3. Contrôle du processus amélioré

Dans cette partie nous mesurons la nouvelle performance estimée après l'application des améliorations proposées et nous proposons des démarches pour la maîtrise du processus de préparation de commandes.

3.1. Mesure de la nouvelle performance

Afin de mesurer l'impact des améliorations proposées sans perte du temps et sans générer des coûts supplémentaires pour l'entreprise, la simulation par ordinateur semble la plus adéquate pour ce cas. En revanche quelques améliorations, comme l'équilibrage des équipes et le traitement des casses, ne peuvent pas être quantifier car leurs impacts ne sont ressentis qu'à long terme.

Pour abréger, le nouveau modèle de simulation sera basé sur le premier (ce du système initial). Les modifications effectuées concernent :

- Réduction de 23% des temps de déplacement (impact de réorganisation des quais).
- Augmentation de capacité de matériel de prélèvement (DPP) à 4 palettes.
- Réaffectation de la tâche de filmage au contrôleur.
- Réaffectation des mission d'approvisionnement au cariste d'accumulation avec minimisation de nombre et délai d'approvisionnement.
- Contrôle combiné avec son temps opératoire estimé et élimination du temps d'attente.

L'analyse des résultats de simulation du système amélioré montre que le temps de cycle de préparation de commande est réduit à 32 min (avec application du correcteur 1,09), soit une réduction de 35% du temps de cycle du système initial. Cette réduction ne permet pas que d'éliminer les heures supplémentaires et les retards de livraison mais elle permet de livrer d'autre CRL sur le territoire national si Brandt décide d'élargir le réseau de distribution surtout avec l'ouverture du nouvelle usine Brandt à Sétif.

De cette façon, nous avons validé la première hypothèse posé dans le lancement de la problématique :

- H_1 : Le processus de préparation de commandes est sous optimal en termes de temps de cycle de préparation → Validée

3- Calcul des KPI du système amélioré

KPI	T	PD	PDO	PG	CFD
Mesure	32 min	142 UM/h	35 UM/h	82 UM/h	2035 DA/h

Tableau III. 14 : KPI du système amélioré

La productivité directe du processus est estimée à 142 UM/h une augmentation de 40%.

La Productivité directe pour chaque opérateur est estimée à 35 UM/h plus de double du système initial.

Et de cette façon encore nous avons validé la deuxième hypothèse :

- H_2 : Le processus de préparation de commandes est sous optimal en termes de productivité.

La productivité globale et le chiffre d'affaire généré directement par le processus restent constants car ils dépendent de tailles de commandes et par ailleurs ils ne représentent pas la réactivité du processus d'où la nécessité de la mise en cause des indices de performances actuels des processus.

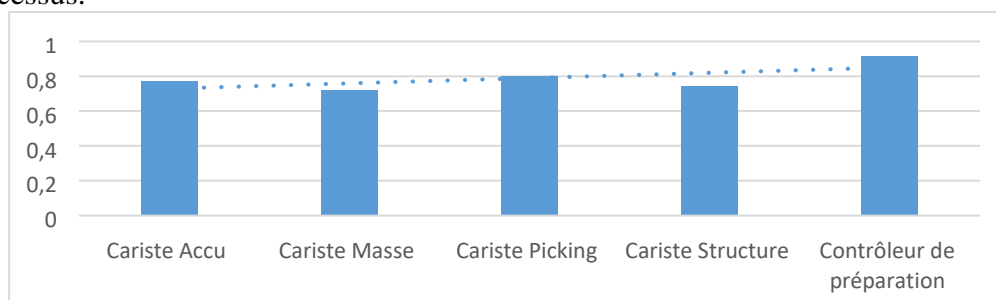


Figure III. 24 : taux d'occupation des OPL (système amélioré)

Avec les améliorations que l'on a fait à savoir, les réaffectations de tâches supplémentaires pour soulager le poste goulot, l'augmentation de la capacité de prélèvement de Picking, la combinaison des deux contrôles, la réaffectation des missions d'approvisionnement et la réduction des trajets par l'organisation des quais de préparation de commandes, nous ont permis de passer à un système plus équilibrée de préparations dont chaque OPL a la même charge de travail. De ce fait nous avons éliminé les réaffectation fréquente des tâches entre les OPL de la même équipe. Mais afin de maintenir la polyvalence des OPL la réaffectation aux tâches pourra avoir lieu mais dans des jours

différents. Cette équilibrage permet de maintenir à haut niveau la productivité du processus, de raccourcir le délai de traitement de commandes.

3.2. Maîtrise de la nouvelle organisation

Afin de pérenniser l'organisation proposée et les solutions définie dans la phase précédente nous proposons quelques recommandations pour chaque axe d'amélioration.

Dans le but d'établir un suivi de la performance de préparation de commandes, il faut redéfinir des nouveaux indicateurs de performance fiable et spécifique qui représente la réactivité du processus car les indicateurs utilisés (productivité globale et chiffre d'affaire) malgré qu'ils représentent la performance globale de la plateforme, ils ne reflètent pas la réactivité de traitement des commandes car ils ne prennent pas le temps de traitement en considération. De ce fait nous proposons les indicateurs suivants :

- Le Temps moyen du cycle de préparation d'une commande (T) (en minutes). Il représente la réactivité de la PFL au traitement de commandes. Il permet aussi de mesurer la capacité de la PFL de livrer d'autre CLR à temps en cas de élargissement de réseau de distribution e Brandt
- La productivité directe (PD) (UM/heure). Cet indice mesure le taux d'engagement du personnel ainsi que la réactivité de traitement de commandes.
- La productivité directe par OPL (PDO) : $PDO = PD / \text{nombre d'OPL engagés}$. Ce dernier mesure le taux d'engagement des OPL. Elle permet de qualifier la contribution de chaque OPL.

- **La réorganisation des quais de préparation de commandes**

La conception de notre système de gestion de quai est ouverte (base de donnée accessible aux utilisateurs) pour chaque changement éventuel. Elle permet de mettre à jour la base de données de l'application et d'effectuer les modifications qu'imposeront les contraintes de l'entreprise, à l'aide des formulaires présentés précédemment qui permettent d'ajouter ou supprimer les données de stockage relative à une référence, créer une nouvelle zone de stockage, et/ou modifier le nombre de colis dans une palette d'une référence donnée...

- **Rééquilibrage des tâches de préparation de commandes**

Rééquilibrage vertical

L'équilibrage vertical des tâches du processus, nous permet d'éliminer les goulots d'étranglement. Il est primordial d'effectuer des analyses périodiques en considérant le changement de la demande et le catalogues des produit Brandt qui peuvent ressortir de nouveaux postes goulots. Les améliorations à faire doivent être mise en place par rapport à ces derniers pour des gains significatifs.

Equilibrage horizontal

Afin de maintenir la répartition équilibrée des OPL entre les deux équipes, l'entreprise doit suivre périodiquement l'évolution de la performance de tous les opérateurs en fonction des critères définies précédemment. Ainsi que le suivi du changement éventuel de personnel de

chaque équipe (recrutement, départ...). Le programme informatique construit est accessible et ouvert pour la mise à jour de la matrice de performance des opérateurs.

Dans le but, d'augmenter la performance des OPL, la planification des séances d'apprentissage et de partage des connaissances et des bonnes pratiques entre les membres d'équipe peut donner des résultats très agréables en développement des compétences des opérateurs à moindre coût. En outre, il faut insister sur la reconnaissance mutuelle des contributions entre les membres de chaque équipe, afin de stimuler la coopération, l'apprentissage en équipe, créer un lien social entre les opérateurs, renforcer l'esprit d'équipe du groupe, maintenir un climat de travail positive, accroître leurs sens de la responsabilité et de l'engagement au travail, ce qui à son tour améliorera la productivité et la qualité du travail.

3.2.1. Traitement des casses

Dans le but d'établir un suivi de l'application de l'ensemble des actions d'amélioration menées et garantir leurs pérennités pour limiter les casses. L'entreprise doit en premier lieu maintenir le déploiement sur le terrain la méthode A3 de façon continue en impliquant l'ensemble des OPL dans la démarche de traitement, même à taux réduit il faut repérer et anticiper les causes futures qui peuvent engendrer des casses, négocier avec le client Brandt pour renforcer la qualité des emballages. Egalement, il faut instaurer des règles de comportement via des séances de sensibilisation, des formations du personnel concerné pour renforcer leurs sens de responsabilité par rapport aux tâches qui lui incombent. Il faut surtout prendre conscience qu'ils sont les uns vis-à-vis des autres des clients internes.

Conclusion

Dans cette partie nous avons essayé de déployer la méthodologie DMAIC pour l'optimisation du processus de préparation de commandes. Nous avons aussi proposé de nombreux axes d'amélioration qui peuvent augmenter la performance est les résultats de ce processus. A la fin de ce chapitre une démarche pour la maîtrise et le contrôle de ce chapitre est proposée pour maintenir et pérenniser l'organisation du processus .

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'optimisation de processus de préparation de commande est une clé primordiale de la chaîne logistique, car ce processus est le plus coûteux en entrepôt en terme de l'intensité de capital et de main d'œuvre. Pour avoir une bonne maîtrise de ce processus, plusieurs domaines et disciplines entrent en jeu comme : la simulation des processus par ordinateur, l'aide à décision, l'analyse multicritères, la programmation d'optimisation multi-objectives. Ces disciplines serrent à résoudre des exigences difficiles et parfois contradictoires, le but essentiel est de proposer la solution la plus convenante aux décideurs.

Dans ce travail, nous avons opté pour l'optimisation de processus de préparation de commandes de l'entreprise d'accueil Numilog par rapport aux trois axes suivantes, la productivité, la qualité et les délais de livraison, la démarche et les principaux points réalisés sont présenté ci-après.

Dans Le premier chapitre, nous avons commencé par une présentation générale de l'entreprise, une description de sa structure interne, l'environnement dans lequel elle évolue, sa stratégie et sa chaîne logistique. Ensuite, nous avons réalisé un diagnostic qui nous a permis d'aboutir à la problématique traitée, ce diagnostic comporte une analyse de l'environnement interne et externe de l'entreprise Numilog et une étude des besoins critiques de son client Brandt, afin de déterminer avec précision les besoins à satisfaire et les actions spécifiques à entreprendre.

Le deuxième chapitre met la lumière sur les différentes notions théoriques de la logistique notamment, la Supply Chain, son management, l'externalisation et les prestataires logistiques, ainsi que les notions liées aux plateformes et une description de processus de préparation de commandes dans une plateforme logistique, ensuite, nous avons présenté la démarche DMAIC qui nous a permis de développer les solutions à la problématique énoncée, ainsi que les méthodes que nous avons utilisées pour les réaliser, notamment : l'analyse de déroulement SDT, l'analyse multicritères et l'optimisation multi-objectif.

Le troisième chapitre est consacré à l'application de la démarche DMAIC pour atteindre aux axes d'amélioration de notre problématique. Dans un premier temps nous avons mesuré la performance du processus de préparation de commandes en manipulant la méthode de simplification de processus et la simulation dynamique à événements discrets par le logiciel Arena, nous avons analysé le processus quantitativement et qualitativement pour ressortir des axes d'amélioration dans le but de raccourcir le délai de livraison et augmenter la productivité du processus, ensuite nous avons les développer en utilisant des outils d'aide à la décision, enfin nous avons pu exposer les résultats obtenus, les mesurer, analyser et interpréter par rapports aux objectifs déterminés et proposé des recommandations pour les pérenniser.

Bibliographie

- Aberkane, H. (2015). *Plus de-logistique pour de meilleurs circuits de distribution*. Récupéré sur huffpostmaghreb.com: http://www.huffpostmaghreb.com/hakim-aberkane/plus-de-logistique-pour-de-meilleurs-circuits-de-distribution_b_8063836.html
- Carbone, V. (2004). Thèse Doctorat Gestion et management. *Le role des prestataires logistiques en Europe- Intégration des chaines et alliance logistiques*. Ecole des Ponts ParisTech .
- CHAI, Y. (2012). Thèse doctorat. *Staratégie d'alliance entre prestataires de sevices logistiques dans un cluster logistique en chine*. CENTRE DE RECHERCHE SUR LE TRANSPORT ET LA LOGISTIQUE (CRET-LOG).
- Chanson. (2003). Externalisation et performance dans la relation client-prestataire. Dans CHANSON.
- CHOPRA, S. e. (2007). *Supply chain management:Strategy, Planning and Operations*. Boston: Pearson.
- Christopher. (1992). *Logistics and Supply Chain Management*. London: Pitman Publishing.
- Colin, Mathé, & Tixié. (1981). *La logistique au service de l'entreprise*.
- Dubessy, F. (2016, Novembre). *Le logisticien algérien Numilog va poursuivre son développement en Europe*. Récupéré sur <http://www.econostrum.info>: http://www.econostrum.info/Le-logisticien-algerien-Numilog-va-poursuivre-son-developpement-en-Europe_a22537.html
- Faiçal MEKOUAR. (Novembre 2014). La performance par l'optimisation des processus. *Regards, lettre d'information, Édition N° 5* . Fidaroc Grant Thornton.
- FAQ-Logistique. (s.d.). *affectation commande préparateurs*.
- Farmer, D. (1997). Purchasing myopia-revisited. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 3: 1-8.
- Finder, M. (2006). *La logistique globale et Supply Chain Management*. Eyrolles.
- Fulconis, & al. (2011). *La Prestation logistique : origines, enjeux et perspectives*. MANAGEMENT ET SOCIETE (EMS).
- Gérard Cliquet, A. F. (s.d.). *Management de la distribution 2éme édition*. Paris: Dunod.
- Hafsi, T. (2011). *Issad Rebrab - Voir grand, commencer petit et aller vite*. Alger: CASBAH.
- Hervé Brunet, Y. L. (1992). *LA démarche logistique*. EAN13 9782124777112/////ISBN : 978-2-12-477711-2///ISSN 0763-6660: AFNOR.
- Horowitz, R. (2015). Récupéré sur <http://www.asit.info/>.
- <http://supply-chain.org/>, S. C. (s.d.).
- INC, A. I. (2009). *Support de présentation de son activité*.
- Indicateur logistique*. (2016). Récupéré sur [banquemondiale.org](http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/LP.LPI.OVRL.XQ): <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/LP.LPI.OVRL.XQ>

-
- Jafflin-Vergnaud. (1991). Thèse pour le Doctorat de Sciences Economiques Option Economie des Transports. *Sous-traitance et intégration logistique*. Lyon.
- KHELIFA, K. (2013). *L'Algérie aux derniers rangs en matière de logistique*. Récupéré sur Liberté Algérie: <http://www.liberte-algerie.com/avis-dexpert/lalgerie-aux-derniers-rangs-en-matiere-de-logistique-119201>
- Ladier, A.-L. (s.d.). thèse doctorat. *Scheduling cross-docking operations : Integration of operational uncertainties and resource capacities* . INP grenoble .
- (Octobre 2010). *Le secteur logistique sur la rive sud de la Méditerranée Occidentale Diagnostic et propositions Cemto.org. CETMO.org.*
- logistique transport*. (2016). Récupéré sur [www.dzentreprise.net](http://www.dzentreprise.net/logistique-transport-bm-classe-lalgerie-a-75eme-place-monde): <http://www.dzentreprise.net/logistique-transport-bm-classe-lalgerie-a-75eme-place-monde>
- M.Fender. (Mastère Fret et Intermodalité de). Cours. *logistique du Mastère Fret et Intermodalité*. ENPC.
- Mateo, F. (2015). *Logistique*. Récupéré sur <http://www.econostrum.info>: http://www.econostrum.info/APRC-veut-%C2%A0construire-la-logistique-algerienne-de-demain%C2%A0_a20344.html
- Michel Roux, 2. (2008). *Entrepôts et magasins*. Paris: Eyrolles.
- Mocellin.F. (2006). *Gestion des entrepôts et plates-formes*. Paris: Dunod.
- MORANA, J. (2003). *De la logistique d'entreprise au supply chain management: vers une intégration des processus*. Onnaing, France: e-theque .
- Orsini, D. (Juin 2008). *Logistique de la grande distribution: Synthèse des connaissances*. Sétra.
- Ouzizi, L. (2005). Thèse Doctorat. *Planification de la production par CO-décision et*. Laboratoire de Génie Industriel et de Production Mécanique .
- P, C. (2003, Septembre). Les enjeux industriels et les nouvelles problématiques scientifiques Dela logistique à la logistique globale. *Gestion de la Chaîne Logistique*. France: université de Grenoble.
- Polizzi, J. B. (1990). *Des Outils pour la GPI*. AFNOR .
- Préparation de commandes*. (s.d.). Récupéré sur [faq-logistique](http://www.faq-logistique.com/Preparation_commandes.htm): http://www.faq-logistique.com/Preparation_commandes.htm
- Reiter, P. &. (2001). *La Supply Chain - Optimiser la chaîne logistique et le réseau de distribution*.
- RETOUR D'EXPÉRIENCE NUMILOG. (SEPTEMBRE 2014). *SUPPLY CHAIN MAGAZINE* , p56 N°87.
- Rondeleux, C. (2016). *cevital deploie logistique de part dautre de mediterranee*. Récupéré sur [jeuneafrique.com](http://www.jeuneafrique.com): <http://www.jeuneafrique.com/mag/312084/economie/cevital-deploie-logistique-de-part-dautre-de-mediterranee>
- Roni Horowitz traduit par Pascal Jarry. (2004). *ASIT, Méthode pour des solutions innovantes*. ISBN 2952286604, 9782952286602: SolidCreativity.

-
- Rouwenhorst, B. R. .. (2000). *Warehouse design and control : framework and literature review*. European Journal of Operational Research.
- Roux, M. (2010). *Optimisez votre plateforme logistique*. Paris: Eyrolles.
- Roux, M. (2012). *Piloter la plateforme logistique*. Lavoisier.
- Roux, M. (2012). *Pilotez votre plateforme logistique : Les logiciels de gestion d'entrepôts VMS-WCS*. Paris: Lavoisier.
- Sadek, A. (2014). *Performance logistique : l'Algérie occupe la 96e place mondiale*. Récupéré sur algeriepatriotique.com: <http://www.algeriepatriotique.com/article/performance-logistique-1%E2%80%99alg%C3%A9rie-occupe-la-96e-place-mondiale>)
- Sheng, R. &. (1998). *Outsourcing of logistics functions*.
- Sikaoui, h. (2016). *numilog à la conquête du secteur logistique*. récupéré sur leseco.ma: <http://www.leseco.ma/les-cahiers-des-eco/pme/401-strategies/42077-numilog-a-la-conquete-du-secteur-logistique.ht>
- Tixier, D., Marthe, H., & Colin, J. (1998). *La logistique de l'entreprise: vers un management plus compétitif*. DUNOD.
- Votre entrepôt est-il assez performant ? (AVRIL 2007). *Supply Chain magazine*, 14.

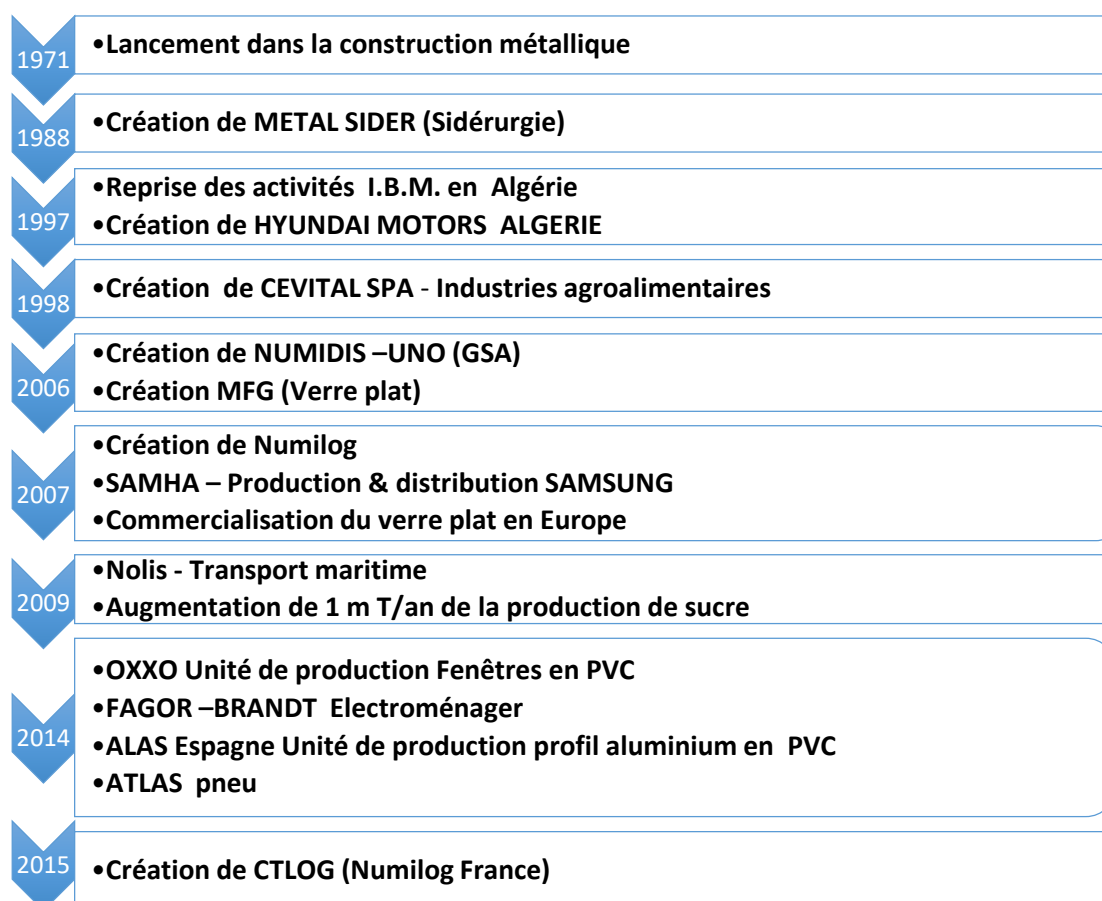
LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : présentation du Groupe Cevital	112
Annexe 2 : L'organisation de Numilog.....	113
Annexe 3 : Maquette des activités de la PFL Bouira	114
Annexe 4 : Interview	115
Annexe 5 : Application la méthode AHP sur les CTQ	116
Annexe 6 : L'échelle de comparaison de Saaty + Algorithme Génétique	117
Annexe 7 : Modèle de simulation du système initial	118
Annexe 8: Présentation de l'application développée.	120
Annexe 9 : Modèle de simulation du système amélioré.....	121
Annexe 10: Algorithme du contrôle combinée proposé.....	123
Annexe 11 : Rééquilibrage des deux équipe de préparation	124
Annexe 12 : Traitement de taux de casses	126

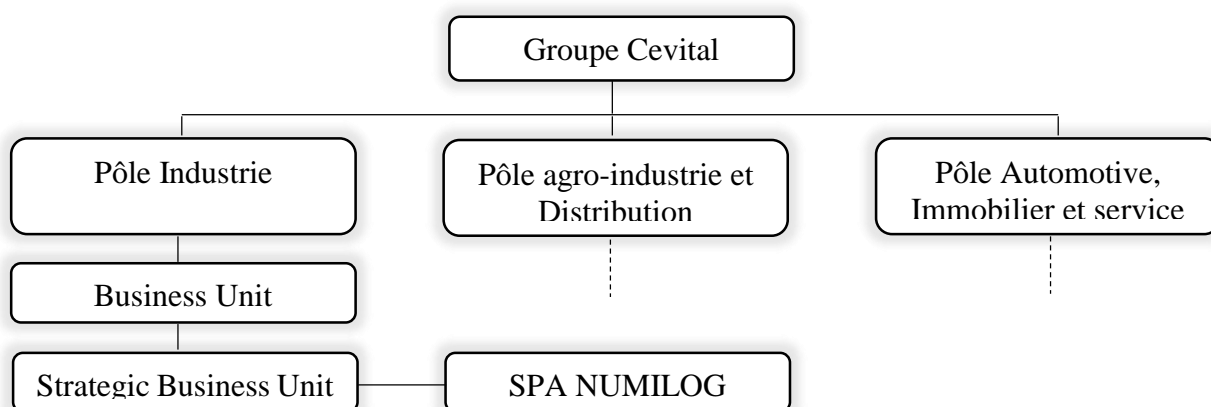
Annexe 1 : présentation du Groupe Cevital

- Historique du groupe Cevital :

Cevital est une entreprise familiale privée en la forme légale d'une société par action. Elle est créée en 1998 avec des fonds privés. Elle a pour actionnaires principaux, Mr ISSAD REBRAB et ses fils. Le siège social de Cevital est fixé au nouveau quai, arrière port de Bejaia. Le graphe suivant représente les différentes étapes de la création du groupe ainsi que les entreprises qui le constituent :

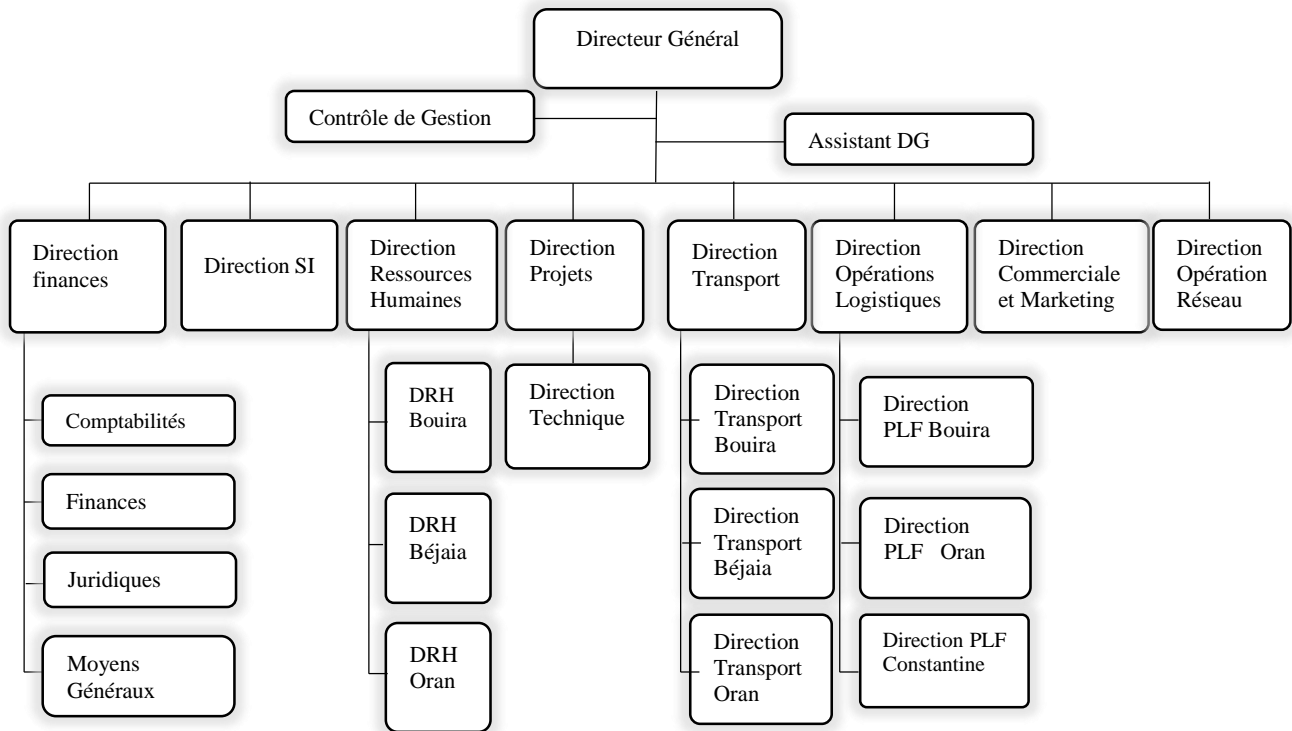


- Présentation de l'organisme du groupe Cevital :

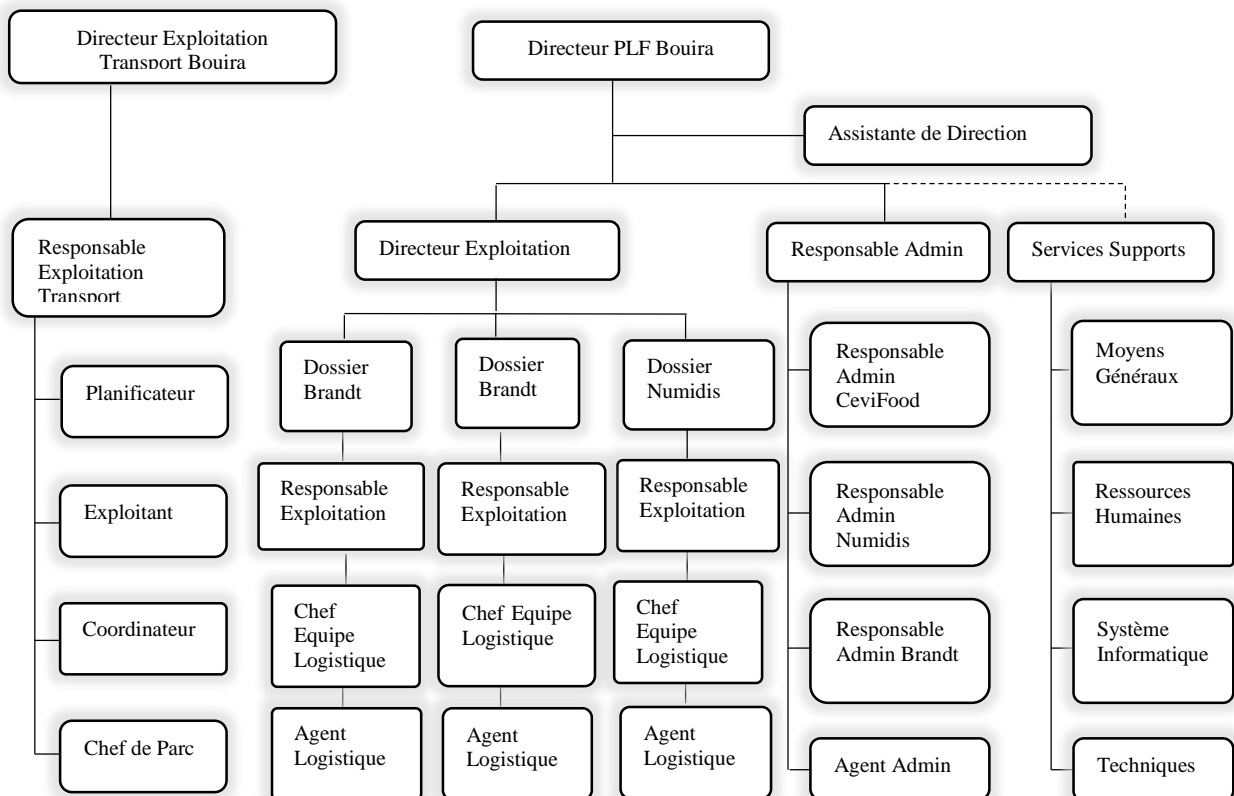


Annexe 2 : L'organisation de Numilog

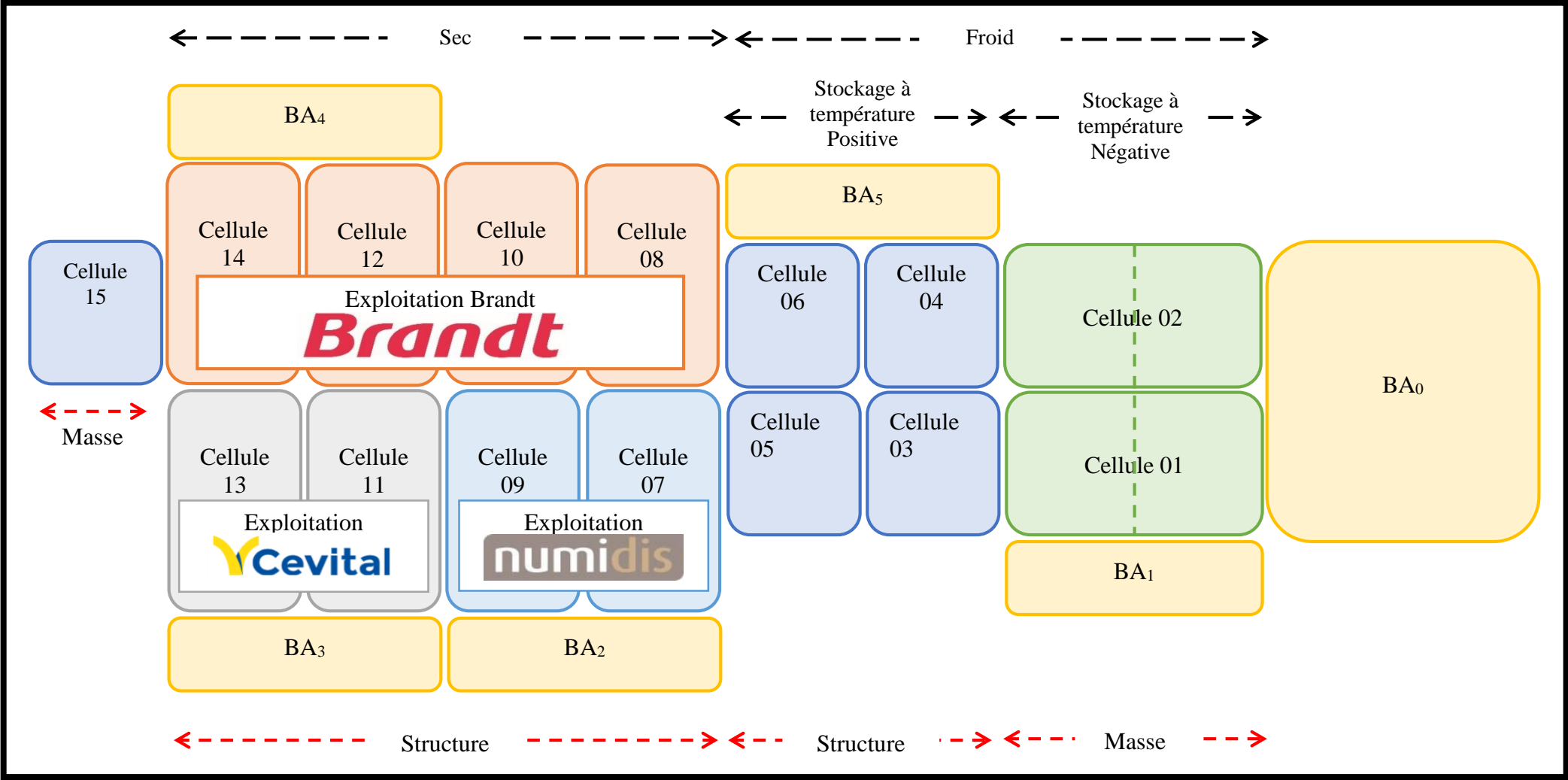
- Organigramme de l'entreprise Numilog



- Organigramme de la PFL Bouira :



Annexe 3 : Maquette des activités de la PFL Bouira



Annexe 4 : Interview

1. Pouvez-vous nous présenter brièvement votre entreprise ?
2. Pouvez-vous nous présenter les segments de vos clients ?
3. Pouvez-vous nous expliquer les contraintes auxquelles votre entreprise soumet en logistique ?
4. Qu'est-ce qui différencie votre secteur en terme de logistique ?
5. Que proposez-vous à vos clients pour vous différencier en terme de service ?
6. Qu'attendez-vous de cette prestation ?
7. À quels résultats jugerez-vous que cette prestation vous a satisfait ?
8. Pouvez-vous nous donner des exemples sur des problèmes auxquels votre entreprise a fait face et dont la logistique externalisée est en partie responsable ?
9. Pouvez-vous formuler vos besoins et vos exigences par rapport à la PFL Bouira ?
10. Quelles suggestions pouvez-vous faire à la PFL ? Par exemple, à quel processus doivent-ils faire plus d'attention ? Quelles solutions peuvent-ils mettre en œuvre ?
11. Pouvez-vous nous explicitez vos besoins récents ?
12. Parmi les attentes que vous avez mentionnées, quelles sont les plus importantes pour vous ?
13. Voyez-vous des faiblesses au niveau de l'organisation de la PFL ?
14. Avez-vous des exigences par rapport au service de la PFL ?
15. Avez-vous des recommandations à faire pour la PFL ?

Annexe 5 : Application la méthode AHP sur les CTQ

- Matrice de comparaison des paires (Matrice de jugement)

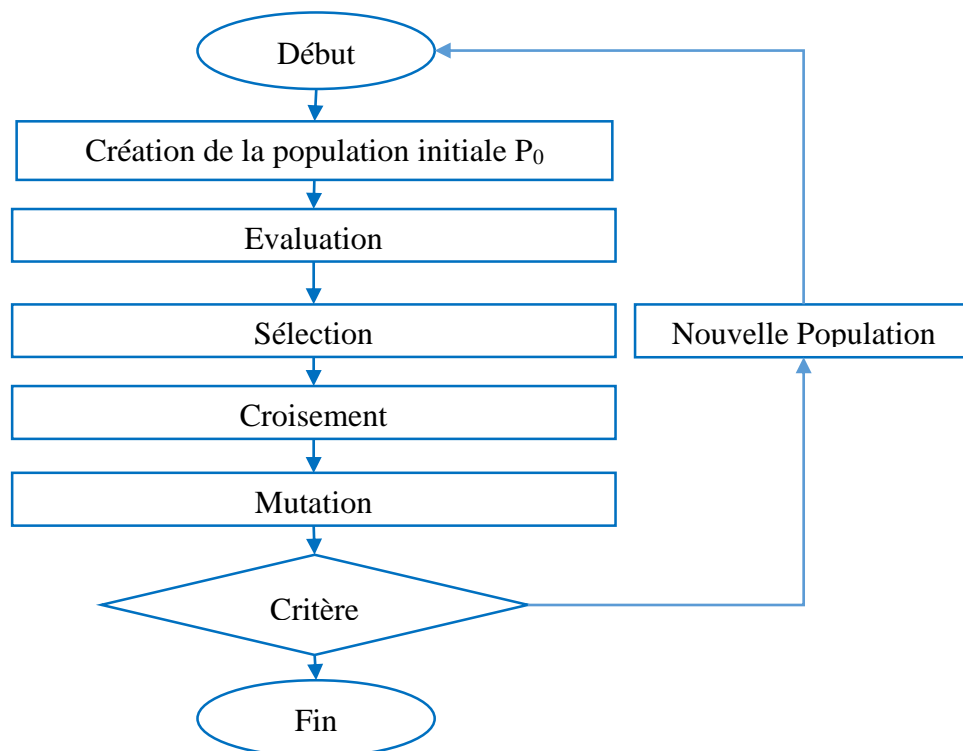
Comparaison des paires	qualité des livraisons	traçabilité et l'information clients de client	l'organisation de stock	Fiabilité de l'inventaire	Optimisation de transport
qualité des livraisons	1	7	9	6	9
traçabilité et l'information clients de client	1/7	1	3	1/2	2
l'organisation de stock	1/9	1/3	1	1/4	1/2
Fiabilité de l'inventaire	1/6	2	4	1	4
Optimisation de transport	1/9	½	2	1/4	1

Annexe 6 : L'échelle de comparaison de Saaty + Algorithme Génétique

- L'échelle de comparaison de Saaty

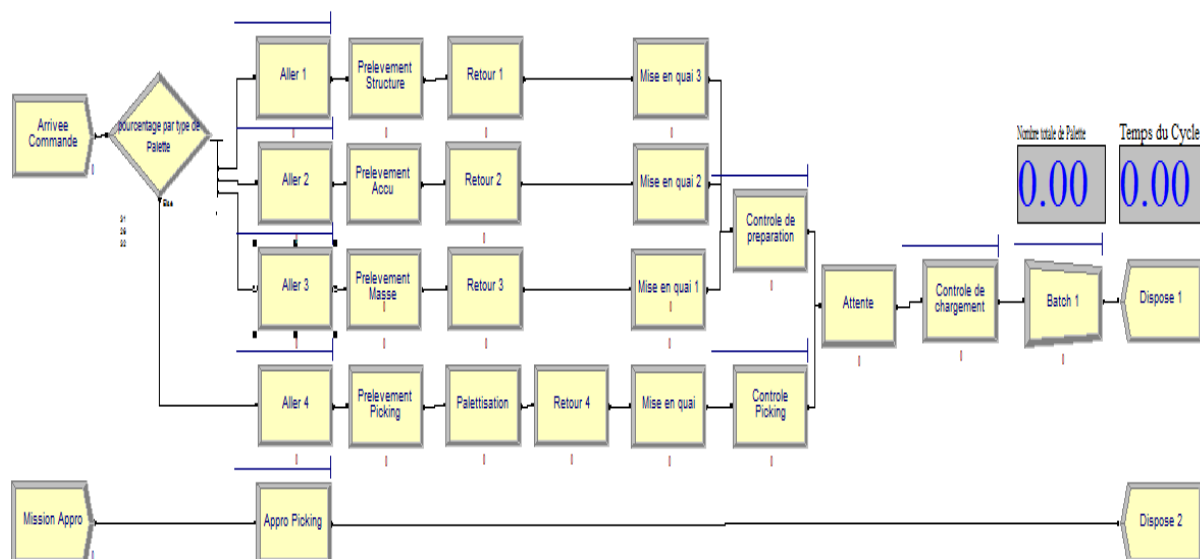
Degré d'importance	Explication
1	Les deux éléments ont la même importance. Ils contribuent donc autant à la propriété.
3	Un élément est un peu plus important que l'autre. L'expérience et l'appréciation favorisent légèrement un élément sur un autre
5	Un élément est plus important que l'autre. L'expérience et l'appréciation favorisent fortement un élément sur un autre.
7	Un élément est beaucoup plus important que l'autre. Un élément est fortement favorisé et sa dominance est attestée dans la pratique.
9	Un élément est absolument plus important que l'autre. Les preuves favorisant un élément par rapport à un autre sont aussi convaincantes que possible.
2, 4, 6, 8	Valeurs intermédiaires entre deux appréciations voisines. Un compromis est nécessaire entre deux appréciations.

- Principe de l'Algorithme Génétique




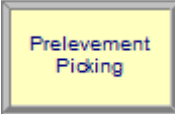
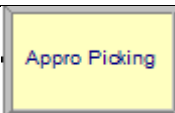
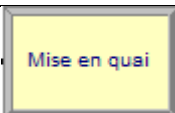

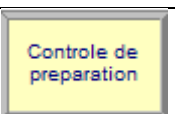
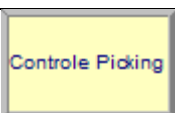
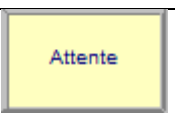
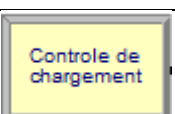
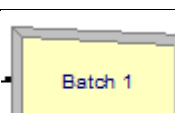


Annexe 7 : Modèle de simulation du système initial

- Conception du modèle de simulation du Système initial



- Paramètre de la simulation Arena du système Initial

Process	Description	Paramètres	ressources
	Lancement de la commande fictive.	Entity type : Palette Entities per Arrival : 76 Max Arrivals : 1	None
	Lancement des mission d'approvisionnements de poste picking.	Entity type: Appro Entities per Arrival: 9 Max Arrivals : 1	None
	Répartition des missions de prélèvement selon le type de stockage.	31% prélèvement Structure 26% prélèvement Accumu 32% prélèvement Masse 11% prélèvement Picking	None
	Déplacement à vide vers la zone de prélèvement	Action: Seize Delay Delay type: Uniform[15s,25s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Un Cariste selon type de prélèvement
	Déplacement vers la zone de contrôle en apportant les UM	Action: Seize Delay Delay type: Uniform[20s,35s] Priority: Medium Allocation : Value Added	
	Prélèvement des palettes de type de stockage Structure.	Action: Delay Delay type: Uniform[15s,20s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste structure
	Prélèvement des palettes de type de stockage Accumulation.	Action: Delay Delay type: Uniform[12s,18s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste Accumulation

	Prélèvement des produits de type de stockage de masse	Action: Delay Delay type: Uniform[13s,21s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste masse
	Prélèvement des articles en détails DPP.	Action: Delay Delay type: Uniform [3.32m,3.75m] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste Picking
	Approvisionnement de poste Picking.	Action: Seize Delay Release Delay type: Uniform[75s,87s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste Appro
	Mise en quai les UM transférées. Il y en 5 process de ce type.	Action: Delay Release Delay type: Uniform[03s,07s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Un Cariste après chaque prélèvement
	Filage des palettes constituées suite au Picking de détail DPP.	Action: Delay Delay type: Uniform[75s,86s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste Picking
	Contrôle des UM simples.	Action: Seize Delay Release Delay type: Uniform[07s,11s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Contrôleur de préparation
	Contrôle des palettes constituées suite au Picking de détail DPP.	Action: Seize Delay Release Delay type: Uniform[15s,21s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Contrôleur de préparation
	Attente entre les deux contrôles.	Action: Delay Delay type: Uniform[05s,10s] Priority: Medium Allocation : Non-Value Added	None
	Contrôle de chargement des UM.	Action: Seize Delay Release Delay type: Uniform[07s,11s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Contrôleur de chargement
	Ce process a pour but l'allotissement des UM pour constituer une commande. Les résultats de la simulation seront afficher en fonction de la commande fictive grâce à cet allotissement.	Batch Size : 76 Rule: Any entity Type : Permanent Save Criterion: Last Representative Entity Type: Commande	None
	Disposition de nombre d'UM préparées et la commande fictive au fin de compilation du système.	Record Entity Statistics	None
	Disposition de nombre de mission d'approvisionnement déclencher par le système.	None	None

Annexe 8: Présentation de l'application développée.

- Les menus principaux :



Figure 2: Menu Principal



Figure 3 : Menu Pôle administratif



Figure 1 : Menu pôle exploitation

- Présentation de quelques Formulaires :

Référence de produit	Quantité
BAC40F6T	12
BAC43F6B	8
BFC560YNX	13
BAC49F6B	24
BAC49U6S	6
TI112B	19
BAC43F6S	5
BFC647MJCY	32

Figure 6 : Formulaire d'intégration des commandes

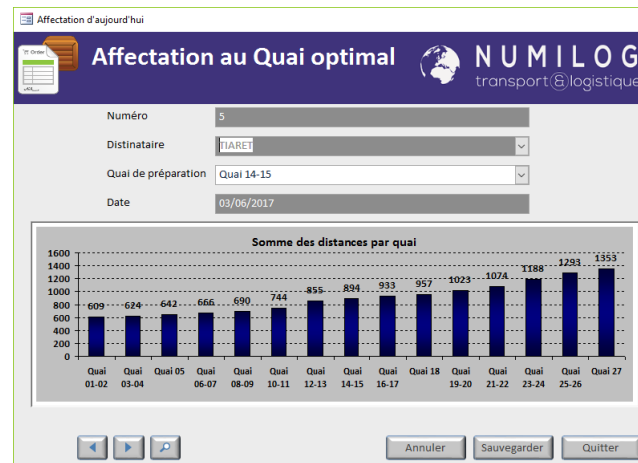
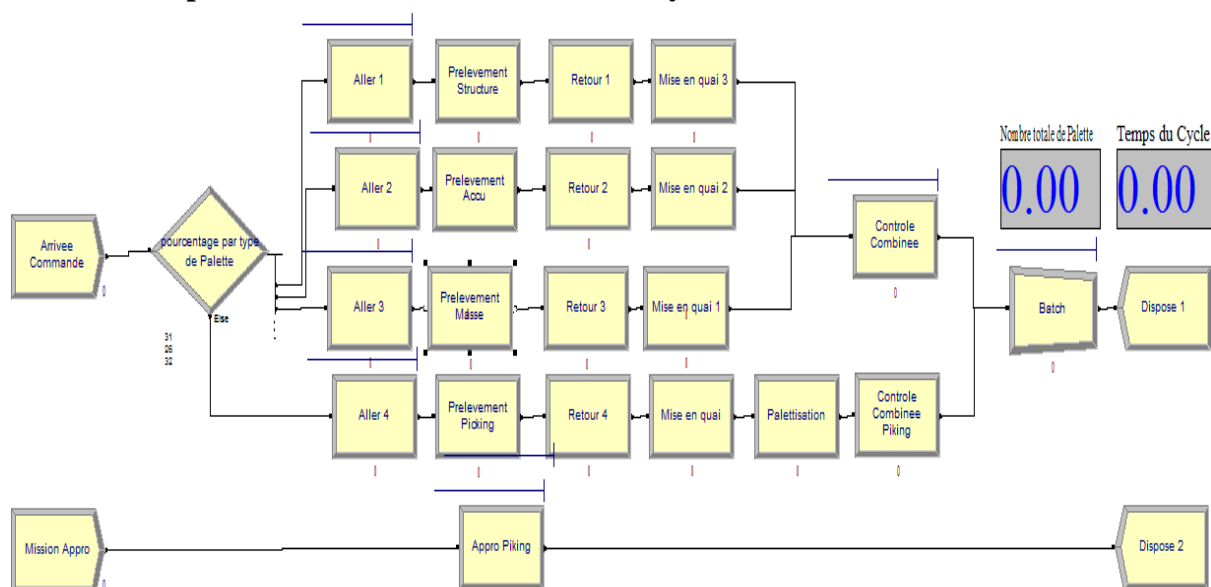


Figure 5: Formulaire de choix de quai optimal

Figure 4: Formulaire D'ajout de nouvelle référence


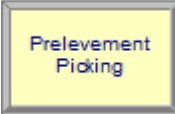
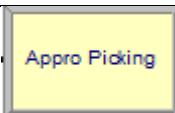
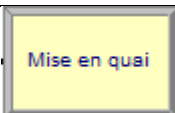

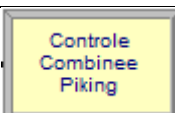
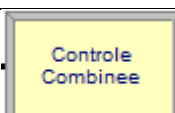
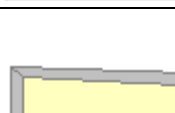
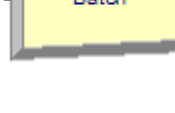

Annexe 9 : Modèle de simulation du système amélioré

- Conception du modèle de simulation du Système initial



- Paramètre de simulation du système amélioré

Process	Description	Paramètres	ressources
	Lancement de la commande fictive.	Entity type : Palette Entities per Arrival : 76 Max Arrivals : 1	None
	Lancement des mission d'approvisionnements de poste picking.	Entity type: Appro Entities per Arrival: 6 Max Arrivals : 1	None
	Répartition des missions de prélèvement selon le type de stockage.	31% prélèvement Structure 26% prélèvement Accumulation 32% prélèvement Masse 11% prélèvement Picking	None
	Déplacement à vide vers la zone de prélèvement	Action: Seize Delay Delay type: Uniform[12s,19s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Un Cariste selon type de prélèvement
	Déplacement vers la zone de contrôle en apportant les UM	Action: Seize Delay Delay type: Uniform[15,5 s,27 s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Un Cariste selon type de prélèvement
	Prélèvement des palettes de type de stockage Structure.	Action: Delay Delay type: Uniform[15s,20s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste structure
	Prélèvement des palettes de type de stockage Accumulation.	Action: Delay Delay type: Uniform[12s,18s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste Accumulation

	Prélèvement des produits de type de stockage de masse	Action: Delay Delay type: Uniform[13s,21s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste masse
	Prélèvement des articles en détails DPP.	Action: Delay Delay type: Uniform [3.32m,3.75m] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste Picking
	Approvisionnement de poste Picking.	Action: Seize Delay Release Delay type: Uniform[50 s,70 s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Cariste Accumulation
	Mise en quai les UM transférées. Il y en 5 process de ce type.	Action: Delay Release Delay type: Uniform[03s,07s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Un Cariste après chaque prélèvement
	Filage des palettes constituées suite au Picking de détail DPP.	Action: Delay Delay type: Uniform[75s,86s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Contrôleur de préparation
	Contrôle des UM simples.	Action: Seize Delay Release Delay type: Uniform[10 s , 14 s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Contrôleur de préparation
	Contrôle des palettes constituées suite au Picking de détail DPP.	Action: Seize Delay Release Delay type: Uniform[18 s,24 s] Priority: Medium Allocation : Value Added	Contrôleur de préparation
	Ce process a pour but l'allotissement des UM pour constituer une commande. Les résultats de la simulation seront afficher en fonction de la commande fictive grâce à cet allotissement.	Batch Size : 76 Rule: Any entity Type : Permanent Save Criterion: Last Representative Entity Type: Commande	None
	Disposition de nombre d'UM préparées et la commande fictive au fin de compilation du système.	Record Entity Statistics	None
	Disposition de nombre de mission d'approvisionnement déclencher par le système.	None	None

Annexe 10: Algorithmme du contrôle combinée proposé

```
N : Entier // Nombre de différentes références à prélever
EAN_CTRL (N) : table de chaine de caractère // EAN de chaque référence à prélever
QTE (N) : Table d'entier // Quantité de chaque référence à prélever
EAN_QUAI : Chaine // EAN quai de préparation (affecté par le WMS)
Lire EAN_QUAI
Lire N

//Entrer des données relatives à la commande à préparer se fait par le WMS vers le PDA

Pour i allant de 1 jusqu'à N Faire
    Lire EAN_CTRL(i)
    Lire QTE(i)
Fin Pour

DEBUT
    Q : entier EAN_PREP, EAN_UM : chaine
    Pour i allant de 1 jusqu'à N Faire
        Ecrire « Scan EAN Palette/Colis »
        Lire EAN_UM(i)
        Si (EAN_UM==EAN_CTRL)
            Ecrire "Enter nombre de palettes/colis" ;
            Lire Q ;
            Si (Q== QTE(i))
                Alors Ecrire « Scan l'étiquette de quai de préparation »
                Lire EAN_PREP
                Si (EAN_PREP==EAN_QUAI(i))
                    Alors Ecrire " Préparation de commande validée)
                    Sinon Ecrire « Quai erroné »
                Finsi
            Sinon Ecrire « Quantité erronée »
            Finsi
        Sinon Ecrire « Référence Erronée »
        Finsi
    Fin pour
FIN
```

Annexe 11 : Rééquilibrage des deux équipes de préparation

Tableau 1 : Matrice de jugement de critères

Critère Critère	Productivité	Conscience professionnelle.	Initiation	travail d'équipe	Qualité de travail	contrôle visuel	Adaptabilité	Travail sous pression
Productivité	1	6	9	7	2	5	4	3
Conscience professionnelle	1/6	1	4	3	1/6	1/2	1/3	1/5
Initiation	1/9	¼	1	1/3	1/9	1/5	1/7	1/8
Relation humaine et travail d'équipe	1/7	1/3	3	1	1/7	1/3	1/4	1/6
Qualité de travail	1/2	6	9	7	1	5	4	3
contrôle visuel	1/5	2	5	3	1/5	1	1/2	¼
Adaptabilité	1/4	3	7	4	¼	2	1	1/3
Travail sous pression	1/3	5	8	6	1/3	4	3	1

Critère Opérateur	Productivité	Qualité de travail	Travail sous pression	Adaptabilité	Contrôle visuel	Conscience professionnelle	Relation humaine travail d'équipe	Initiation
X1	9	8.5	8	9	8.5	8.5	9	9
X2	9.5	9	7.5	7	9	7	9	8.5
X3	8.5	9	8.5	9	8.5	9.5	9.5	9.5
X4	8.5	9.5	9	8.5	9	8.5	7.5	9.5
X5	9.5	7.5	7	7.5	7	7.5	9	8
X6	9	8	8.5	7	7.5	7.5	8.5	9
X7	8.5	9	7	7.5	9.5	8	8.5	9.5
X8	9.5	9.5	9	8.5	9.5	8	9.5	9.5
X9	9	8.5	8.5	9	9	8.5	9	9
X10	8.5	9.5	7	9.5	9	9	9.5	9
X11	8	7.5	7.5	6.5	7	6.5	8.5	7.5
X12	7	6.5	7	6	6.5	5.5	8	8
X13	6	8	5.5	5.5	8.5	6	7	8

X14	7.5	7	7.5	6.5	7	6.5	7.5	7.5
X15	9	8	7.5	7.5	8	7	7	8.5
X16	7	7	6.5	7	7	5.5	7	6.5
X17	6.5	7	7	6.5	7.5	6.5	7	8.5
X18	6	7.5	5.5	7	7.5	6	6.5	7
X19	7	8.5	7.5	8	9	8	8.5	9
X20	8	7	6	7.5	6.5	7	7.5	6.5

Tableau 2: les évaluations des OPL

Opérateur \ Critère	Productivité	Qualité de travail	Travail sous pression	Adaptabilité	Contrôle Visual	Conscience professionnelle	Relation humaine travail d'équipe	Initiation
	X1	2.781	2.176	1.352	0.882	0.603	0.4335	0.272
X2	2.9355	2.304	1.2675	0.882	0.469	0.459	0.224	0.153
X3	2.6265	2.304	1.4365	0.931	0.603	0.4335	0.304	0.171
X4	2.6265	2.432	1.521	0.735	0.5695	0.459	0.272	0.171
X5	2.9355	1.92	1.183	0.882	0.5025	0.357	0.24	0.144
X6	2.781	2.048	1.4365	0.833	0.469	0.3825	0.24	0.162
X7	2.6265	2.304	1.183	0.833	0.5025	0.4845	0.256	0.171
X8	2.9355	2.432	1.521	0.931	0.5695	0.4845	0.256	0.171
X9	2.781	2.176	1.4365	0.882	0.603	0.459	0.272	0.162
X10	2.6265	2.432	1.183	0.931	0.6365	0.459	0.288	0.162
X11	2.472	1.92	1.2675	0.833	0.4355	0.357	0.208	0.135
X12	2.163	1.664	1.183	0.784	0.402	0.3315	0.176	0.144
X13	1.854	2.048	0.9295	0.686	0.3685	0.4335	0.192	0.144
X14	2.3175	1.792	1.2675	0.735	0.4355	0.357	0.208	0.135
X15	2.781	2.048	1.2675	0.686	0.5025	0.408	0.224	0.153
X16	2.163	1.792	1.0985	0.686	0.469	0.357	0.176	0.117
X17	2.0085	1.792	1.183	0.686	0.4355	0.3825	0.208	0.153
X18	1.854	1.92	0.9295	0.637	0.469	0.3825	0.192	0.126
X19	2.163	2.176	1.2675	0.833	0.536	0.459	0.256	0.162
X20	2.472	1.792	1.014	0.735	0.5025	0.3315	0.224	0.117

Tableau 3: Evaluations des opérateurs pondérés.

Annexe 12 : Traitement de taux de casses

/Mois Famille	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
GEM	8	9	5	7	9	10	3	6	4	6	3	6	76
REF	3	4	5	4	5	3	2	5	3	0	2	4	40
WM	1	1	3	5	4	3	4	2	4	3	2	4	36
AC	2	1	2	3	2	3	4	3	6	3	5	1	35
PEM	3	1	1	2	4	1	2	1	3	0	2	1	21
CTV	1	0	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	15
total casse	18	16	18	22	25	21	16	19	22	13	15	18	223
Volume traité réception	46522	40380	44238	48096	41935	78485	92417	67420	43171	35930	30620	55822	625036
Volume traité expédition	33077	35700	34323	39946	38345	76104	109827	69073	43868	32636	36199	52572	601670
Volume globale traité	79599	76080	78561	88042	80280	154589	202244	136493	87039	68566	66819	108394	1226706

Tableau 4 : Résultat de casse de l'exercice 2016

type de stockage	Famille	Nombre de casses	% Nombre de casses	%Nombre de casses	volume globale traité	Taux de casse	%VGT
Masse	GEM	76	34.08%	68.16%	118616	0.064%	37.95%
	REF	40	17.94%		177078	0.023%	
	WM	36	16.14%		169857	0.021%	
Rack	AC	35	15.70%	31.84%	289047	0.012%	62.05%
	PEM	21	9.42%		275234	0.008%	
	CTV	15	6.73%		196874	0.008%	
Total		223	100.00%	100.00%	1226706	0.018%	100%

Tableau 5 : Analyse de taux de casse par famille