

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de : **Master en génie industriel**



Sujet :

**Amélioration de la chaîne logistique par l'application de
la méthode DDMRP en collaboration avec plusieurs
Entreprises**

Présenté par :

- BENOUIS MOUTIA
- BLAILA DJIHENE

Encadrante : Mme DIB ZAHIRA

Co-encadrante : Mme MEGHILI NIHED

Soutenu publiquement, le **25 Novembre 2020**, devant le jury composé de :

Mme KOULOUGHLI Siham, MCA Univ. Tlemcen, Président

Mr MEKAMCHA Khalid, MCB Univ. Tlemcen, Examineur 1

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes parents, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mes sœurs Amel et Ikram et mon petit frère Amine, qui ont partagé tous les instants de ma longue formation, ainsi leur soutien moral dans les moments difficiles.

A ma nièce serine et mes neveux Siradje ,Djawad et Karam. A toute la famille.

A mon encadreur madame Dib Zahira ainsi que tous les collègues de ma promotion année 2015.

Blaila Djihene

Dédicace

Le mieux qu'il faut que je fasse est de remercier grand dieu le tout puissant auquel je me soumetts sous sa grandisse bénédiction lui qui nous a soutenu pendant tous nos travaux ainsi qu'aux difficultés auxquelles nous sommes affronté.

Je dédie ce modeste mémoire à mon père et ma mère qui m'a toujours orienté vers le bien, à mon frère Mohamed et ma sœur Rajaa

à toute la famille Benouis et Moulay , et à tous mes amis .

A mon encadreur madame Dib Zahira qui nous a vraiment aidé malgré la mauvaise situation

Enfin, je n'oublierai pas toute la promotion de l'année 2014 « ingénieur en génie industriel ».

Benouis Moutia

Remerciements

Ce travail n'est certainement pas le fruit de nos propres efforts uniquement. Il appartient donc de remercier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à le réaliser.

Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir gardés en bonne santé pour mener à bien ce projet de fin d'études.

Nous sommes extrêmement sensibles à l'honneur que me fait Madame Dib Zahira, d'avoir accepté de nos encadrés avec une grande disponibilité. Sa confiance, ses encouragements, son support et la passion de son travail ont été très stimulants. Merci milles fois pour le temps que vous nous avez consacré.

Nous remercions également madame Meghili Nihad.

Nous remercions mes membres de jury Madame Koloughli Sihem et monsieur Mekamcha Khalid qui ont pris de leur temps pour examiner et juger ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à tous les enseignants de département génie électrique et électronique et plus particulièrement les enseignants du génie industriel .

*

Sommaire

DEDICACE	
REMERCIEMENTS	
SOMMAIRE	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES FIGURES	
INTRODUCTION GENERALE	1
<i><u>Chapitre 01 : Concept de la Chaîne logistique SC et sa planification SCM</u></i>	
Introduction	3
I.1. Aperçu sur l’historique de La logistique	3
I.2. La chaîne logistique (supply Chain)	4
I.2.1. Définition de la Supply Chain	4
I.2.2. Les flux d’une chaîne logistique	5
I.3 La gestion de la chaîne logistique (GCL) ou la supply Chain management(SCM)	6
I.3.1. Définition de la SCM	7
I.3.2. Portée de concept	7
I.3.3. La gestion des flux	8
Conclusion	9
<i><u>Chapitre 02 : La planification d’une chaîne logistique avant DDMRP</u></i>	
Introduction	10
II.1 Définition de la planification	10
II.2 Quelques méthodes de planification	11
II.2.1 MRP et le MRP II	11
II.2.2 LEAN	12
II.2.3 KANBAN	15
II.3 L’évolution du marché et la planification	21
II.3.1 La planification et la progression du marché	21
II.3.2 L’Industrie 4.0 et les aspects technologiques	21
Conclusion	22
<i><u>Chapitre 03 : La méthode DDMRP</u></i>	
III. Introduction :	23

III.1 Définition du DDMRP	23
III.1.1. Pourquoi la DDMRP ?	23
III.1.2 Deux points de stocks universels	23
III.1.3 Les sources de variabilités	24
III.1.4 « BULLWHIPEFFECT » DANS NOS SUPPLYCHAINS	24
III.2 Trois secteurs clés pour appliquer la DDMRP	25
III.3 Les étapes d’application de la méthode DDMRP	26
III.3.1 Positionnement stratégique des stocks	26
III.3.2 Détermination des profils des buffers	27
III.3.3 Ajustement dynamique	31
III.3.3.1 L’ajustement recalculé	32
III.3.3.2 L’ajustement planifié	32
III.3.3.3 L’ajustement manuel	32
III.3.4 Planification pilotée par la demande	33
III.3.5 Exécution collaborative et visible	37
III.4. DDMRP et la caractérisation de la chaine de production	38
III.5 État de l’art	38
III.6 Conclusion	39
<i>CHAPITRE 4 : Méthodologie de recherche</i>	
IV.1. Introduction et problématique	40
IV.2. Objectif	40
IV.3. Définition des variables	40
IV.4. Matériel et méthode	41
IV.5. Résultat et discussion	41
IV.4. Le rôle de la recherche	41
IV.5. Conclusion	42
<i>Chapitre 05 : Apport scientifique</i>	
V. Introduction	43
V.1. La collaboration avec l’entreprise SIDI SAADA de camembert	43
V.1.1. Présentation de l’unité laitière Sidi Saada de Relizane	43
V.1.1. Méthodes et procédés utilisés	44
V.1.1.1. La standardisation du lait	44
V.1.1.2. La production de camembert	45

V.1.1.2.1. Préparation du lait	45
V.1.1.2.2. Standardisations	45
V.1.1.2.3. Pasteurisations	45
V.1.1.2.5. Coagulation	45
V.1.1.2.6. Tranchage	46
V.1.1.2.7. Synérèse	46
V.1.1.2.8. Soutirage	47
V.1.1.2.9. Moulage	47
V.1.1.2.10. Retournements	47
V.1.1.2.11. Egouttage	48
V.1.1.2.12. Démoulage	48
V.1.1.2.13. Salage	48
V.1.1.2.14. Ressuages	49
V.1.1.2.15. Affinage	49
V.1.1.2.16. Conditionnement et stockage	49
V.1.2. Modélisation du système sous le logiciel Arena	51
V.1.2.1. Les entrées et des hypothèses	51
V.1.2.1.1. Les entrées	51
V.1.2.1.2. Les hypothèses	51
V.1.2.2. La modélisation du système sans DDMRP	52
V.1.2.2.1. Modélisation la ligne de production de SIDI SAADA	52
V.1.2.2.2. Modélisation de la boucle de changement de moule de SIDI SAADA	53
V.1.2.2.3. Modélisation de la boucle de demande des clients de SIDI SAADA	54
V.1.2.3. La Modélisation du système de SIDI SAADA avec la DDMRP	54
V.1.2.3.1. Positionnement stratégique des buffers	55
V.1.2.3.2. Détermination des profils des buffers	55
V.1.2.3.3. Le système avec la DDMRP	56
V.1.2.3.3.a. La modélisation de la ligne de production	59
V.1.2.3.3.b. La modélisation des buffers	61
V.1.2.3.3.c. Les indicateurs de performances	61
V.1.2.3.4. L'ajustement dynamique	62
V.1.2.3.5. Planification pilotée par la demande	63

V.1.2.3.6. Exécution collaborative et visible	65
V.1.3. Expérience, résultats et interprétation	66
V.1.3.1. Plan d'expérience	66
V.1.3.2. Expérimentation et interprétation	67
V.1.3.2.1. 1ère expérience : résultats et interprétation	67
V.1.3.2.2. 2ème expérience : résultats et interprétation	70
V.1.3.2.3. 3ème expérience : résultats et interprétation	73
V.2. La collaboration avec l'entreprise l'exquise des boissons gazeuses	76
V.2.1. Schéma de système de production de l'exquise	76
V.2.2. Modélisation du système	76
V.2.2.1.1. Les entrées	76
V.2.2.1.2. Les hypothèses	76
V.2.2.2. La modélisation du système sans DDMRP	77
V.2.2.3. La modélisation du système avec DDMRP	79
V.2.2.3.1. Positionnement stratégique des buffers	81
V.2.2.3.2. Détermination des profits des buffers	81
V.2.2.3.3. L'ajustement dynamique	84
V.2.2.3.4. Planification piloté par la demande	84
V.2.2.3.5. Exécution collaborative et visible	84
V.2.3. Expérience, résultats et interprétation	84
V.2.3.1. 1ère expérience : résultats et interprétation	84
V.2.3.2. 2ème expérience : résultats et interprétation	87
V.2.3.3. 3ème expérience : résultats et interprétation	90
V.3. Interprétation	93
V.4. Conclusion	93
CONCLUSION GENERAL	95
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXE A	
ANNEXE B	
ANNEXE C	

Liste des tableaux

Tableaux II-1 : La signification de l'abréviation VUCA

Tableau III-1 : Fonctions et formules de calcul des trois zones d'un buffer

Tableau III- 2 : Calcul de la zone rouge

Tableau V-1 : Les plans d'expériences.

Tableau V-2 : Indicateur de satisfaction client (1ère expérience de SIDI SAADA).

Tableau V-3 : Indicateurs stock (1ère expérience de SIDI SAADA).

Tableau V-4 : Indicateurs délais (1ère expérience de SIDI SAADA).

Tableau V-5 : Indicateur de satisfaction client (2ème expérience de SIDI SAADA).

Tableau V-6 : indicateur de stock (2ème expérience de SIDI SAADA).

Tableau V-7 : indicateurs délais (2ème expérience de SIDI SAADA)

Tableau V-8 : indicateur de satisfaction client (3ème expérience de SIDI SAADA)

Tableau V-9 : indicateur de stock (3ème expérience de SIDI SAADA)

Tableau V-10 : indicateurs délais (3ème expérience de SIDI SAADA)

Tableau V-11 : Indicateur de satisfaction client (1ère expérience de L'exquise).

Tableau V-12 : Indicateurs stock (1ère expérience de L'exquise).

Tableau V-13 : Indicateurs délais (1ère expérience de L'exquise).

Tableau V-14 : Indicateur de satisfaction client (2ème expérience de L'exquise).

Tableau V-15 : indicateur de stock (2ème expérience de L'exquise).

Tableau V-16 : indicateurs délais (2ème expérience de L'exquise)

Tableau V-17 : indicateur de satisfaction client (3ème expérience de L'exquise)

Tableau V-18 : indicateur de stock (3ème expérience de L'exquise)

Tableau V-19 : indicateurs délais (3ème expérience de L'exquise)

Liste des figures

Figure I.1 : Représentation d'une chaîne logistique

Figure I-2 : Modélisation des flux d'une chaîne logistique

Figure I-3 : Représentation de la supply Chain management

Figure II.1 : Du TPS au Lean

Figure II-2 : La maison Toyota (Toyota production system)

Figure II-3 : Le système KANBAN

Figure II-4 : Carte KANBAN

Figure III-1 : Les risques liés à la chaîne logistique

Figure III-2 : les deux stocks universels

Figure III-3 : Les sources de variabilités

Figure III-4 : trois secteurs clés pour appliquer la DDMRP

Figure III-5 : les étapes de DDMRP

Figure III- 6 : Les zones de buffers

Figure III-7 : Les catégories d'articles en DDMRP

Figure III-8 : équation de flux

Figure III-9 : Les alertes de DDMRP

Figure V-1 : Diagramme de standardisation du lait.

Figure V-2 : les tanks de maturation

Figure V-3 : l'étape de coagulation du lait

Figure V-4 : Découpage en cube

Figure V-5 : Soutirage

Figure V-6 : _moulage

Figure V-7 : l'étape de retournement

Figure V-8 : l'étape de l'égouttage

Figure V-9 : schéma général de fabrication de fromage à pâte molle « camembert »

Figure V-10 : Modèle de simulation de la ligne de production du camembert Sidi Saada.

Figure V-11 : capture d'écran de la boucle de changement de moule

Figure V-12 : capture d'écran de la boucle des demandes clients.

Figure V-13 : Positionnement stratégique des buffers à partir de la nomenclature.

Figure V-14 : capture d'écran de modélisation Arena avec la méthode DDMRP.

Figure V-15 : Capture d'écran de la ligne de production sur Arena

Figure V-16 : Capture d'écran présente la boucle de vérification des OF

Figure V-17 : Capture d'écran présente la vérification du type.

Figure V-18 : Capture d'écran présente la boucle de stockage

Figure V-20 : Les indicateurs de performances

Figure V-21 : Capture d'écran de calcul de pic de demande, l'horizon pic, la demande et la demande qualifié.

Figure V-22 : Capture d'écran de calcul de l'équation de flux

Figure V-23 : Capture d'écran de calculs des encours

Figure V-24 : Capture d'écran de calcul des OF leur pourcentage.

Figure V-25 : Capture d'écran d'une boucle de calcul des priorités des ordres.

Figure V-26 : Résultat de 1ère expérience de l'entreprise SIDI SAADA sans DDMRP

Figure V-27 : Résultats 1ère expérience de l'entreprise SIDI SAADA avec DDMRP

Figure V-28 : Résultats 2ème expérience de l'entreprise SIDI SAADA sans DDMRP

Figure V-29 : Résultats 2ème expérience de l'entreprise SIDI SAADA avec DDMRP

Figure V-30 : Résultats 3ème expérience de l'entreprise SIDI SAADA sans DDMRP.

Figure V-31 : Résultats 3ème expérience de l'entreprise SIDI SAADA avec DDMRP.

Figure V-32 : Schéma de processus de fabrication des boissons gazeuses de l'exquise

Figure V-33 : Capture d'écran de la ligne de production l'exquise

Figure V-34 : Capture d'écran de la boucle de changement de moule de l'exquise

Figure V-35 : La boucle de changement de moule de l'exquise

Figure V-36 : Capture d'écran de la boucle des demandes clients de l'exquise

Figure V-37 : Capture d'écran de la modélisation de la chaîne de production de l'exquise avec la DDMRP

Figure V-38 : Positionnement des Buffers dans le système de production de l'exquise

Figure V-39 : Résultats de la première expérience de l'entreprise L'exquise sans DDMRP

Figure V-40 : Résultats de la première expérience de l'entreprise L'exquise avec DDMRP

Figure V-41 : Résultats de la deuxième expérience de l'entreprise L'exquise sans DDMRP

Figure V-42 : Résultats de la deuxième expérience de l'entreprise L'exquise avec DDMRP

Figure V-43 : Résultats de la troisième expérience de l'entreprise L'exquise sans DDMRP

Figure V-44 : Résultats de la troisième expérience de l'entreprise L'exquise avec DDMRP

Figure A.1 : Les combinaisons possibles des buffers

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATION

SC Supply Chain

SCM Supply Chain management

GCL Gestion de la chaîne logistique

MRP Material Requirements Planning

MRPII Manufacturing Resource Planning

ERP Enterprise Resource Planning

TPS Toyota production system

DDMRP Demand Driven Material Requirement Planning

LTM Lead-Time Managed.

OF Order de fabrication

FLT Facteur lead time

FV Facteur de variabilité

LT Lead time

TOV Top de la zone vert

TOJ Top de la zone rouge

TOJ Top de la zone jaune

SED Simulation à Évènement Discret

CMJ Consommation moyen journalière

ADU Avrage daily usage

Résumé :

Vu le changement des marchés et la fluctuation des demandes a l'industrie il est nécessaire de planifier les chaines logistiques des entreprises par plusieurs méthodes de planifications pour bien gérer ces chaines, entretemps les résultats non pas été bien satisfaisantes a causes des problèmes très gênants, que provoque de créer une nouvelle méthode compatible pour toute les entreprises afin de régler ces dilemmes, Demand Driven Material Requirement (DDMRP) a écrasé toutes ces méthodes et ces applications surtout au niveau de demandes et de stock et a su équilibrer entre eux avec des conditions et des étapes a suivre pour l'appliquer , dans ce projet nous allons décrire DDMRP dont son but d'identifier plusieurs facteurs clés en fonction des délais et des priorité, nous avons mis une introduction avec une définition de la méthode après nous avons décrits ces étapes et on a fait des collaborations avec l'entreprise SIDI SAADA et l'entreprise L'exquise pour montrer son efficacité et enfin on a simulé cette méthode sur le logiciel Arena pour comparer les résultats avant et après l'application de la méthode .

Les mots clés : Planification, Production, Stock, Approvisionnement, DDMRP, La chaine logistique, Flux.

Abstract:

Due to the changing markets and the fluctuating demands of the industry it is necessary to plan the supply chains of the companies through different planning methods in order to manage them well. In the meantime the results have not been satisfactory and this has caused many problems, which has created a new method compatible for all the companies to solve these dilemmas, Demand Driven Material Requirement (DDMRP) has overwhelmed all these methods and applications especially at the level of demand and stock and has balanced between them with conditions and steps to follow to apply it, In this project we are going to describe DDMRP whose goal is to identify several key factors according to deadlines and priorities, we have put an introduction with a definition of the method after we have described these steps and we have made a collaboration with the company SIDI SAADA to show its effectiveness and we finally we have simulated this method on the software Arena to compare the results before and after the application of the method.

The keywords: Planning, Production, Stock, Supply, DDMRP, The logistics chain, Flow.

ملخص

النظر إلى تغير السوق وتقلب الطلب على الصناعة ، من الضروري تخطيط السلاسل اللوجستية للشركات من خلال عدة طرق للتخطيط لإدارة هذه السلاسل بشكل جيد ، وفي الوقت نفسه لم تكن النتائج مرضية للغاية بسبب المشاكل المزعجة للغاية ، يؤدي إلى إنشاء طريقة جديدة متوافقة مع جميع الشركات من أجل حل هذه المعضلات ، فإن متطلبات المواد المدفوعة بالطلب (DDMRP) يجب أن تسحق كل هذه الأساليب وهذه التطبيقات خاصة على مستوى الطلبات والمخزون وتمكنت من موازنة ذلك مع الشروط والخطوات التي يجب اتباعها لتطبيقه ، في هذا المشروع سوف نصف DDMRP التي تهدف إلى تحديد عدة عوامل رئيسية وفقاً للمواعيد النهائية والأولويات ، وقد وضعنا مقدمة مع تعريف الطريقة بعد أن وصفنا هذه خطوات وتعاوننا مع شركة سيدي سعادة لإظهار كفاءتها وانتهى بنا المطاف بمحاكاة هذه الطريقة برنامج Arena لمقارنة النتائج قبل وبعد تطبيق الطريقة.

الكلمات المفتاحية: التخطيط، الإنتاج، المخزون، التوريد، تخطيط متطلبات المواد المدفوعة بالطلب، السلسلة اللوجستية، التدفق.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE :

La planification des chaînes logistiques est devenue un problème incontournable, vu la fluctuation des demandes, la concurrence entre les marchés et la satisfaction des clients. Le but principal de notre travail est de trouver un compromis entre différents objectifs dont les délais de livraison, la réduction du délai tout en réduisant les coûts de vente de marchandises

Pour gérer les flux physiques ou économiques, de nombreuses méthodes ont été connues.

La planification des ressources manufacturières (MRPII) est la plus répandue. Les politiques de flux tirés (la production dépend de la consommation réelle, de la demande réelle) sont aussi.

Une autre méthode récente et prometteuse qui est une planification des besoins en matériaux en fonction de la demande (DDMRP) qui est une méthode qui a donné de très bons résultats ces dernières années, Ptack et Smith ont expliqué cette méthode par : *Travailler à la prévision a été comparé à la conduite d'une voiture en regardant le rétroviseur. Cependant, aujourd'hui, la route est une route de montagne tordue dans un brouillard dense et les pénalités pour l'erreur sont importantes [23]*

Le DDMRP est une méthodologie de planification et d'exécution de "l'approvisionnement". Les principales originalités se trouvent dans la mémoire tampon stratégique du DDMRP (le positionnement, le dimensionnement et le réapprovisionnement de l'exécution politiques) afin que les différentes sources de variabilité (l'offre, l'exploitation, la demande et la gestion) peuvent être gérées. Par conséquent, on dit que le DDMRP combine au mieux les pratiques du MRPII, Wallace (1984), Lean, Ohno (1987), Théorie des contraintes (TOC), Goldratt (1990), Distribution Planification des ressources, Martin (1985), 6 sigma, Deming (1993) et quelques innovations. Mais il n'y a pas de comparaison pour démontrer objectivement les différences entre la gestion des flux avec le DDMRP ou le MRPII et autres tirages des méthodes telles que le Kanban, Ohno (1982) le ConWIP, ou Spearman (1990).

Notre document se concentre sur la DDMRP, l'analyse de scénarios sur un célèbre universitaire étude de cas. Et enfin une analyse documentaire est utilisée pour identifier les contributions du DDMRP qui sont discutées sur l'étude de cas.

Alors nous avons déterminé en premier lieu l'entreprise où on a fait notre collaboration ensuite on a simulé son processus de fabrication avec le logiciel Arena, après nous

avons eu des résultats que on les a comparé avec les résultats sans DDMRP et enfin on a mis une conclusion qui se base sur la démonstration de l'importance de la méthode.

Alors notre mémoire sera présenté en Cinq chapitres :

Dans le premier chapitre, nous avons présenté d'une manière générale la supply chaine et la supply Chain management parle aussi de la logistique de la SC.

Dans le deuxième chapitre, nous allons définir la planification et de certaines de ces méthodes utilisés pour le SCM.

Dans le troisième chapitre, nous allons parler sur la méthode DDMRP et ses étapes en détails.

Le quatrième chapitre, sera consacré pour la recherche effectuée,

Le cinquième chapitre est destiné à la discussion et l'analyse des résultats obtenus.

CHAPITRE 01

Concept de la Chaîne logistique SC

Et sa planification SCM

I. Introduction :

Dans les entreprises manufacturières, la gestion des capacités et des ressources au-delà des frontières de l'entreprise devient de plus en plus importante et devrait constituer un élément important de la stratégie de fabrication. Cela suppose toutefois que les entreprises intègrent leurs réseaux de production et de distribution, d'une part les ressources d'une entreprise individuelle et d'autre part avoir des réponses à ces nouvelles exigences, les entreprises se sont interrogées à une vision supply Chain qui a procuré aux entreprises de nouveaux éléments générateurs de progrès, que nous décrivons dans ce chapitre.

I.1. Aperçu sur l'histoire de La logistique :

Le terme « logistique » qui vient d'un mot grecque *logistikos* qui signifie l'art du raisonnement et du calcul [30], elle est apparue en premier lieu dans un contexte militaire qui concernait tout ce qui est nécessaire (physiquement) à l'application sur le terrain des décisions stratégiques et tactiques. Ensuite la logistique est entrée dans le milieu industriel notamment, pour évoquer principalement la manutention et le transport des marchandises. Jusqu'aux années 70, la logistique n'avait que peu d'importance dans la gestion des entreprises, considérée comme une fonction secondaire. Mais elle est ensuite comprise comme un lien opérationnel entre les différentes activités de l'entreprise, assurant la cohérence et la fiabilité des flux-matières, en vue de la qualité du service aux clients tout en permettant l'optimisation des ressources et la réduction des coûts.

La logistique devient, au milieu des années 90, une fonction globalisée voire mondialisée de gestion du flux physique dans une vision complète de la chaîne Clients/Fournisseurs, et constitue véritablement une nouvelle discipline du management des entreprises. [1]

Aujourd'hui, le terme « logistique » recouvre des interprétations diverses, tel que :

L'ASLOG¹ définit la logistique comme « l'art et la manière de mettre à disposition un produit donné au bon moment, au bon endroit, au moindre coût et avec la meilleure qualité ».

Pour le CSCMP², la logistique se définit comme : « l'intégration de deux ou plusieurs activités dans le but d'élaborer des plans, de mettre en œuvre et de contrôler le flux efficace de

¹ L'ASLOG, l'Association française de la Supply Chain et de la logistique.

matières premières, de produits semi-finis et de produits finis, de leur point de vue d'origine au point de consommation. Ces activités peuvent inclure, mais sans s'y limiter, le type de service fourni aux clients, Prévision de la demande, communications liées à la distribution, le contrôle des stocks, à la manutention, au traitement des commandes et au service après-vente, pièces de rechange, les approvisionnements, emballage, traitement des marchandises retournées, négociation ou réutilisation des articles récupérables ou rebut et organisation du transport ainsi que du transport effectif des marchandises, ainsi que l'entreposage et le stockage».

I.2. la chaîne logistique (Supply Chain) :

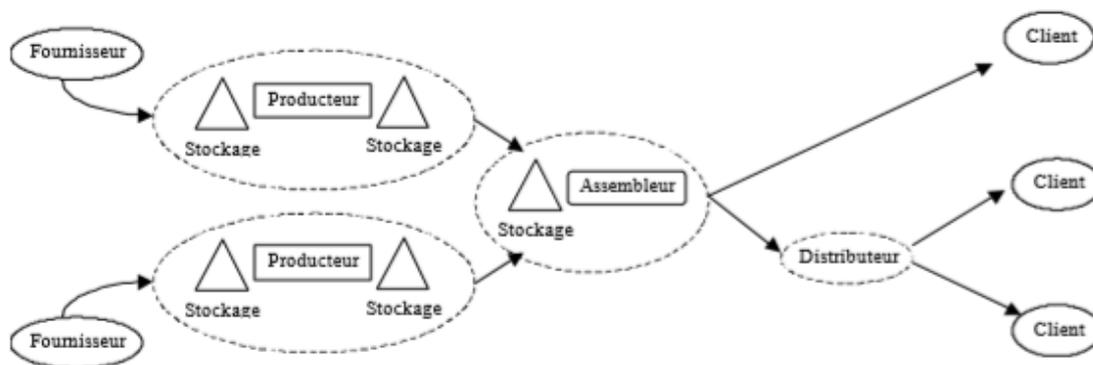


Figure I.1 : Représentation d'une chaîne logistique

I.2.1. Définition de la Supply Chain :

La chaîne logistique vient de l'anglais supply Chain comme «La suite des étapes de production et de distribution d'un produit depuis les fournisseurs des fournisseurs des producteurs, jusqu'aux clients de ses clients » (Supply Chain Council).

Afin de mieux comprendre le concept de Chaîne Logistique CL (Supply Chain SC), nous proposons d'effectuer une revue des définitions de ce terme, utilisées dans la littérature. [28] définit la chaîne logistique comme étant « englobe les processus de gestion stratégique de l'approvisionnement, des mouvements de stocks de matières, de composants et de produits finis ainsi que des flux d'informations qui y sont associés. L'organisation des canaux de ventes se fait de telle sorte que la rentabilité actuelle et future soit maximisée à travers le processus d'exécution de la commande ».

² CSCMP ,le Council of Supply Chain Management Professionals est la principale association professionnelle mondiale dédiée à l'avancement et à la diffusion de la recherche et des connaissances sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

Lummus, quant à lui, définit la chaîne logistique comme étant « le réseau d'entités par lequel le flux matériel passe. Ces entités incluent fournisseurs, transporteurs, sites d'assemblages, centres de distribution, détaillants et clients ». Une définition plus générale est celle proposée par Poirier [31] : « Une chaîne logistique est le système grâce auquel les entreprises amènent leurs produits et leurs services jusqu'à leurs clients ».

Au plus, la délégation générale à la langue française et aux langues de France a publié au Journal officiel du 14 mai 2005 la définition suivante de la chaîne logistique : « Ensemble des processus nécessaires pour fournir des produits ou des services ».

I.2.2. Les flux d'une chaîne logistique :

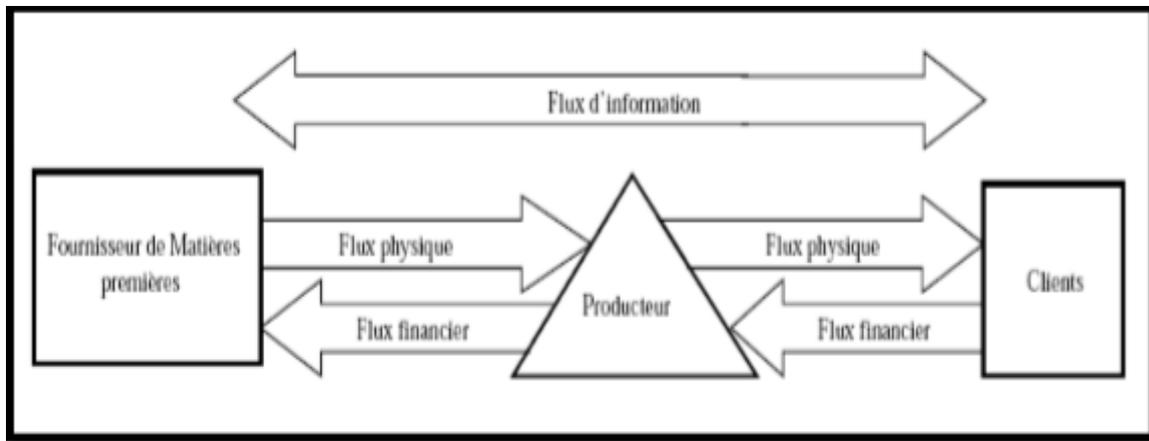


Figure I-2: Modélisation des flux d'une chaîne logistique.

On détaille ici les trois flux traversant une chaîne logistique : flux d'information, physique et financier.

Flux physique :

Appelés aussi flux de produits, le flux physique décrit les matières circulant entre les différentes parties de la chaîne logistique. Ces matériaux peuvent être des composants, des produits semi-finis, des produits finis ou des pièces de rechange. Ce flux est comme le cœur de la chaîne logistique, sans lequel il n'y aurait plus de flux. Il peut être divisé en trois étapes : production, stockage et transport. Ces activités sont généralement mises en œuvre par différents acteurs spécialisés dans chacun des domaines.

Flux d'information :

Représente l'ensemble des échanges et de transfert des informations et des données entre les différents acteurs et partenaires. Le flux d'information est bidirectionnel, qui Permet le lien entre le flux physique et financier. Les entreprises utilise généralement comme systèmes d'information « les ERP³ (Entreprise Resources Planing) et les EDI⁴ (Electronic Data Interchange) » qui permet d'assurer les échanges d'informations entre les départements d'une entreprise d'une façon rapide et en temps réels.

Flux financier :

Le flux financier concerne généralement tous les échanges de valeurs de trésorerie des entreprises : ventes de produits, achats de composants ou de matières premières, ainsi que d'outils de production, de divers équipements, Location d'entrepôts ... et bien sûr les salaires des employés. Le flux financier est géré de manière centralisée au sein de l'entreprise au sein du service financier ou comptabilité, mais parallèlement à la fonction production par les services achats et le service commercial. Ces flux sont créés avec les différentes activités auxquelles sont soumis les flux physiques, comme la production, le transport, le stockage, le recyclage, etc. Il est également utilisé comme indicateur de performance pour la bonne exécution de ces activités.

I.3.La gestion de la chaîne logistique (GCL) ou la supply Chain management(SCM) :

I.3.1.Définition de la SCM :

On appelle Supply Chain management (SCM) ou en français Gestion de la chaîne logistique (GCL) : la gestion et la planification de l'ensemble des opérations liées à la supply Chain, c'est-à-dire dès la gestion des flux circulant dans l'entreprise et entre l'entreprise et son environnement (approvisionnement, livraison, stockage, information, transactions financières...).

Autrement dit c'est gérer l'ensemble des ressources, moyens, méthodes, outils et techniques destinés à piloter le plus efficacement possible la chaîne globale

³ ERP : Le terme ERP vient de l'anglais « Enterprise Resource Planning ». ERP a été traduit en français par l'acronyme PGI (Progiciel de Gestion Intégré) et se définit comme un groupe de modules relié à une base de données unique.

⁴ EDI :est un échange ordinateur-à-ordinateur de documents commerciaux dans un format électronique standard entre les partenaires commerciaux

d'approvisionnement de la réception de la matière première ainsi de livraison d'un produit ou service jusqu'au consommateur final.

La gestion de la chaîne logistique conduit à intégrer de nombreux outils (notamment informatiques) qui couvrent des domaines variés :

- planification : MRP, Lean, JIT, DDMRP, DRP, etc.
- fabrication (OPT, CRP, Kanban, etc.).
- optimisation des stocks : méthode endogène ou exogène.
- transport, entreposage ou magasinage (Warehouse Management Systems,...).
- gestion de l'information.

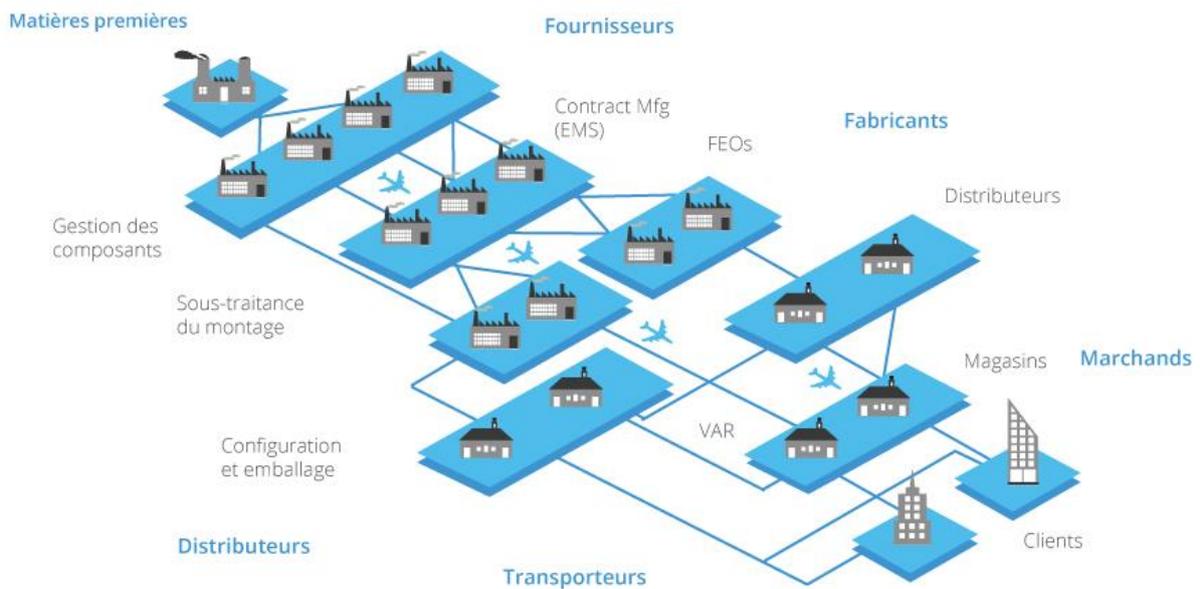


Figure I-3 : Représentation de la supply Chain management.

I.3.2 Portée du concept

En fait, il faut aller plus loin pour bien comprendre le concept ...

Supply Chain Management ne désigne pas un ensemble de produits logiciels métier destinés à faciliter la gestion de ladite chaîne, connu sous l'acronyme «SCM».

Il s'agit d'anticiper les besoins et de pouvoir fournir le bon produit, quand c'est nécessaire, tout en assurant une maîtrise optimale des coûts et de la qualité. Ce concept de gestion va bien au-delà de la simple gestion technique des flux. Il s'agit vraiment de changer les préjugés afin d'établir une coopération forte avec tous les partenaires de la chaîne dans un esprit d'avantage concurrentiel commun.

I.3.3. La gestion des flux :

Plusieurs types de flux existent, selon le mode de gestion et la méthode d'approvisionnement choisie dans le processus.

Flux poussés

Un flux est dit « poussé » lorsqu'une fois achevée l'étape n, le flux est poussé vers l'étape n+1. Dans le cas d'un flux de production, cela signifie que c'est la production qui génère la disponibilité. Disponibilité qui doit alors générer la demande. C'est par exemple le cas de produits agricoles d'une région, par nature saisonniers. La production peut difficilement être estimée avec précision d'une année sur l'autre. Une fois produite, la récolte est proposée à la vente.

Flux tirés

Le flux tiré correspond à une production amont pilotée par les besoins de l'aval ; le fournisseur vient compléter, sur demande, le besoin de son client. Dans le contexte de gestion de crise, cela correspond à la demande de réapprovisionnement faite par le consommateur en fonction de ses besoins et en respectant la marge allouée par le commandement. Ce principe prend en compte la prévision des besoins et la notion de stock de sécurité, nécessaire pour pallier une rupture ou une action non judicieuse. Cette méthode assure en théorie l'adéquation permanente du soutien au besoin réel.

Flux tendu :

Le flux tendu désigne une méthode d'optimisation de la production. Concrètement, il s'agit de réduire à zéro les stocks de matière première et de produits finis pour réduire les coûts et minimiser les délais. Issue du toyotisme, la production en flux tendu s'applique majoritairement dans l'industrie. Elle est rendue possible par un acheminement régulier des marchandises en amont et en aval de la production. Pour pratiquer le flux tendu, il faut mettre en place une coordination parfaite entre les différents acteurs, professionnels des achats, de la logistique, de la production et de la

vente. On peut produire à flux tendu de deux façons : à flux poussé, ce qui signifie que l'on produit en fonction d'un prévisionnel de ventes, ou à flux tiré, lorsqu'on ne produit que sur la base des demandes effectives. Le toyotisme a été proposé comme mode d'organisation pour la première fois chez Toyota après la Seconde Guerre mondiale, suivant la méthode dite des 5 zéros : zéro défaut, zéro délai, zéro stock, zéro panne et zéro papier. Le flux tendu a pour avantage de réduire les stocks intermédiaires et de permettre des transferts rapides d'un lieu de production sur l'autre lieu de production.

Remarque : Flux tendu= flux poussé +flux tiré

Conclusion :

Ce chapitre nous l'avons consacré à parler sur la planification de la chaîne logistique manière générale, ou nous avons discuté de la chaîne logistique en citant ses flux. En générale ce chapitre est basé sur la littérature de la planification et de la production.

CHAPITRE II

LES METHODES DE PLANIFICATION D'UNE

CHAINE

LOGISTIQUE AVANT DDMRP

CHAPITRE II : LES METHODES DE PLANIFICATION D'UNE CHAINE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

II. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons définir la planification, puis nous parlerons sur l'approche MRP MRPII ainsi que le LEAN et le KANBAN, on va donner leurs définitions et quelques notions théoriques.

II.1. Définition de la planification :

Etymologie : de planifier, venant du latin plans, plan, plat, uni.

La planification est l'action de planifier, c'est-à-dire d'organiser dans le temps une succession d'actions ou d'évènements afin de réaliser un objectif particulier ou un projet.

La planification permet de décrire [14] :

- ✓ Les objectifs recherchés
- ✓ La manière dont ils seront atteints,
- ✓ Les rôles et responsabilités des différents acteurs,
- ✓ Le calendrier,
- ✓ L'estimation des moyens à mettre en œuvre et des coûts,
- ✓ Les modalités de suivi et de contrôle.

La planification utilise un certain nombre d'outils comme :

- ✓ L'analyse multicritères,
- ✓ La prévision,
- ✓ Le budget,
- ✓ L'étude des différents scénarios entre lesquels il faut choisir,
- ✓ Les probabilités,
- ✓ L'étude des risques,
- ✓ Les solutions alternatives ou de repli. [14]

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

II.2. Quelques méthodes de planification :

II.2.1. MRP et le MRP II :

Elle a été conçue à partir de 1965 par le Dr Joseph Orlicky, américain d'origine Tchèque. Il a créé en 1970 avec Goerges Plossl et Olivier Wight le programme Américain de gestion de la production par la méthode MRP. Cette méthode calcule par éclatement de nomenclature les quantités en composants nécessaires pour le carnet de commande, puis consiste à suggérer des quantités à acheter ou approvisionner. J Orlicky a été le premier à automatiser cette décomposition à l'aide de l'informatique. [28]

La méthode **MRP** a bénéficié aux Etats-Unis dans les années 70 d'un soutien important de l'APICS⁵ (American Production and Inventory Control Society). Elle a évolué et s'est transformée en méthode MRP II (Manufacturing Ressources Planning). Le calcul mis en œuvre dans la méthode MRP est alors suivi d'une phase de **planification de la charge**, puis de calcul d'un **plan valorisé d'approvisionnement et de charge**. Le **MRP II** quitte alors l'atelier pour prendre en compte l'ensemble des problèmes de production en termes financiers. Il consiste alors en une solution globale de gestion de la production. [28]

De plus la vision d'un système **MRP II** est beaucoup plus vaste que celle d'un système **MRP** de base. Il s'inscrit au cœur d'un système global de prévision et gestion de la production. Ce système débute par une prévision à moyen et long terme des ventes puis se précise jusqu'à la définition et la planification. Celui-ci se décline sur 5 niveaux de planification : premièrement Le plan stratégique et commercial, qui définit les grandes orientations et objectifs commerciaux de l'entreprise. Il vise à planifier au plus haut niveau la politique marketing de la société. Qui suivi par le PIC (Plan Industriel et commercial) c'est à partir du carnet de commandes et des prévisions commerciales, il permet de vérifier la faisabilité et l'adéquation entre les ressources de production, les moyens financiers et les objectifs commerciaux de l'entreprise. Puis il passe par une expression plus précise du PIC c'est le PDP (Plan Directeur de Production), son rôle consiste à transformer les prévisions en un engagement ferme vis-à-vis de la production. et il se termine par le calcul de besoin net (CBN) et le pilotage d'atelier (gestion des entrées et sorties). [28]

⁵ APICS :est l'association pour la gestion de la chaîne d'approvisionnement et une organisation internationale d'éducation à but non lucratif.[4]

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

II.2.2. LEAN :

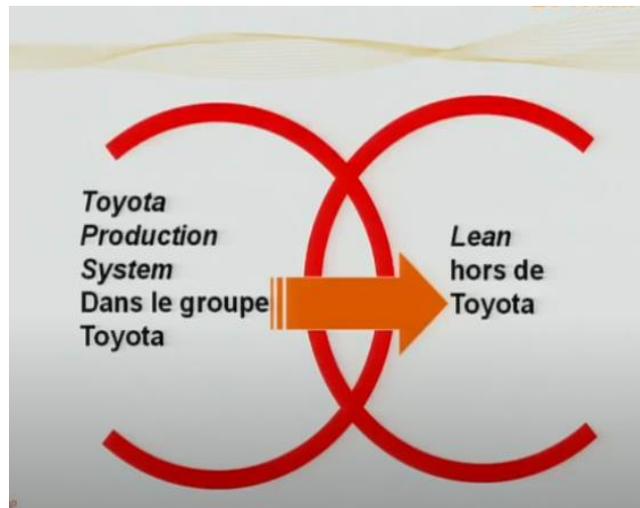


Figure II.1 : du TPS au Lean.

A la sortie de la Seconde Guerre Mondiale, l'entreprise Toyota doit se reconstruire, dans un contexte de concurrence internationale féroce. Ses dirigeants, la famille Toyota, secondés par l'ingénieur Taiichi Ohno, étudient et tirent profit des méthodes industrielles mises au point par les Américains pendant la guerre, basées sur l'organisation scientifique du travail initiée par F.W. Taylor. Ils les adaptent au substrat culturel japonais, et construisent en une vingtaine d'année un système, le TPS6 (Toyota Production System).

Aux années 80 le concept de Lean s'est développé pour se retrouver aujourd'hui presque partout et sous différentes formes : Lean management, Lean service, Lean entrepreneurs hip, Lean software développement, Lean Product développement, Lean accounting, Lean startup etc.

Entrons donc dans un aperçu sur le Lean :

Le terme Lean (de l'anglais Lean, « maigre », « sans gras », « dégraissé ») sert à qualifier une méthode de gestion de la production qui se concentre sur la « gestion sans gaspillage », ou « gestion allégée », ou encore gestion « au plus juste »^[4], il est venu avec une perspective de La pérennité et la rentabilité de l'entreprise et des emplois passent par la satisfaction des clients

⁶ TPS :est une série d'activité interconnecté visant à l'élimination des gaspillages pour réduire les couts ,amélioré la qualité et la productivité (c'est la première définition de lean par Toyota).

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

(produit de bon qualité, moindre coût, en peu de temps) et de leur envie de revenir. Les moyens d'y parvenir sont tout aussi importants : en respectant la société et l'environnement, les employés et les fournisseurs partenaires. Aussi il prend en compte les bénéfices de l'entreprise par l'amélioration des processus, l'élimination de gaspillages, des délais d'exécution plus courts etc.

De plus, selon Lean il y a trois familles de gaspillage qui mise en évidence dans les ateliers de Toyota sont : MUDA⁷, MURA⁸, MURI⁹

MUDA : représente sept types de gaspillage les suivants :

- Le transport.
- L'attente.
- La surproduction.
- Les défauts.
- Les stocks.
- Les mouvements futiles.
- Les sur-traitements.

Plus un huitième gaspillage : le potentiel humain (activités intellectuelles des salariés non sollicités ou trop sollicités).

MURA :

Variation inappropriée de performance des procédés de fabrication venant des changements de volume, de matières premières, de mix produits, de maîtrise des processus, etc.

[10]

⁷ Muda (gaspillage) : toute activité dans un processus qui n'apporte pas de valeur. [9]

⁸ Mura (irrégularité) : toute variation conduisant à des situations déséquilibrées. [9]

⁹ Muri (excès) : toute activité impliquant des contraintes ou des efforts déraisonnables du personnel, du matériel ou de l'équipement. [9]

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

MURI :

Consignes irréalistes de charge de travail/cadence pour le personnel et/ou les équipements. [10]

Définition des différents types de LEAN :

Lean Manufacturing : Les outils et les techniques du Lean sont nées dans un environnement industriel, de fabrication soit manufacturing en langue anglaise. Ce terme s'est imposé comme générique à la pratique de tous ou d'une partie de ces outils et techniques.[8]

Lean Office / administration : Le « Lean » a aussi été utilisé avec succès dans des environnements de services où l'information construit la valeur du flux. Thèmes : efficacité de traitement de l'information/des dossiers, performance des équipes de gestion, application des directives opérationnelles, etc.... [8]

Lean Management : « *Il n'est pas difficile dans une industrie de faire le nécessaire, mais c'est en faisant le superflu qu'on gagne de l'argent. Traitez les hommes comme des machines, ils rendent le nécessaire ; traitez-les comme des hommes, peut-être en obtiendrez-vous le superflu* ». Auguste DETOEUF

Ce terme couvre généralement le mode de gouvernance d'une initiative Lean avec les responsabilités et les devoirs des acteurs concernés. Ex : Le Lean Management peut faire état de responsables de processus en complément de responsables Métiers. [8]

Lean Thinking / Transformation : Lean Thinking s'associe à une entreprise qui a intégré à son quotidien, à sa culture, tous les principes du Lean, comme Toyota. Lean Transformation est la dynamique et le carnet de route pour arriver à ce modèle d'organisation apprenante. [8]

Simplement, « Lean » signifie créer plus de valeur pour les clients en utilisant moins de ressources. Une organisation Lean se focalise sur la valeur.

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

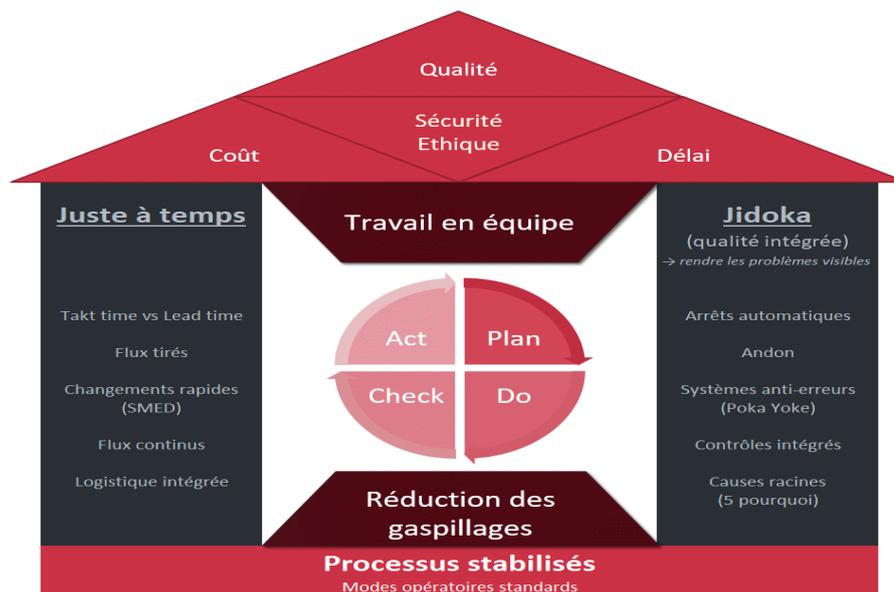


Figure II-2: la maison Toyota (Toyota production system)

II.2.3. KANBAN :

Qu'est-ce que le KANBAN : Définition

Le mot "Kanban" est d'origine japonais et se traduit littéralement par "carte de signalisation", en référence au bon de commande utilisé pour se procurer plus de fournitures. Lorsqu'un article de montage ou un article stocké commence à manquer, un employé apporte le bon de commande de l'article à un responsable, qui produit ou achète la quantité nécessaire. Les fournitures renouvelées arrivent avant que la première ne soit épuisée, et la production ou les ventes se poursuivent sans entrave. Alors que les bons de commande étaient autrefois la norme pour demander une quantité plus importante d'un article, aujourd'hui, les cartes informatisées ou les emballages vides remplissent la même fonction.

Le système Kanban est un système PULL. Il tire les stocks au fur et à mesure des besoins. Le système ERP/MRP est un système PUSH. Il pousse l'inventaire dans un entrepôt pour le "stock de sécurité" afin de faire face aux fluctuations de la demande dues à l'évolution des prévisions.[11]

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

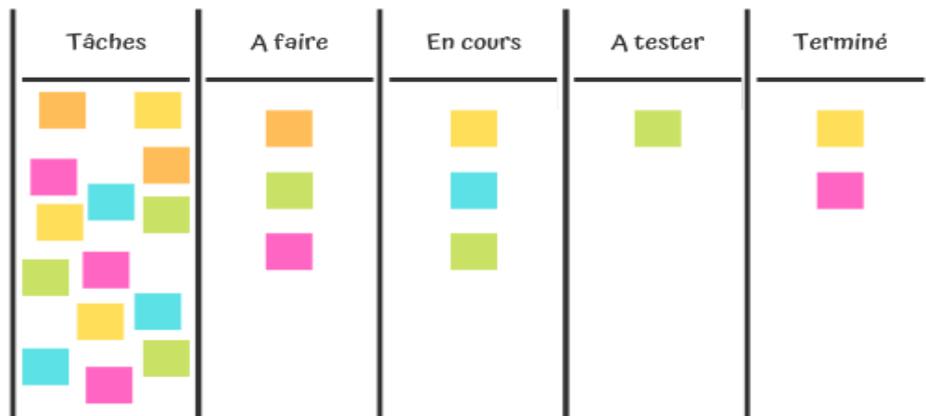


Figure II-3: le système KANBAN

Caractéristiques :

Le Kanban est considéré comme une technique de "production allégée", c'est-à-dire une technique qui élimine le gaspillage de main-d'œuvre et de stocks. L'un des moyens par lesquels le Kanban réduit le gaspillage est le modèle de "production tirée" qui régule la production d'articles en fonction de l'offre et de la demande des consommateurs. Au lieu d'estimer le nombre d'un article spécifique que le marché voudra et de produire en fonction de cette quantité, le Kanban produit des articles en relation directe avec le nombre demandé par le marché. [11]

Points critiques :

Bien sûr, dans votre quête de "Qu'est-ce que le Kanban", l'éducation et la formation sont nécessaires, ainsi que quelques essais de programmes pilotes pour que les employés puissent faire l'expérience du système d'attraction et du travail d'équipe. Les systèmes visuels sont une nécessité. Les employés peuvent voir plutôt que deviner/prévoir les besoins du client. Avec les petits stocks, les processus ne sont pas interrompus.

L'utilisation d'une carte d'instruction, d'un enregistrement visible et d'un panneau de signalisation est utilisée. L'état de la production et des stocks est clairement affiché à l'aide de méthodes de communication visuelle très simples. Ainsi, les processus sont rationalisés et les problèmes sont résolus rapidement.

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

Dans le cadre du Kanban, les établissements tiennent un inventaire basé presque entièrement sur les commandes passées par les clients. Les prévisions ne sont pas utilisées comme dans le système ERP/MRP, mais uniquement les commandes réelles des clients.

Les produits sont "tirés de la production uniquement par la demande des clients". Il s'agit d'un changement de paradigme par rapport au système "push" qui consiste à placer les stocks dans un entrepôt sur la base de prévisions. Des marqueurs visuels sont utilisés pour aider le personnel à mieux contrôler les stocks. Tout le personnel de production peut voir exactement combien de commandes de clients ont été passées et quand toutes les commandes ont été exécutées.

Les stocks énormes ne sont pas rentables. Ils représentent un investissement important. L'espace est également coûteux. Avec le Kanban, vous ne stockez des stocks que lorsque les clients demandent des produits. Pour de nombreux établissements occidentaux, le maintien de petits stocks peut sembler quelque peu problématique. On considère que les grands stocks permettent d'éviter qu'une installation ne soit à court de matériel. Avec le Kanban, correctement mis en œuvre, les matériaux sont toujours disponibles pour répondre aux demandes de production d'une installation.[11]

Avantage :

Quelques avantages communs réalisés par les gestionnaires d'entrepôts, d'expéditions et de logistique :

- Diminution des frais généraux.
- Standardise les objectifs de production.
- Augmente l'efficacité.
- Réduire les stocks obsolètes.
- Donne au personnel de la zone de travail plus de contrôle.
- Améliore le flux.
- Empêche la surproduction.

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

- Fournit aux gestionnaires des rapports d'avancement.
- Améliore la réactivité aux changements de la demande.
- Améliore le travail d'équipe.
- Le Kanban peut réduire les stocks de 75% dans certaines industries.

Étant donné que les opérateurs de station "tirent" continuellement les fournitures dont ils ont besoin de la station en cours, les objectifs de production au Kanban sont naturellement établis en fonction de la demande des clients. L'objectif de production de chaque opérateur de station est de toujours suivre le "tirage" continu du Kanban. Les stocks évoluent toujours de manière fluide. Les marchandises entrent immédiatement dans le processus après avoir atterri sur le quai de chargement. Les fournisseurs sont pré-certifiés par l'assurance qualité, de sorte qu'ils peuvent être acheminés vers le processus de production dans le cadre d'un programme "d'expédition vers l'utilisation", au lieu d'être expédiés vers l'entrepôt.

Mise en œuvre de l'ordonnancement des fournisseurs dans le cadre de "Qu'est-ce que le KANBAN" : Il y a toujours un meilleur moyen de faire quelque chose [12]

Vous demandez comment les fournisseurs vivent avec l'expédition de petites quantités ?

Pour simplifier les achats, créer un calendrier des fournisseurs. Laissez les achats établir le contrat, négocier les prix et les quantités totales, et transférer l'ordonnancement des sorties à la planification de la production pour travailler directement avec le fournisseur. De cette façon, les achats font le travail d'achat et la planification de la production travaille avec les fournisseurs pour alimenter la chaîne de production. La planification de la production n'a plus besoin d'attendre les achats pour leur donner les dates ou les quantités qui seront expédiées. Ils ont ce contrôle. [13]

Comprendre la carte Kanban :

La première forme de Kanban est un système simple basé sur une carte, appelé carte Kanban. La production et l'entreposage utilisent ce système pour suivre les stocks et contrôler la production. Ces cartes peuvent être utilisées pour des instructions spéciales. [13]

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

Identification de la pièce : CBT 4122 Catégorie : CGT		
Origine : poste 15	Quantité : 5	
Destination : poste 22	Minimum : 5 Maximum : 15	
Temps de cycle : 20 minutes		
Les industries DTH inc.		222, rue des Anges, Montréal

Figure II-4 : Carte KANBAN.

Comment fonctionne cette carte Kanban ?

Pour lancer la production, les cartes Kanban sont toujours délivrées au premier opérateur d'un processus. Chaque carte délivrée communique visuellement des détails importants sur la commande et autorise sa production. Dans le processus en une seule étape, le premier opérateur de la station fixe la carte émise au conteneur de l'unité de production. La carte reste attachée à l'unité tout au long de la production. Cela donne à tous les opérateurs des stations suivantes l'autorisation physique de produire une unité et les aide à remplir la commande d'un client. Une fois que l'unité de production et sa carte Kanban associée arrivent à la fin du processus, la carte est retirée et replacée dans le dossier suspendu. Des fentes vides sur le dossier suspendu dans un endroit central permettent à tout le personnel de la zone de travail d'accéder à l'état de production actuel.

Il existe aussi une carte Kanban basée sur un logiciel. Ces systèmes s'appuient sur des codes-barres et des bases de données électroniques pour suivre la production et les stocks. Dans ce système électronique, les gestionnaires peuvent suivre la production depuis leurs bureaux ou tout autre endroit où un accès informatique est disponible.

Dans le cadre du système de planification des ressources de l'entreprise (ERP), ils ont mis en place une version électronique du Kanban. Il s'agit d'un signal visuel qui indique le moment où il est temps de faire entrer davantage de matériaux pour la production ou la distribution. Lorsque les matériaux sont retirés de l'entrepôt ou du stock tampon, un signal de

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

réapprovisionnement est généré et envoyé aux fournisseurs pour qu'ils en retirent des matériaux.

Le sol de l'entrepôt peut être facilement et économiquement marqué afin d'indiquer les emplacements appropriés pour le stockage sur palettes ou d'autres grands conteneurs (stockage de type 5S) Le marquage au sol permet de localiser facilement cet inventaire. Les files d'attente doivent être réapprovisionnées immédiatement car chaque file est programmée pour avoir toujours le stock de remplacement adéquat pour répondre aux commandes des clients. Lorsque les commandes et les quantités augmentent, ces files d'attente peuvent avoir besoin d'un petit stock tampon afin de créer une certaine flexibilité face à une demande croissante. Mise en œuvre : une équipe inter fonctionnelle doit être constituée pour gérer la mise en œuvre. Cette équipe doit suivre la mise en œuvre et faire part de ses observations critiques au chef d'équipe. [11]

Points clés :

- Les employés traitent les autres employés comme leur propre client.
- Chaque employé s'efforce de fournir à son client interne d'excellents produits et services.
- Une meilleure communication.
- Une qualité supérieure.
- Réduction des coûts de production.

Les membres de l'équipe s'efforceront de combiner des actions connexes en un seul événement afin de réduire le temps et l'énergie perdus.

Comme pour toutes les initiatives LEAN, vous devez maintenir et contrôler ce système KANBAN, afin de ne pas retomber dans des systèmes informels. La discipline est également très importante pour contrôler les opérations KANBAN. [12]

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

II.3. L'évolution du marché et la planification :

II.3.1. La planification et la progression du marché

La transformation essentielle est structurelle au développement économique. S'ils ne renforcent pas leur capacité productive et ne transfèrent pas des ressources vers des secteurs plus productifs, les pays ne peuvent pas réaliser les objectifs du Programme de développement durable à l'horizon 2030. Par le passé, la transformation structurelle entraînait la croissance de la productivité, l'augmentation de l'emploi et la hausse des salaires, créant ainsi les conditions favorables à une répartition plus équitable des revenus. L'industrie 4.0 – portée par des technologies telles que l'intelligence artificielle et la robotique – pourrait changer les règles du jeu pour les pays qui s'engagent sur la voie de l'industrialisation.

Le terme Industrie 4.0 a été introduit publiquement pour la première fois en 2011 sous le nom de "Industrie 4.0" par un groupe de représentants de différents domaines dans le cadre d'une initiative visant à renforcer la compétitivité allemande dans l'industrie manufacturière. Le gouvernement fédéral allemand a adopté l'idée dans sa stratégie de haute technologie pour 2020. [15]

II.3.2. L'Industrie 4.0 repose sur des Aspects technologiques : [4]

- Les technologies des usines du future,
- La standardisation et normalisation,
- L'infrastructure réseau,
- La réalité augmentée,
- Les robots,
- Les big data,
- Le cloud computing,
- Les systèmes cyber-physiques,
- La sécurité.

La supply chaine est alors beaucoup compliqué, car le monde a changé ! [16]

CHAPITRE II : LA PLANIFICATION D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE AVANT DDMRP

Et tout deviens très compliqué lors d'une planification des flux ou le passé ne détermine jamais l'avenir qui nous pose devant une nouvelle abréviation qui est le **VUCA** que signifie :
[15]

Volatilité	Contrôle difficile des fluctuations
Complexité	Multiple facteurs de décision
Incertitude	Manque de compréhension du présent
Ambiguïté	Interprétation floue du sens des événements

Tableaux II-1 : la signification de l'abréviation VUCA.

L'environnement est devenu très compétitif, la demande des clients n'est plus stable et n'est plus simple à prévoir, les chaînes de production et les chaînes logistiques sont de plus en plus complexes et difficiles à gérer et à contrôler.

Ainsi, la planification en besoin de matière (MRP) n'est plus adéquat. de là elle intervient le DDMRP.

Conclusion :

Ce chapitre nous l'avons consacré à faire une étude sur la planification et quelques approches MRP, MRP II, LEAN et le KANBAN qui sont la base d'une nouvelle méthode innovante la DDMRP, que nous étudierons de manière approfondie au troisième chapitre.

Chapitre 03

LA MÉTHODE DDMRP

III. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons définir la méthode DDMRP et ces cinq étapes en détails, de plus nous allons mettre des exemples de calculs pour mieux comprendre.

III.1. Définition du DDMRP :

C'est une méthode pour modéliser, planifier et gérer les chaînes d'approvisionnement afin de protéger et de promouvoir le flux d'informations et de matériels pertinents. La DDMRP utilise des points de découplage stratégiques pour piloter la génération et la gestion des commandes d'approvisionnement tout au long d'une chaîne d'approvisionnement. [21]

III.1.1. Pourquoi la DDMRP ?

Parmi des risques liés à la **chaîne logistique** on peut caractériser des pannes de machines, des retards de livraison, des ruptures de stocks, des produits livrés ne présentant pas la qualité souhaitée ou des **problèmes** liés à l'utilisation des systèmes d'information relative à l'intégrité des données.



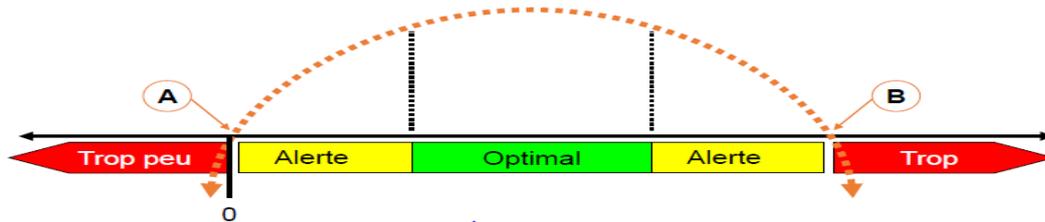
FigureIII-1 : Les risques liés à la chaîne logistique

III.1.2 Deux points de stocks universels :

Les réseaux d'approvisionnement devenant de plus en plus complexes et les délais de plus en plus longs, la variabilité de l'offre et de la demande a une influence considérable sur les performances de l'organisation.

Une pression supplémentaire est alors exercée sur les équipes des opérations et de la chaîne d'approvisionnement, qui doivent faire face à une pression organisationnelle pour ré-

duire les coûts, augmenter la rotation des stocks, tout en améliorant les niveaux de service aux clients. C'est l'impasse dans laquelle se trouvent la plupart des entreprises manufacturières. En essayant d'atteindre les objectifs de performance opérationnelle, les organisations constatent qu'elles ont trop de produits où les stocks sont insuffisants et trop de produits où les stocks sont excédentaires.



FigureIII-2 : les deux stocks universels

III.1.3 Les sources de variabilités :

Comme on a déjà expliqué dans le chapitre précédent.

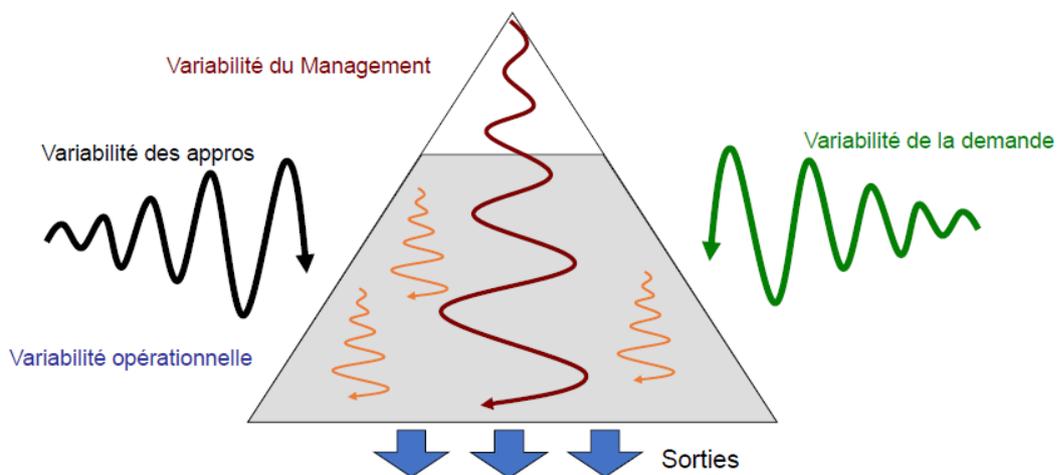


Figure III-3 : Les sources de variabilités

III.1.4 « BULLWHIPEFFECT » DANS NOS SUPPLYCHAINS :

Imaginez une personne ayant un long fouet dans la main, et si elle donne un petit coup de pouce au fouet au niveau du manche, cela crée de petits mouvements dans les parties les

plus proches du manche, mais les parties plus éloignées se déplaceraient davantage de manière croissante.

De même, dans le monde de la chaîne d'approvisionnement, les clients finaux ont le manche du fouet et ils créent un petit mouvement dans la demande qui remonte la chaîne d'approvisionnement de plus en plus. En s'éloignant du client, on peut observer des mouvements plus importants. En moyenne, il y a six à sept points de stock entre le client final et le fournisseur de matières premières. Chacun essaie de se protéger contre les ruptures de stock et les commandes manquées des clients, en conservant des stocks supplémentaires pour se prémunir contre la variabilité de la chaîne d'approvisionnement. Ainsi, il peut exister d'énormes stocks tampons allant jusqu'à six mois entre le client final et le fournisseur de matières premières. Cet effet d'entraînement entraîne en fin de compte une incertitude accrue pour les fabricants en amont, ce qui se traduit par des prévisions moins précises et donc des stocks plus élevés. [15]

III.2. TROIS SECTEURS CLÉS POUR APPLIQUER LA DDMRP :

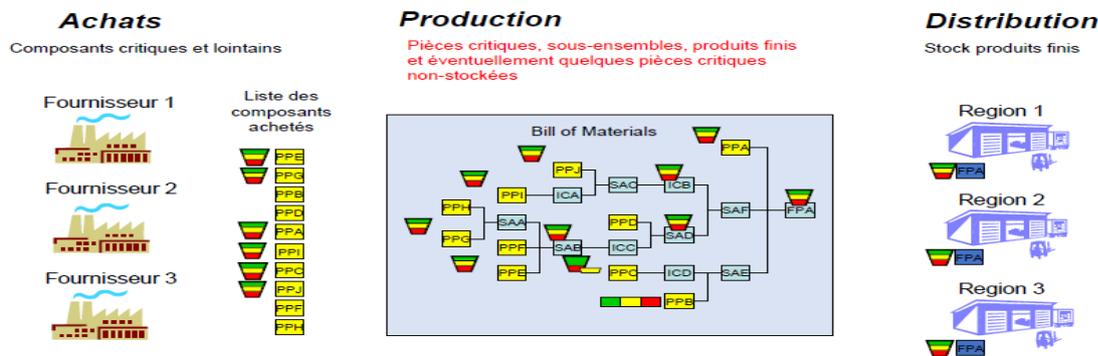


Figure III-4 : trois secteurs clés pour appliquer la DDMRP.

l'idée de cette méthodologie du DDMRP c'est de mettre des points de découplages (des buffers) dans la supply Chain avec des fournisseurs sur la gauche (notre usine qui va transformer les matières premières) et puis sur la droite nous avons les centres de distributions, on va mettre en place cette approche Demand Driven avec des buffers sur les points critiques et lointain au niveau des achats et puis mettre aussi en place des sous-ensemble dans le flux de production des produits fini en production grossit avec une mise en place des buffers sur la distribution et en fin l'application concrète du DDMRP avec ces cinq étapes .

III.3. Les étapes d’application de la méthode DDMRP :

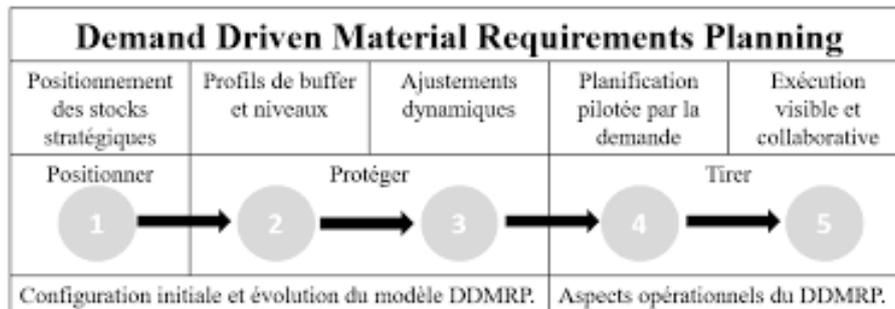


Figure III-5 : les étapes de DDMRP.

III.3.1 Positionnement stratégique des stocks :

L’étape initial (étape 01), il s’agit de répondre à la question suivante : où l’inventaire doit-il être placé afin d’avoir la meilleure protection du système (la production) contre les variabilités de l’environnement (demandes clients) [21]

De plus, cette étape consiste de faire un positionnement stratégique des buffers de stocks pour constituer des points de découplage influent sur l’ordonnancement de la production, et aussi sur l’ensemble des flux logistiques d’une supply Chain, qui permet de rendre indépendant les différents processus. Donc pour déterminer les endroits stratégiques pour positionner ces stocks, les auteurs proposent une grille d’analyse composée de six facteurs appelés « facteurs de positionnement » [21] :

1. Le délai attendu par les clients,
2. Le délai d’opportunité de marché,
3. L’horizon de visibilité des commandes de ventes,
4. La variabilité externe,
5. Le point de levier et de flexibilité du stock,
6. La protection des opérations critiques.

Selon un processus itératif, il est préconisé de réaliser une adaptation du positionnement initial des points de découplages, soit en ajoutant de nouveaux buffers et/ou en éliminant ceux qu’ils ne sont pas nécessaires. [24] une autre solution proposé dépend d’un nouveau lead Time

appelé le délai de réapprovisionnement activement synchronisé (en anglais, Actively Synchronized Replenishment Lead Time) «ASRLT ». Il est défini comme la plus longue séquence non stockée ou non protégée dans la nomenclature BOM d'un parent bien déterminé[25]

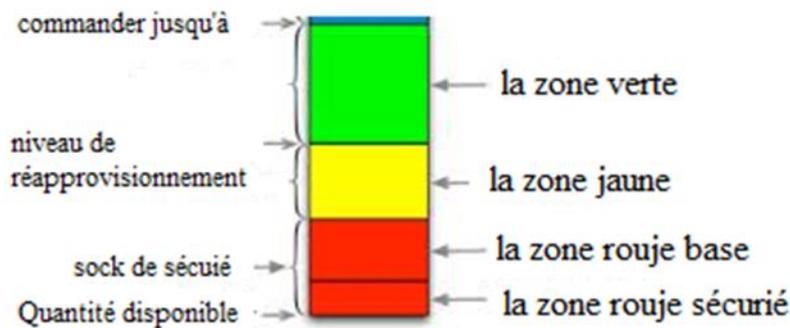
Le positionnement stratégique des stocks est ainsi fait par la fusion entre la matrice BOM et l'ASRLT. En effet, la matrice BOM est une représentation matricielle où les composants sont dans les rangées et les parents dans les colonnes. Dans chaque case de cette matrice, l'ASRLT est calculé pour chaque composant du parent. Ce qui donne une visibilité claire sur le positionnement stratégique des stocks. [20]

III.3.2 Détermination des profils des buffers :

La seconde étape consiste à dimensionner les zones des buffers de stocks. C'est-à-dire déterminer la quantité ou le niveau de chaque zone, où ils doivent pouvoir absorber différentes sources de variabilités (de la demande, des approvisionnements, du management et des opérations) et donne une rentabilité économique. En effet, chaque buffer est divisé en trois zones superposé, soit respectivement : la zone verte, la zone jaune et la zone rouge qui comporte aussi deux sous-zones. Soit la zone rouge base et la zone rouge sécurité. [21]

Par ailleurs, chacune des zones dans un buffer détermine les priorités de planification et d'exécution. Dont lequel :

- La zone verte représente un état « tout va bien ». Donc, aucune action n'est requise.
- La zone jaune représente un état de « réapprovisionnement ». C'est-à-dire que le composant en question doit être réapprovisionné.
- La zone rouge représente un état de « danger » donc qu'une attention particulière est requise [18].



FigureIII-6 : Les zones de buffer.

Pour calculer chacun des niveaux de ces zones des buffers, il faut tenir compte de ces trois paramètres selon [21] :

Le type d'article : acheté(P), fabriqué(M), distribué(D) ;

La catégorie de lead time : long, moyen et court ;

La catégorie de variabilité : forte, moyenne ou basse ;

Plus un quatrième paramètre : Les limitations des tailles des lots, s'il existe une quantité minimale par commande ou non, Il en résulte 54 combinaisons possibles, présentées à l'annexe A [18].

Un calcul spécifique intégrant le profil de buffer (tableau 1). Dont lequel Ptak et Smith (2011) proposent certains éléments pour dimensionner chaque zone : la consommation moyenne journalière (CMJ ou ADU), lead time (LT) et la quantité minimale à commander (MOQ : Minimum Order Quantity). Une donnée supplémentaire, correspondant au cycle de commande désiré ou imposé (nombre de jours entre deux commandes), est utilisée pour le dimensionnement de la zone verte. Cette donnée permet de prendre en compte les contraintes inhérentes aux spécificités de la politique d'approvisionnement de l'entreprise.

De plus, en utilisant aussi un facteur de variabilité et un facteur de lead time.[21]

Zone	Fonction	Formule
	Détermine la fréquence moyenne des ordres et la taille des lots.	$\text{Zone Verte} = \text{Max} \{$ MOQ (1), $\text{CMJ} \times \text{LT} \times \text{Facteur de délai (2),}$ $\text{CMJ} \times \text{Cycle de commande (3)}\}$
	Représente l'en cours de commande.	$\text{Zone Jaune} = \text{CMJ} \times \text{LT}$
	Représente la zone de sécurité, celle qui absorbe les chocs de variabilité.	$\text{Zone Rouge} = \text{Zone Rouge Base} + \text{Zone Rouge Sécurité}$ $\text{Zone Rouge Base} = \text{CMJ} \times \text{LT} \times \text{Facteur de délai (1)}$ $\text{Zone Rouge Sécurité} = \text{Zone Rouge base} \times \text{Facteur de variabilité (2)}$

Tableau III-1. Fonctions et formules de calcul des trois zones d'un buffer [21]

D'autre part, pour bien détailler le calcul de la zone rouge dépend du lead Time et de la variabilité de la demande comme il est décrit dans le tableau suivant :

Variabilité	Rouge sécurité	Lead time	Rouge base
Élevée	61 – 100% Zone Rouge de base	Long	20 – 40% ADU* LT
Moyenne	41 – 60% Zone Rouge de base	Medium	41 – 60% ADU* LT
Basse	20 – 40% Zone Rouge de base	Court	61 – 100% ADU* LT

Tableau III- 2.Calcul de la zone rouge [21]

Finalement,

$$\text{La taille de buffer} = \text{zone rouge} + \text{zone jaune} + \text{zone verte}$$

[17]

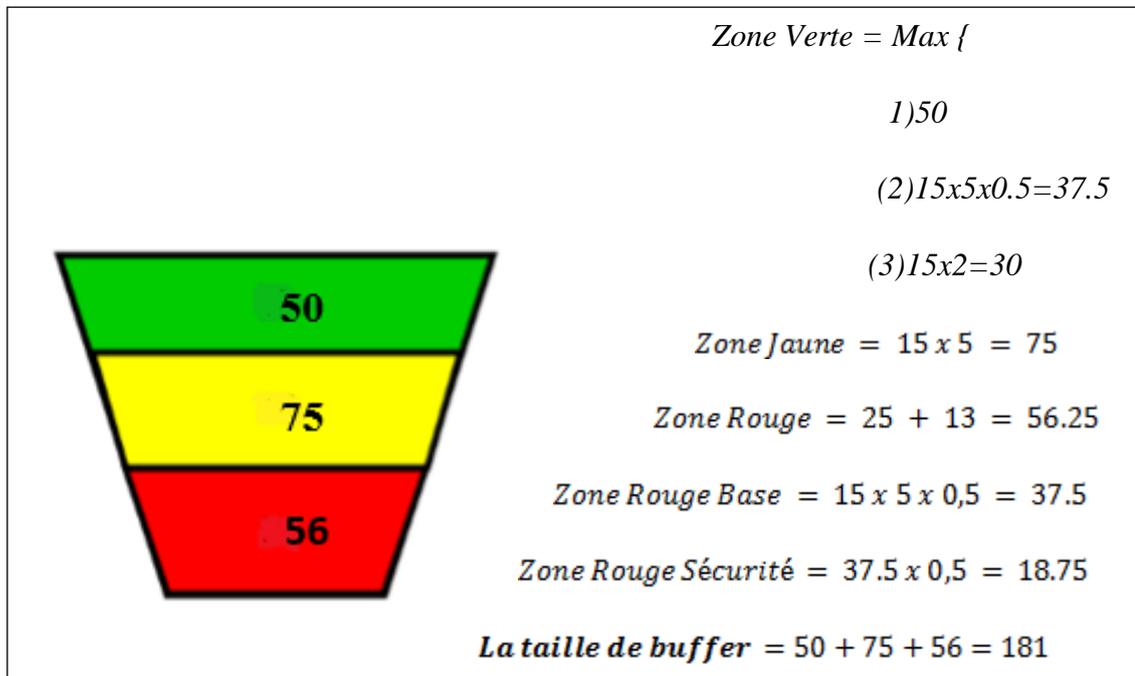
L'exemple 1 suivant permet d'expliciter le calcul :

Exemple 1. Dimensionnement détaillé d'un buffer de stock.

Soit un article A produit avec un délai et une variabilité considérée comme moyens et dont le délai de fabrication (LT) est de 5 jours et la consommation moyenne journalière de 15 unités. Le minimum à commander est de 50 unités pour un cycle de commande désiré de 2 jours.

Le dimensionnement du buffer est le suivant :

Profil du Buffer	<i>Type d'article : Fabriqué (F)</i>
	<i>Catégorie de délai : Moyen (M)</i>
	<i>Catégorie de variabilité : Moyen (M)</i>
	<i>Profil : F, M (0,5), M (0,5).</i>
CMJ	<i>15 unités.</i>
LT	<i>5 jours.</i>
MOQ	<i>50 unités.</i>
Cycle de commande	<i>2 jours.</i>



La consommation moyenne journalière, variable utilisée pour le calcul de l'ensemble des zones. Elle est obtenue soit par un historique de consommation défini par l'entreprise, soit par des prévisions ou encore par une combinaison de ces deux approches. Une moyenne glissante, des différentes données d'entrée, est alors réalisée pour déterminer la CMJ qui est périodiquement recalculée selon une fréquence également définie par l'entreprise. Les facteurs de délai et de variabilité sont déterminés selon le profil de buffer. [24]

III.3.3 Ajustement dynamique :

Vu que les chaînes d'approvisionnement d'aujourd'hui étant incroyablement dynamiques (ou LT, CMJ, etc. ne sont pas stables), ces buffers doivent s'ajuster et s'adapter aux conditions changeantes. Pour cela, DDMRP prend en compte les ajustements recalculés, les ajustements planifiés et les ajustements manuels dans le modèle.

III.3.3.1 L'ajustement recalculé :

L'ajustement recalculé se fait soit en fonction des changements du taux de l'ADU¹⁰, ou en fonction des occurrences de zone. Ptak et Smith (2011) recommandent l'ajustement recalculé basé sur l'ADU parce que c'est plus facile que l'autre. Il consiste à contrôler l'ADU à intervalles récurrents (par exemple, trimestriellement ou annuellement), afin de refléter les changements de la demande dans le système. D'autre part, l'ajustement basé sur l'occurrence des zones consiste à ajuster les zones selon le nombre d'occurrences. Par exemple, trop d'occurrences pour la zone rouge ou la zone verte signifient que la taille du buffer est petite [18]. Ainsi, il faut enregistrer les occurrences, définir un intervalle de temps approprié et trouver une taille d'ajustement de tampon appropriée. [21]

III.3.3.2 L'ajustement planifié :

Ils permettant d'adapter les stocks aux changements de la demande (par exemple, la saisonnalité, l'introduction de nouveaux produits est convenue ou l'arrêt des produits, croissance ou décroissance des ventes) [22]. La saisonnalité représente souvent une demande de produits proche ou même supérieure à la capacité d'une usine. Sauvants les buffers créent un stock qui peut être utilisé pendant les périodes de pointe de la demande [27]. alors dans ce cas, les buffers sont ajustés par le fait que la consommation moyenne journalière CMJ, elle-même, est ajustée. Pour la croissance ou la décroissance des ventes, le CMJ est ajusté par un facteur (pourcentage) significatif [17].

III.3.3.3 L'ajustement manuel :

Parfois, nous pouvons faire face à des pics de demande imprévus auxquels la procédure de recalcule n'a pas encore réagi ou des activités de vente qui ne sont pas connues du personnel de planification. Donc pour faciliter les choses, on a besoin d'introduire une alerte ADU. il surveille le développement de l'ADU par rapport à sa variabilité anticipée. Une fois qu'un certain seuil est atteint, l'alerte est levée pour assurer une prise de conscience et un traitement adéquat [18]. Selon Ptak et Smith, nous pouvons distinguer trois types d'alertes. Soit l'alerte ADU, le seuil d'alerte ADU et l'horizon d'alerte ADU [21].

¹⁰ ADU ou bien CMJ : la consommation moyenne journalière.

III.3.4 Planification pilotée par la demande :

La planification pilotée par la demande consiste à séparer les articles en cinq catégories appartenant à deux grandes familles [21]

1. Les articles stockés : englobent trois catégories : les articles réapprovisionnés, les articles réapprovisionnés forcés et les articles Min-Max [18].
 - les articles réapprovisionnés : sont des articles gérés par un système de code couleur sous la forme d'un buffer, comme décrit précédemment. ces buffers sont conçus comme dynamiques et sont soumis à des recalculs et des ajustements comme déjà expliqué.
 - Les articles réapprovisionnés forcés : comme les articles réapprovisionnés, sont gérés aussi par des buffers mais leurs buffers sont stables, n'ont pas besoin d'être ajustés. à cause d'une contrainte d'espace de stockage.
 - les articles Min-Max : ils sont gérés par les deux paramètres de niveau de stock minimum et maximum, les tactiques min-max incluent la surveillance des stocks bas jusqu'au niveau le plus bas. Ceci représente la méthode de « point de commande » (semblable à un buffer sans la zone jaune) [23], auquel le stock est emballé au niveau maximum. En raison des capacités de surveillance limitées de cette logique, elle n'est utile que pour les parties les moins stratégiques ou facilement disponibles [22].
2. Les articles non stockés : englobent les articles non bufférisés et les articles gérés sur Lead-Time Managed (LTM).
 - les articles non bufférisés : Elles doivent être achetées ou produites en fonction de la demande réelle (Make to Order). Selon Ptak et Smith (2016), il est courant pour la majorité des entreprises que la plupart des pièces entrent dans cette catégorie. (des articles non stratégiques). [18]
 - les articles gérés sur Lead-Time Managed : sont gérés par des buffers. Contrairement aux autres articles bufférisés, les articles gérés sur Lead-time Managed ont des buffers de temps à la place des buffers de stocks, Il s'agit de pièces non gérées, qui nécessitent une attention particulière en raison de problèmes connus, notamment une disponibilité limitée ou de longs délais de livraison. [20]

L'annexe B présente des exemples de tous les types de buffers (Hietikko, 2014).

Après avoir décrit les cinq catégories de parties pertinentes pour la planification piloté par la demande, la figure 15 suivante donne un aperçu sur la base d'un arbre tiré de Ptak et Smith (2011).

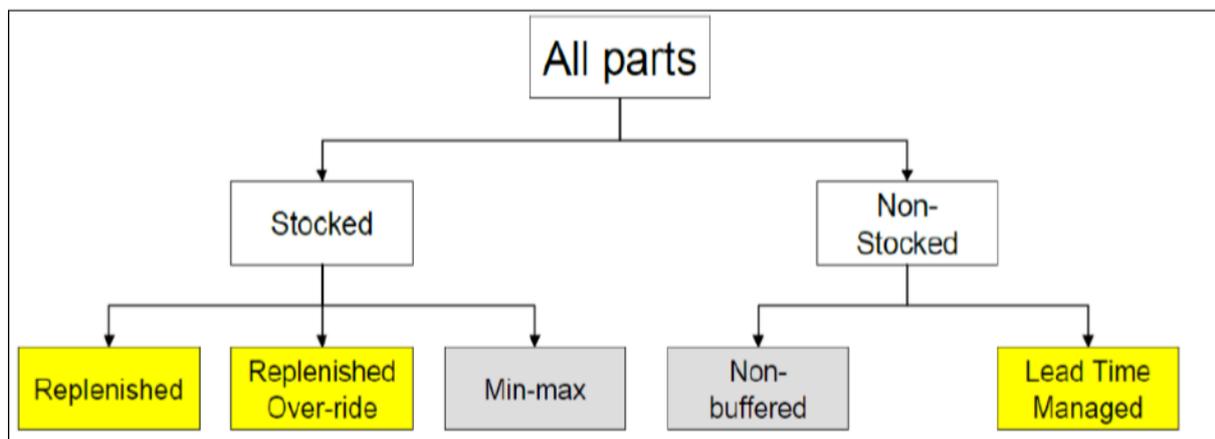


Figure III-7 : Les catégories d'articles en DDMRP.

Pour les articles réapprovisionnés et les articles réapprovisionnés forcés, les ordres de fabrication sont générés chaque jour, pour chaque buffer, grâce à une équation nommée « équation de flux disponible » (Available stock), en utilisant l'équation du flux (Available stock) qui est défini par :

$$\text{Stock projeté} = \text{stock physique} + \text{ordre lancé} - \text{demande réelle qualifiée}$$

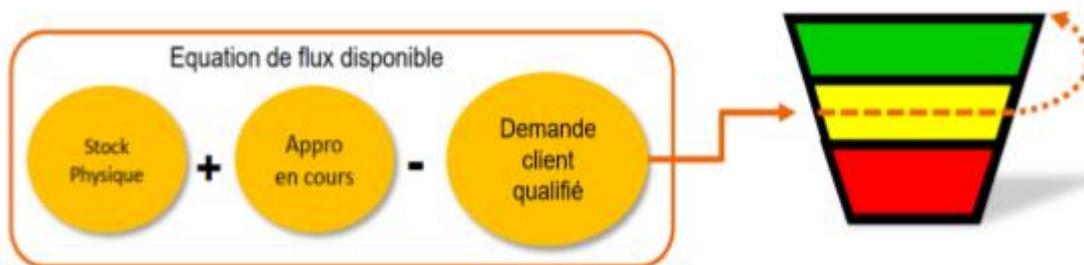


Figure III-8 : équation de flux.

Il permet de déterminer si un ordre doit être lancé. Elle prend en compte la quantité en stock, la quantité en cours de commande et la demande qualifiée (ventes pour les produits finis ou besoins pour les produits intermédiaires) [21].

L'équation intègre des temporalités différentes :

- Le stock physique correspond à la quantité en stock à la date du flux disponible (t).
- L'ordre lancé (L'approvisionnement ou la quantité en cours de réapprovisionnement) est identifié sur une période (T : DLT) correspondant au délai découplé¹¹, c'est-à-dire au délai nécessaire pour acquérir l'article une fois un ordre d'achat ou de production passé.
- La demande qualifiée est égale à la somme de la demande du jour plus des demandes passées non satisfaites et à honorer et des pics de demande. C'est à dire une demande qui dépasse un certain seuil (fixé par l'entreprise) sur un horizon spécifique (lui aussi fixé par l'entreprise).

Le seuil : on prend 50% de la zone rouge.

L'horizon : est égale à 1 jour + délai découplé.

La demande qualifiée est alors déterminée sur une période (T': [t -ri ; t+hi]) : la date de début (t - ri) correspond à la date t moins le nombre de jour de retard des commandes passées non honorées (ri) ; la date de fin (t + hi) correspond à la date t plus le nombre jour composant l'horizon de pic de commande (hi).

Comparaison entre les résultats de l'équation et la taille du buffer :

Si l'équation de flux disponible \leq au « Top du Jaune ¹²» : alors on va créer un ordre de fabrication (OF) ou d'achat (OA) égal à la différence entre le résultat de l'équation et la taille du buffer qui représente aussi « Top du Vert »¹³. [24]

¹¹ Délai découplé : délai nécessaire pour acquérir l'article une fois un ordre d'achat ou de production passé.

¹² Top du Jaune : la somme des zones jaune et rouge du buffer.

¹³ Top du Vert : la somme des zones verte, jaune et rouge.

Exemple 2. Itération du calcul du flux disponible.

Reprenons ici l'article de l'exemple précédent dont nous avons dimensionné le buffer. Les différents seuils du buffer sont : Top du rouge = 56 ; Top du Jaune = 75 + 56 = 131 ; Top du Vert = 56 + 75 + 50 = 181. Nous disposons par ailleurs des données suivantes :

- Stock physique actuel : 50 ;
- Seuil du pic de demande fixé par l'entreprise à une quantité égale à 50% de la zone Rouge, soit 28 unités ;
- Horizon de pic de demande égal au délai découplé + 1 jour, soit 6 jours ;
- Situation des approvisionnements et de la demande pour l'article représentée par le tableau suivant :

	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demande						15	8	9	10	12	29	10	20	40
approvisionnement				40										

Jour 1 :

Nous avons :

Stock = 50.

Approvisionnement sur le LT = 40 •

Demande qualifiée = 15 + 29, avec 15 qui correspond à la demande du jour et 29 qui constitue le pic de demande sur l'horizon de 6 jours

Le flux disponible est donc égal à : $50 + 40 - (15 + 29) = 46$.

	-5	-4	-3	-2	-1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demande						8	9	10	12	29	10	20	40
approvisionnement	135				40								

Jour 2 :

Pour le deuxième jour, l'horizon de calcul s'est déplacé d'une journée : le 7 du mois fait désormais parti de l'horizon. L'ordre de production que nous avons créé le jour précédent apparaît comme une livraison à recevoir. Nous constatons également que nous devons recevoir pour une quantité de 40 unités à la fin du jour.

Le flux disponible est égal à : $31 + (135+40) - (8+29) = 169$. Le flux disponible est supérieur au Top du Jaune(131), il n'y a rien à faire. Nous pouvons effectuer le calcul du pourcentage de remplissage du buffer : $169 / 181 = 93,37\%$ (Vert).

Ce flux disponible étant inférieur au Top du Jaune (131), il faut donc créer un ordre de production de : 181 (Top du Vert) - $46 = 135$ unités, qui est planifié pour être livré dans 5 jours (pour le 6). Le calcul du pourcentage de remplissage du buffer est de : $46 / 181$ (Top du Vert) = 25% (Jaune) Le niveau de stock de l'article, à la fin du jour 1, est quant à lui égal à : $46 - 15 = 31$ unités.

III.3.5. Exécution collaborative et visible :

Dans cette étape, pour les problèmes de rupture de stock et les retards des livraisons le DDMRP utilise un système d'alerte sophistiqué qui contourne la question de la priorité par date en établissant deux types d'alertes les « alertes des statuts des buffers » et les « alertes de synchronisation ».La figure 16 suivante montre les catégories d'alerte, qui sont décrites tour à tour :

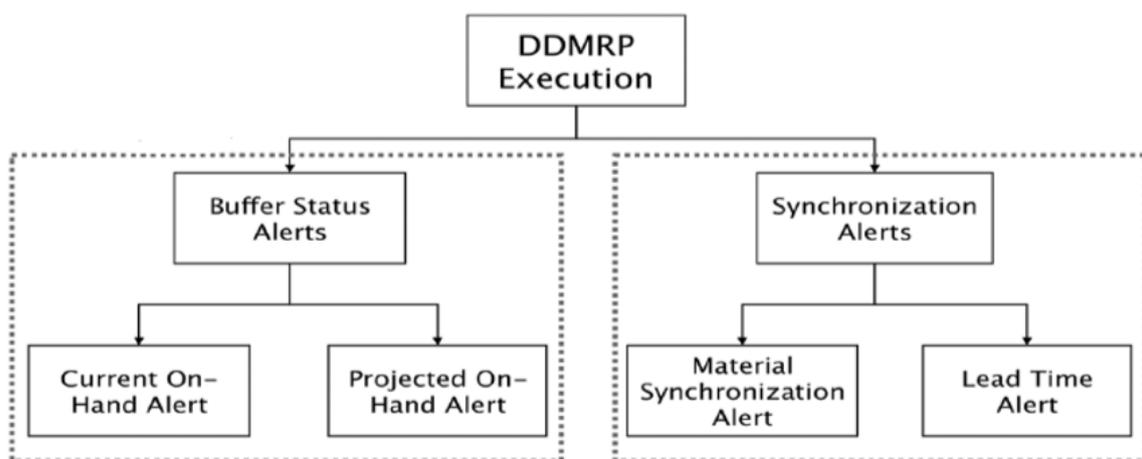


Figure III-9 : Les alertes de DDMRP.

Les alertes de synchronisation sont basées sur les dates d'échéance. Son but est d'éviter les retards possibles. Ensuite, Les alertes des statuts des buffers sont pilotées par L'emplacement du stock physique ou l'emplacement du stock physique projeté. Les alertes de synchronisation et les alertes des statuts des buffers, codés en couleurs et en pourcentages, fournissent une gestion visuelle aux planificateurs de production qui permet de surveiller l'état des stocks et les commandes sortantes, prévoyant ainsi les ruptures de stock.

D'un point de vue pratique, DDMRP nécessite une mise en œuvre collaborative entre tous les services d'une entreprise (service planification, service fabrication, service achats, service marketing, etc.) afin d'accélérer le flux d'informations dans une usine. [20]

III.4. DDMRP et la caractérisation de la chaine de production :

Après avoir connu cette méthode on est obligé de cité ces bienfaits au niveau des résultats de la chaine de production comme suit :

- Réduction du niveau général des stocks.
- Diminution sévère des risques de rupture.
- L'autonomie de la demande que rend le système moins soumis à l'effet « bullwhip ».
- Lissage de commandes fournisseur.
- Amélioration du taux de service client.
- Avoir des solutions informatiques sur le marché compatibles avec les grands ERP.

III.5. État de l'art :

Après avoir expliqué les étapes du DDMRP, il est essentiel de passer en revue les travaux de recherche dans ce domaine. Par conséquent, cette section vise à présenter une synthèse des différents travaux académiques qui ont été entrepris en relation avec le DDMRP, ses apports et ses limites. Ces travaux sont principalement des articles, des mémoires et des thèses publiées ces dernières années.

Nous commencerons par la thèse Ihme (2015). Ses contributions ont été importantes car il s'agit de la première thèse au monde à traiter du DDMRP. Il s'agit d'une simulation de DDMRP utilisant les données d'une entreprise située en Allemagne. Après la simulation en utilisant DDMRP comme approche de planification et de contrôle de la production, l'auteur a trouvé de nombreux avantages. En effet, la réduction des stocks des produits finis et des ma-

tières premières et les leads times. De plus, les plans de production sont devenus plus stables et réactifs à la demande (Ihme, 2015).

Wajdi tounsi (2018) a comparé la DDMRP avec Economic Order Quantity (EOQ). Et montre, à travers les résultats des expériences réalisées, que le DDMRP est plus performant que l'EOQ. Ce mémoire comporte la définition des étapes de DDMRP. Ensuite, une analyse de la littérature qui met la lumière sur ses lacunes et une justification de l'originalité de projet. et à la fin, une revue critique de l'approche DDMRP. Dans son mémoire il a utilisé principalement la simulation à événement discret pour modéliser le système en présentant les différentes phases de la méthodologie.

Billal et Saadi (2019) ont comparé le fonctionnement d'entreprise L'exquise pour réaliser la simulation de leur système de production ; ils ont fait une simulation à événement discret SED avec le logiciel Arena dans deux situations différentes, sans DDMRP et avec DDMRP après détermination des indicateurs de performances.

Également, d'autres travaux scientifiques comme des mémoires de maîtrise, des thèses et des articles sont publiés en chinois ou en coréen. Mais jusqu'à présent, cette littérature n'a pas été traduite.

III.6.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini la méthode de planification DDMRP, ses étapes et les calculs nécessaires à suivre pour l'appliquer au niveau de la chaîne de production, ensuite nous avons parlé des avantages qu'elle peut apporter aux niveaux des entreprises, et en fin on a représenté les travaux déjà réalisés sur cette méthode.

CHAPITRE 4

Méthodologie de recherche

IV.1.Introduction et problématique :

Le déroulement de notre méthode de recherche sera défini par des questions de recherche et des hypothèses formulées comme suit :

Est-ce qu'on peut rendre le stock de l'entreprise plus optimal en utilisant la méthode DDMRP ?

IV.2.L'objectif :

On va essayer d'éliminer le sur stockage et la rupture de stock au cours de la production sans changer son rythme

IV.3.Définition des variables :

Les plus grandes variables dans notre projet sont

- ✚ La demande client
- ✚ La fréquence des demandes.
- ✚ Le lead time.

L'identification des solutions hypothétiques :

Parmi nos hypothèses de recherche nous allons vérifier :

- *Est-ce qu'il est possible d'avoir un bon résultat au sein des entreprises pour satisfaire leurs clients ?*
- *Quelle est le modèle qu'on peut choisir et qui va être flexible avec les fluctuations du marché ?*
- *Quelle sont les indicateurs de performance qu'il faut choisir pour montrer l'efficacité de la DDMRP ?*
- *Comment simuler notre processus de fabrication avec DDMRP ?*

On va essayer de répondre aux questions ci-dessus et réaliser ses hypothèses mentionnées dans le livre de Ptak, C, & Smith :

- a) DDMRP élimine l'amplification de la demande (l'effet de fouet).
- b) DDMRP garde les inventaires dans des meilleurs états, garantit les stocks.
- c) DDMRP résiste mieux contre les variabilités de la demande
- d) DDMRP garantit la satisfaction des clients. [21]

IV.4. Matériels et méthodes (Activités de recherche) :

L'activité de recherche peut se faire selon le domaine de la recherche et notre activité se fait :

• **Par Modélisation** : modéliser consiste à remplacer le réel trop complexe par un modèle de simulation Arena.

C'est quoi le logiciel Arena : est un logiciel de simulation et d'automatisation d'événements discrets développé par Systems Modeling et acquis par Rockwell Automation en 2000. Il utilise le processeur SIMAN et le langage de simulation. À partir de 2020, il est dans la version 16.

La simulation sur Arena : est un processus qui consiste à concevoir un modèle du système (réel) et mener des expérimentations sur ce modèle, interpréter les observations fournies par le déroulement du modèle et formuler des décisions relatives au système. [29]

IV.5. Résultats Et Discussions :

Nous allons utiliser des indicateurs de performances qui sont comme suit :

1. Indicateurs liée à la satisfaction client
 - Pourcentage des commandes satisfaites directement.
 - Durée d'attente moyenne des commandes non satisfaites directement.
2. Indicateurs liée au stock
 - Taux de rotation des stocks
 - Taux de couverture des stocks
 - Stock moyen par mois
3. Indicateurs liée au délai (lead time)

Après la réalisation et la simulation des modèles, nous allons interpréter les résultats obtenus et comparé les deux simulations avec DDMRP et sans DDMRP du système de production de l'entreprise SIDI – SAADA et l'entreprise L'exquise.

IV.6. Le rôle de la recherche :

- Étudier des situations.
- Présenter des meilleures explications des faits et des réalités.
- Élaborer des réflexions.
- Etre en accroissement.

IV.7.Conclusion :

Nous avons présenté dans ce chapitre la méthode et ses différentes phases suivies dans notre travail.

Dans la suite de ce mémoire, nous allons appliquer toutes ces étapes dans notre cas d'étude que nous allons le définir dans le chapitre suivant.

Chapitre 5

Apport scientifique

V. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter les deux collaborations que nous avons fait avec l'entreprise Sidi Saada de Camembert et l'entreprise L'exquise des boissons gazeuse, dans lequel nous allons faire une simulation sous le logiciel ARENA de la chaîne de production sans et avec la méthode DDMRP pour comparer les résultats et montrer l'efficacité de la méthode.

V.1. la collaboration avec l'entreprise Sidi Saada de camembert :

Nous avons effectué un stage de 15 jours au sein de l'entreprise de Sidi Saada.

V.1.1. Présentation de l'unité laitière Sidi Saada de Relizane :

La laiterie fromagerie de Sidi Saada actuellement connue sous le nom de trèfle a été lancée en 1987 par l'office régional ouest de lait (OROLAIT) et mis en exploitation en 1993. En Octobre 1997 elle est passée sous la tutelle de GIPLAIT après la dissolution des offices régionaux, puis en Avril 2001 elle a changé de statut pour passer par la suite à une filiale du groupe GIPLAIT. En 2007 elle a été rachetée par la SARL produit laitier TREFLE (GIPLAIT / SPA 2017). [32]

Elle est située à Sidi Saada, daïra de Yellel et wilaya de Relizane. Elle occupe une surface de 98000 m² avec 23000 m² en bâtis comprenant un bloc administratif, un atelier abritant les ateliers procès, réception de lait de ferme et fabrication des produits laitiers. Deux bâtiments, abritant les magasins de matières premières et produits consommables. Elle comprend aussi un laboratoire de contrôle et une station d'épuration des eaux usées. (GIPLAIT/SPA 2017).

Son objectif est conçu pour la fabrication des produits upérisés de longue conservation (lait, fromage à pâte molle type camembert). Son rôle principal est la transformation du lait et la production de pâte molle « camembert » qui est un produit très rentable. (GIPLAIT/ SPA 2017)

V.1.1. Méthodes et procédés utilisés :

V.1.1.1. La standardisation du lait :

C'est un procédé d'écémage spécial qui permet d'adapter la formule du lait de différentes fermes. La standardisation est réalisée avec un séparateur de crème standardisé utilisant la force centrifuge. Voir le diagramme de la Figure V-1.

La réception du lait cru :

L'unité de sidi Saada reçoit quotidiennement des quantités importantes du lait qui destiné à la fabrication des produits laitiers « les fromages », les conditions d'hygiène sont respectées pendant le ramassage et la collecte de lait, le lait de vache provient des éleveurs est porté dans des camions citerne en acier inoxydable bien nettoyé avant et après l'utilisation parce que le lait est un excellent milieu de culture microbienne.

Durant la réception du lait, des mesures physico-chimiques ont porté essentiellement sur l'acidité, la densité, température et la matière grasse.

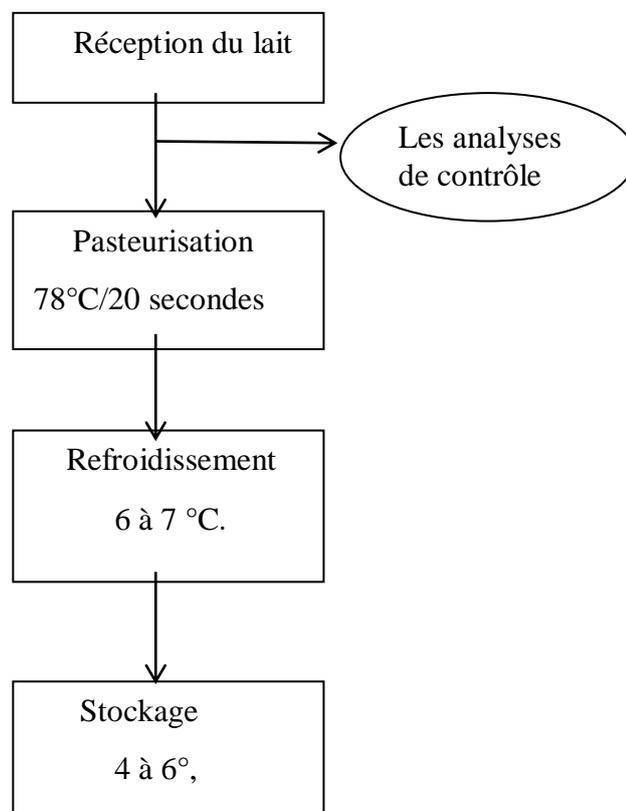


Figure V-1 : Diagramme de standardisation du lait.

V.1.1.2. La production de camembert :

La fabrication du camembert nécessite de passer par plusieurs étapes technologiques qui peuvent être résumer dans un diagramme. (Figure N°01).

V.1.1.2.1. Préparation du lait :

Le lait utilisé pour la réalisation de fabrication de fromage est un lait cru et frais.

V.1.1.2.2. Standardisations :

Elle consiste à standardiser la composition en matière grasse du lait à 26g / L, déterminant ainsi la qualité de la matière grasse du fromage.

V.1.1.2.3. Pasteurisations :

La pasteurisation est un traitement thermique qui garantir la destruction de tous les germes pathogènes et la majorité des bactéries responsables d'altération (Emilie ,2009).

V.1.1.2.4. Maturation du lait :

Après un stockage d'une journée à température de 4°C, le lait est soutiré vers les tanks de la salle de maturation ou il subit en premier temps un réchauffage à 40°C, puis une maturation de 1 heure à 2 heures.



Figure V-2 : les tanks de maturation.

V.1.1.2.5. Coagulation :

La présure utilisée est d'origine végétale et se présente sous forme d'une poudre jaunâtre constitué des cristaux très fins, la coagulation a lieu dans des bassines ou le lait arrive à une température de 38°C.

Une fois l'emprésurage effectué à raison de 50 ml dans 165 L de lait, On s'attend à ce qu'une floculation se produise pour déterminer le temps de coagulation tout en maintenant la température de la pièce de fabrication entre 36 ° C et 38 ° C. [33]

Le temps de prise marqué le début de la coagulation proprement dite, Détection du fromage selon une méthode expérimentale consistant à insérer votre doigt dans le lait emprésuré et le soulever doucement, s'il y a apparition de petits grumeaux sur le doigt on dit que le lait a pris. Le temps de prise est généralement de 07 à 10 minutes par contre le temps de coagulation totale dure à peu près 30 à 45 minutes .la durée de coagulation est égale à trois fois le temps de prise.



Figure V-3 : l'étape de coagulation du lait

V.1.1.2.6. Tranchage :

Les coagulations sont coupées en petits cubes de 1 cm³ à l'aide d'un couteau racleur. Le caillé est ensuite laissé au repos pendant 22 à 25 minutes pour permettre la montée du sérum.



Figure V-4 : Découpage en cube.

V.1.1.2.7. Synérèse :

Est une opération manuelle pour faciliter l'exsudation du sérum.

V.1.1.2.8. Soutirage :

Le caillé est séparé du lactosérum, qui sera ensuite jeté. Ce dernier est plus ou moins soluble dans les minéraux et les protéines et contient des traces de lactose. (Emilie ,2009).

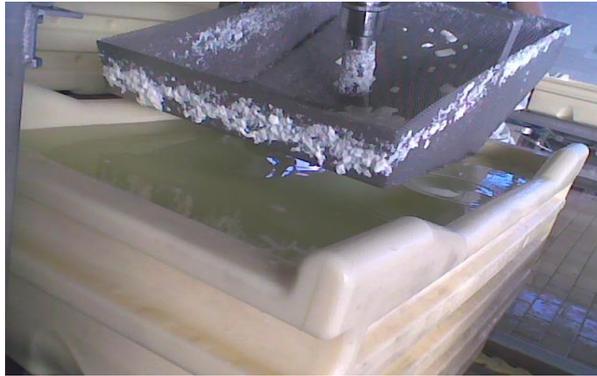


Figure V-5 : Soutirage.

V.1.1.2.9. Moulage :

Après avoir soutiré 1/3 lactosérum par soutirage, il suit le processus du moulage. Chaque bassine correspond à trois clayons, chaque clayons comprend 24 moules.



Figure V-6 : _moulage

V.1.1.2.10. Retournements :

Il permet d'évacuer le lactosérum accumulé dans des cavités, de rendre plus homogène la teneur en eau aux différents endroits et d'accélérer l'égouttage.

Les pièces obtenues subiront 2 retournements consécutives, le premier retournement est adoptée 1 heure 30 minutes après moulage et suivie d'un deuxième retournement 3 heures après moulage.



Figure V-7 : l'étape de retournement.

V.1.1.2.11. Egouttage :

L'égouttage est un phénomène dynamique qui produit une grande quantité de lactosérum et s'accompagne d'un retrait et d'un durcissement du gel. [33]

Cette procédure se déroule dans la chambre d'égouttage à une température (20-28 ° C) qui diminue de 1 ° C par heure à 20-22 ° C ou reste constante durant toute nuit.



Figure V-8 : l'étape de l'égouttage.

V.1.1.2.12. Démoulage :

Les pièces de camembert sont enlevé des moules et placés dans des toiles métalliques qui se déplace vers la sale de salage.

V.1.1.2.13. Salage :

Lorsque l'acidité du lactosérum atteint 80 à 90 ° D. les caillés sont sortis des moules,

placés dans des claies de salage et immergés dans un bain de saumure pendant 20 minutes, la durée du salage dépend de l'acidité du lactosérum. Lorsque l'acidité diminue, la durée du salage augmente, cette opération complète l'égouttage et crée un milieu sélectif à la surface des fromages. [33]

Caractéristique de la saumure :

- Température : 14° c.
- Densité : 1180.
- Concentration du sel 320 g/L.

V.1.1.2.14. Ressuages :

Les fromages sont ressuyés pendant 24 heures dans une chambre réglée de 15° c, et une hygrométrie d'ordre de 95 %.

Cette étape consiste en un complément d'égouttage.

V.1.1.2.15. Affinage :

Les fromages sont placés dans une salle appelée hâloir durant 11 à 12 jours dont les conditions d'ambiance réglés à température 12° C et d'humidité relative 95-98% donc c'est l'étape finale de la fabrication du camembert. Ceci étant fait, une première pulvérisation, d'une suspension de spores de *penicillium candidum* lyophilisant, est effectuée.

Les fromages sont retournés une fois tous les deux jours, cette opération est à chaque fois accompagnées par une nouvelle pulvérisation.

- A partir du 5^{ème} jour d'affinage, le *penicillium* commence à envahir la surface des fromages.

[33]

V.1.1.2.16. Conditionnement et stockage :

Après 11 à 12 jours de l'affinage les pièces de camemberts sont emballés dans des boîtes en carton et le stockage se fait à une température de 4°C.

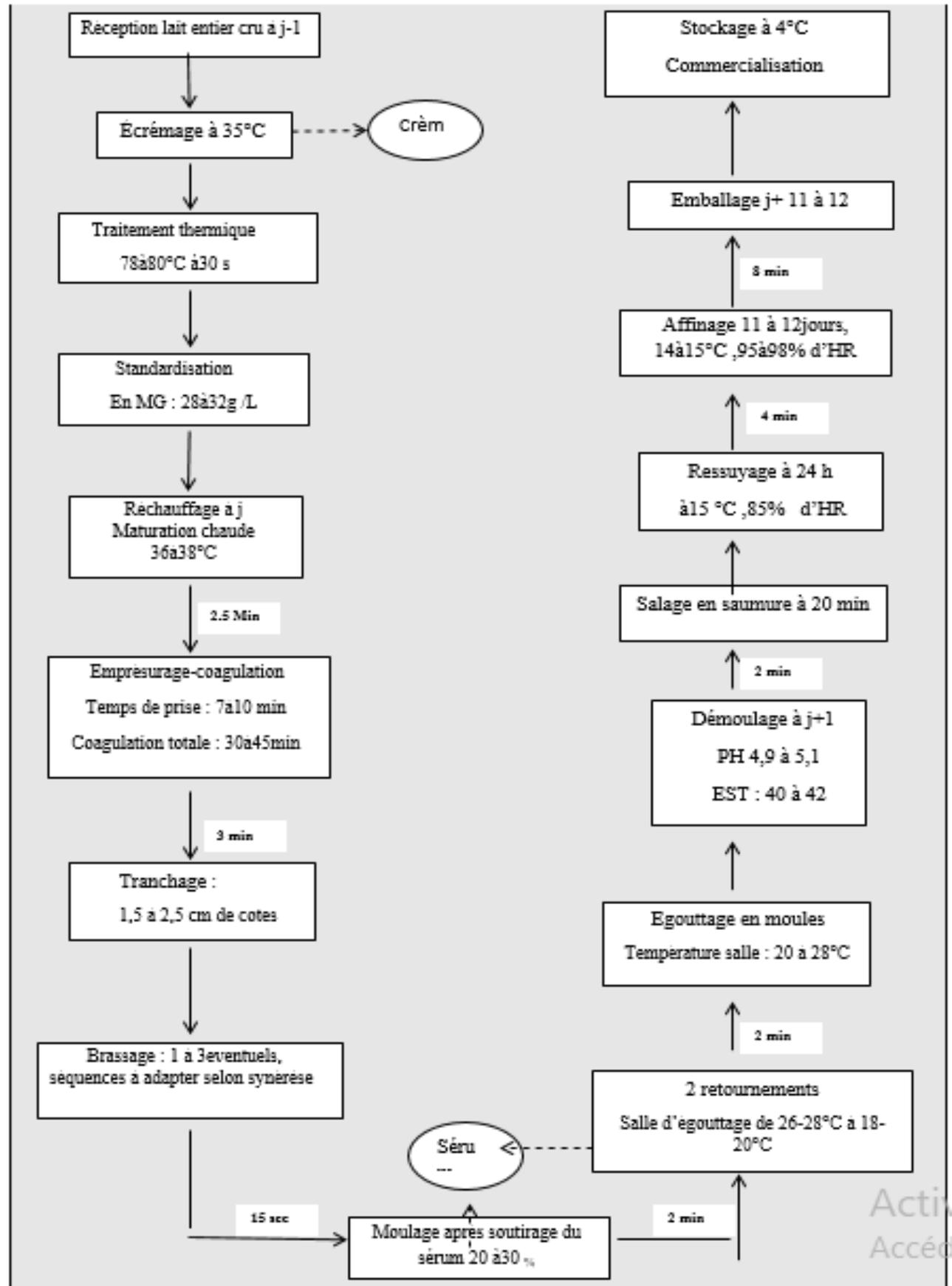


Figure V-9 : schéma général de fabrication de fromage à pâte molle « camembert »

V.1.2. Modélisation du système sous le logiciel ARENA :

Pour mieux comprendre la simulation nous allons définir les entrées et les hypothèses du système avant de présenter la modélisation.

V.1.2.1. Les entrées et Les hypothèses du système :

V.2.1.1. Les entrées :

Dans notre modèle, les entrées seront présentées par des entités qui se caractérisent elles-mêmes par des attributs, qui sont (taille du lot, priorité, le poids de la pièce, le volume du lait).

V.2.1.2. Les hypothèses :

Vu que le système est très complexe, on va prendre quelques hypothèses pour faciliter la modélisation pour les deux modèles :

- Au cours d'une année, on considère deux jours de weekend Vendredi et Samedi (arrêt de production).
- L'usine fabrique deux types de boîtes 250g et 350g.
- Les matières premières : les boîtes, les cartons, la présure, les additifs alimentaires et les étiquettes d'emballage sont disponibles en tout moment.
- Les temps de déplacement des lots et des entités sont présentés dans la figure V-9.
- Les machines sont fiables, alors dans notre simulation on ne prend pas en considération la maintenance des machines.
- Nous avons deux produits finis à étudier qui sont définis comme suit :
 - Des produits de poids 250g,
 - Des produits de poids 350g.
- Le temps de déplacement des opérateurs n'est pas pris en considération.
- On ne prend pas les pannes des ressources en considération.

pour chaque une (pour le transfert de tank vers la bassine on a utilisé les trois blocs : « Size Regulator », « Flow », « Release Regalator »), puis un bloc « Assigne » pour vérifier le type de moule (250g ou 350g), par la suite ils rentrent dans la station coagulation, le bloc « Route » qui transfère les bassines vers la station suivante pour les trois opérations : tranchage, synérèse, soutirage, et ensuite la station de moulage on a utilisé le bloc « Flow » pour vider la bassine et un bloc « Separate » pour séparer l'entité en trois plateaux (chaque plateau correspond à 24 pièces), après l'entité prend un repos d'une heure et demi dans un bloc « Delay », par la suite nous avons placé un bloc « Batch » pour qu'il puisse rassembler les entités en six entités pour les passer vers la station de retournement (retournement 1, retournement 2) qu'il suit la station d'égouttage, démoulage, salage, ressuyage, et l'opération raffinage qui est présentée par un bloc « Delay » pour laisser les entités reposer pendant 11 à 12 jours, finalement ils les transfèrent par « Route » vers la station d'emballage, ils passent par « Separate » pour séparer en 15 plateaux, il suit aussi par un autre « Separate » pour séparer en 24 pièces ensuite par le processus de conditionnement et, donc les entités qui sortent sont stockées par la suite dans le stock selon le poids de la pièce on utilise un bloc « Decide », à la fin on obtient deux types de produits finis.

V.1.2.2.2. modélisation de la boucle de changement de moule de Sidi Saada:

Puisque on a deux types de produits finis on a fait une boucle de changement de moule, pour choisir le type de produit à fabriquer.

changement de moule

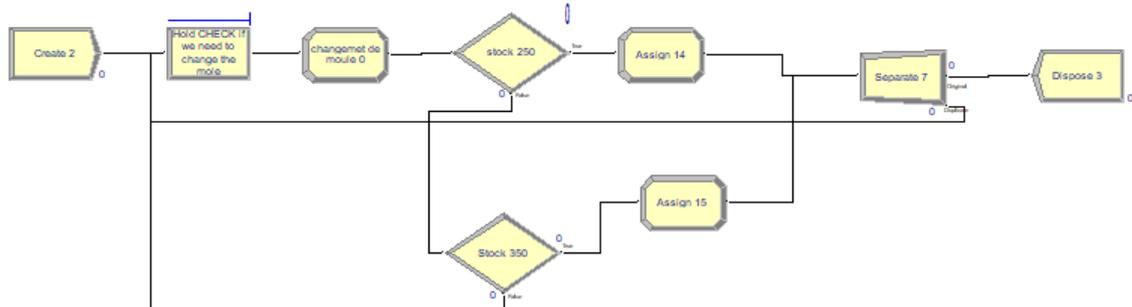


Figure V-11 : capture d'écran de la boucle de changement de moule.

Cette boucle commence par un bloc « create » pour l'entrée d'une entité qui sert à démarrer la boucle suivie par un bloc « hold » pour vérifier la condition si nous avons besoin

de changer le moule puis un bloc « Assign » pour réinitialiser la condition mise dans le bloc « hold », ensuite deux bloc « Decide » un pour le type 250 g et l'autre pour le type 350g qui vérifie si le stock est inférieur à un poids spécifié pour lancer la production de nouveau, puis deux bloc « Assign » pour connaître le poids choisi.

V.1.2.2.3. Modelisation de la boucle des demandes clients de Sidi Saada :

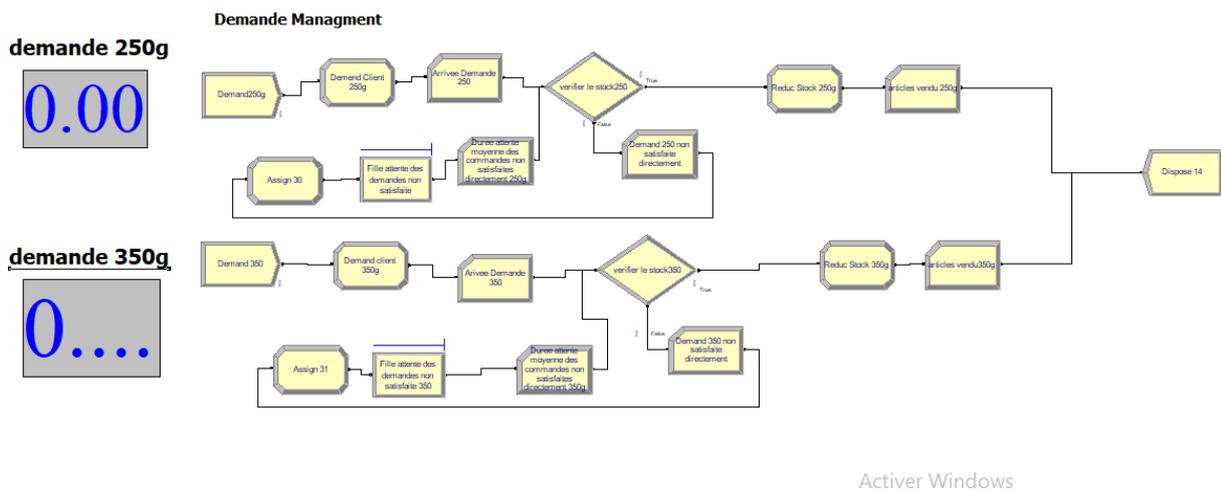


Figure V-12 : capture d'écran de la boucle des demandes clients.

Cette boucle commence par un bloc « Create » pour l'entrée d'une demande suivie par un bloc « Assign » qui montre la quantité demandée puis un bloc « Record » pour compter le nombre des demandes arrivées, ensuite un bloc « Decide » pour vérifier si notre stock satisfait la demande ou non : si oui l'entité passe par un bloc « Assign » pour réduire la quantité de la demande du stock disponible puis un bloc Record pour compter le nombre des produits vendus. Sinon l'entité passe par un bloc « Record » qui sert à compter le nombre de demandes non satisfaites directement, suivie par un bloc « Assign » pour mettre la demande comme une demande attendue pour la satisfaire puis rentre dans la file d'attente du bloc « Hold » jusqu'au le stock disponible devenu supérieur à la quantité demandé.

V.1.2.3. La modélisation du système de l'entreprise Sidi Saada avec la DDMRP :

Dans cette partie nous allons définir les étapes du DDMRP du point de vu modélisation, Ainsi, cette partie présente les sous-parties suivantes : le positionnement stratégique des buffers, les calculs des zones des buffers, l'ajustement dynamique, la planification pilotée par la demande et l'exécution visible et collaborative.

V.1.2.3.1. Positionnement stratégique des buffers :

Dans notre cas d'étude, on va positionner les buffers selon la nomenclature de la boîte de camembert, donc le positionnement se fait aux niveaux : du stock de la matière première « le lait cru » et les stocks des produit finis.

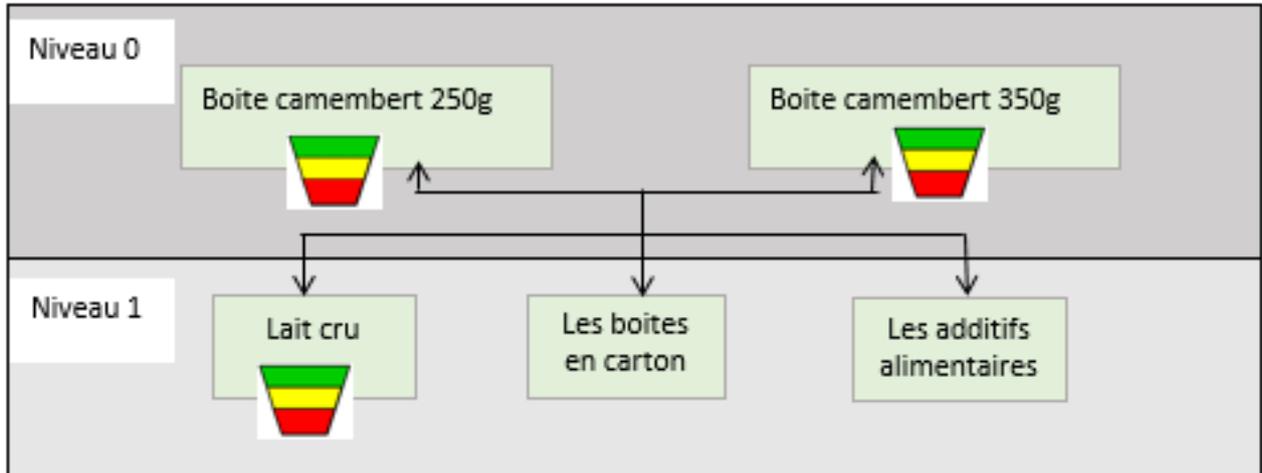


Figure V-13 : Positionnement stratégique des buffers à partir de la nomenclature.

V.1.2.3.2. Détermination des profils des buffers :

Dans cette deuxième étape nous allons calculer les profils des zones (rouge, jaune et verte) pour chaque buffer.

Pour buffer de la matière première « lait cru » :

- CMJ=10000.
- Lead Time =2 jours.
- Facteur de lead time = court (0.8)¹⁵
- Facteur de variabilité = moyen (0.5)

Pour buffer de le produit fini 250g :

- CMJ=50.
- Lead time = 12 jours

¹⁵ Le profil du buffer permet de déterminer le facteur de délai et de variabilité. Dans notre cas, puisque le délai est considéré comme court, le facteur de délai est compris entre 0,61 et 100% et puisque la variabilité est considérée comme moyenne, le facteur de variabilité est aussi compris entre 0,41 et 0,60. Chaque facteur, devant être compris entre ces intervalles, est ensuite choisi empiriquement par l'entreprise.

CHAPITRE V : APPORT SCIENTIFIQUE

- Facteur de lead time = moyen (0.5)
- Facteur de variabilité = moyen (0.5)

Pour buffer de le produit fini 350g :

- CMJ=32.
- Lead time = 12 jours
- Facteur de lead time = moyen (0.5)
- Facteur de variabilité = moyen (0.5)

Calcule des profils des buffers :

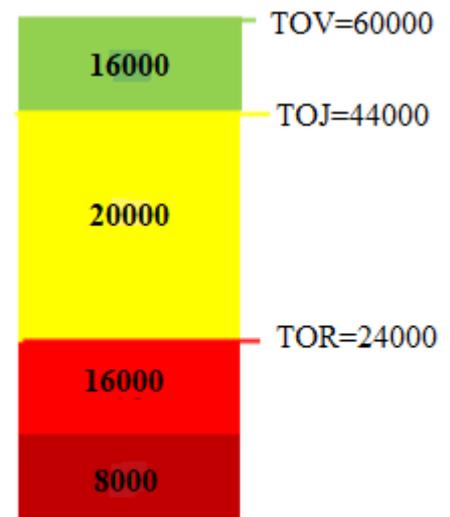
✓ *Calcule de lait cru : $LT = 2j$; $FLT = 0.8$; $FV = 0.5$.*

Zone verte : $10000 * LT (2) * FLT (0.8) = 16000$.

Zone jaune : $10000 * LT (2) = 20000$.

Zone rouge ; base rouge : $10000 * LT (2) * FL (0.8) = 16000$.

Sécurité rouge : $base\ rouge * FV (0.5) = 8000$.



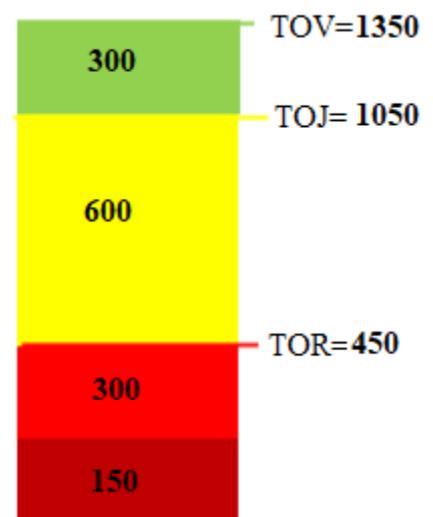
✓ *Calcule de buffer 250g : $LT=12j$, $FLT=0.5$, $FV=0.5$.*

Zone verte : $CMJ (50) * LT (12) * FLT (0.5) = 300$.

Zone jaune : $CMJ (50) * LT (12) = 600$.

Zone rouge ; base rouge : $CMJ (50) * LT (12) * FL (0.5) = 300$.

Sécurité rouge : $base\ rouge (300) * FV (0.5) = 150$.



✓ *Calcul de buffer 350g : $LT=13$ j, $FLT=0.5$, $FV=0.5$.*

Zone verte : $CMJ (32) * LT (13) * FLT (0.5) = 208$.

Zone jaune : $CMJ (32) * LT (13) = 416$.

Zone rouge ; base rouge : $CMJ (32) * LT (13) * FL (0.5) = 208$.

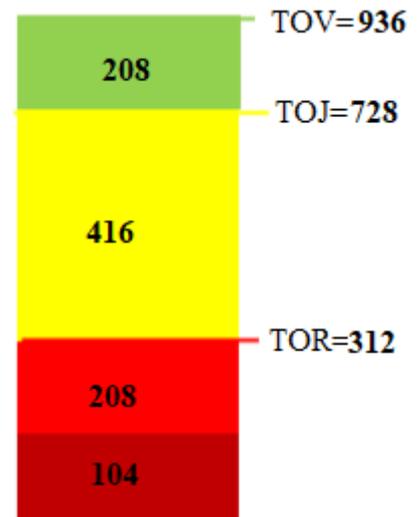
Sécurité rouge : base rouge (208) * $FV (0.5) = 104$.

N.B :

$TOR^{16} = \text{zone rouge base} + \text{zone sécurité}$.

$TOJ^{17} = TOR + \text{zone jaune}$.

$TOV^{18} = TOJ + \text{zone verte} = \text{la quantité du stock du buffer}$.



V.1.2.3.3. le système avec la DDMRP :

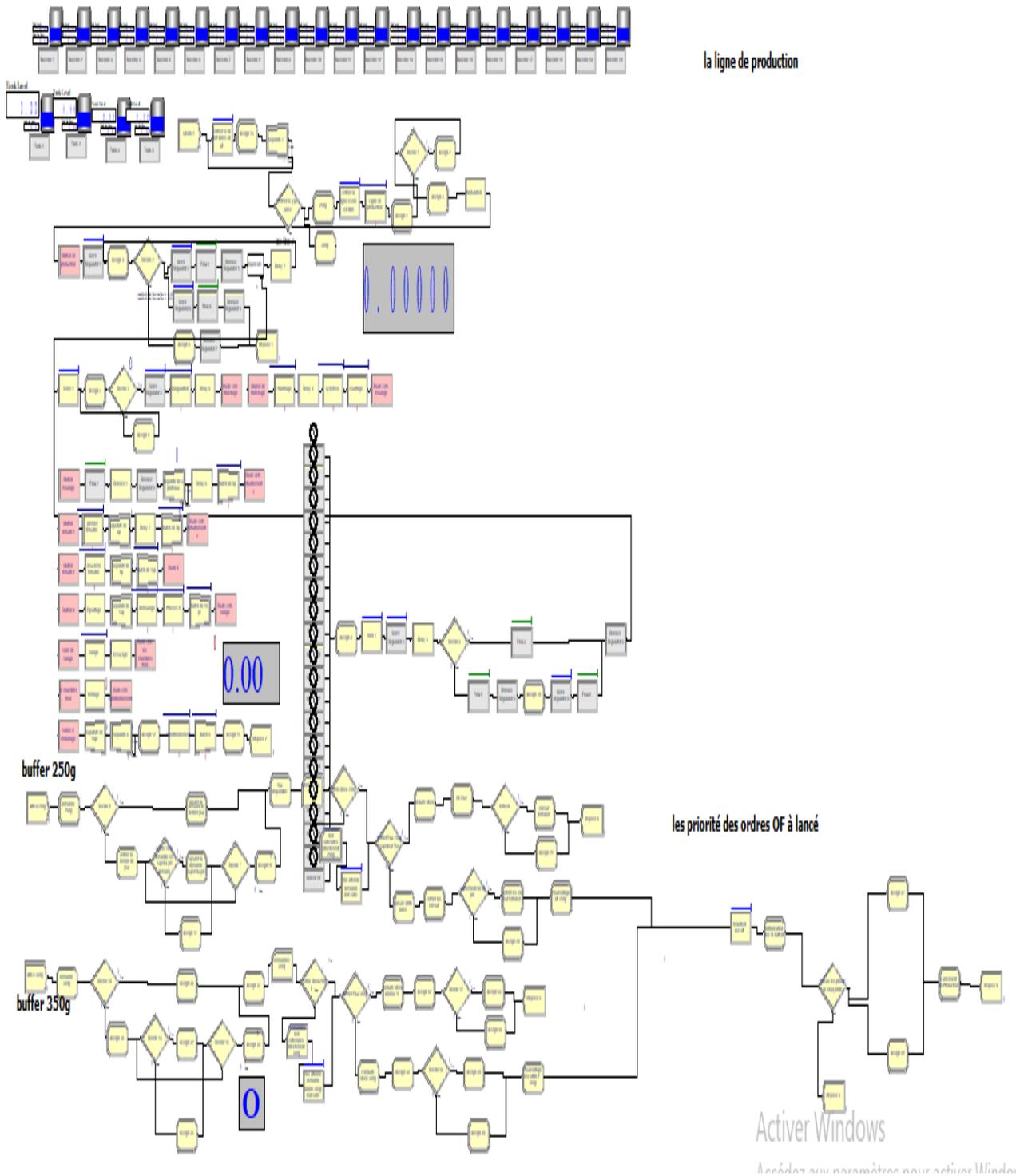
Il se compose de cinq parties :

- La ligne de production : on prend la même du système précédent.
- Buffer 250g
- Buffer 350g.
- La boucle des ordres de fabrication.
- Les indicateurs de performance.

¹⁶ TOR : Top Rouge, la somme des deux zones rouges.

¹⁷ TOJ : Top Jaune, la somme de la zone rouge plus la zone jaune.

¹⁸ TOV : Top vert, c'est la somme de toutes les zones du buffer.



FigureV-14 : capture d'écran de modélisation Arena avec la méthode DDMRP.

V.1.2.3.3.a. La modélisation de la ligne de production :

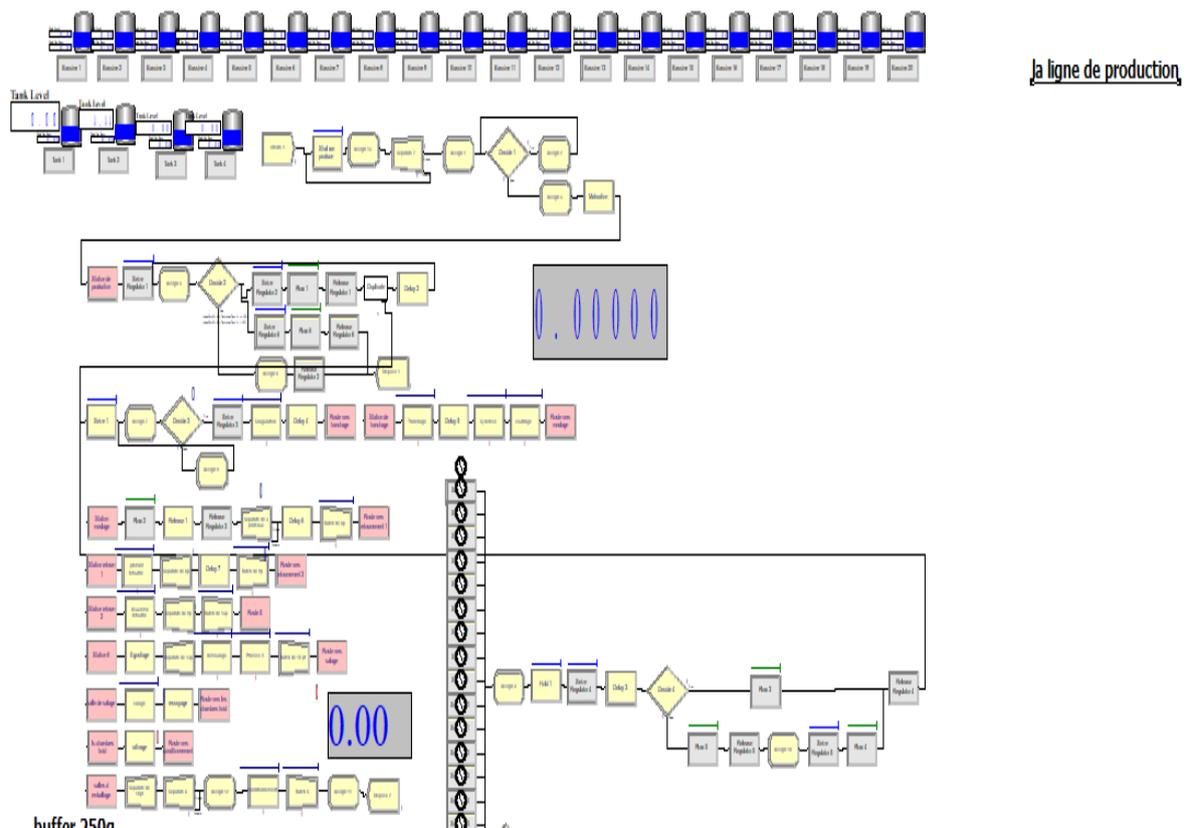


Figure V-15 : Capture d’écran de la ligne de production sur Arena.

On a pris la même ligne de production de la partie modélisation sans la méthode DDMRP, sauf quand on a utilisé la méthode DDMRP, elle est nécessaire de mettre un ordre de fabrication reçu par les buffers pour démarrer la production, alors on a utilisé un bloc « Hold » qui contient une condition pour vérifier si on doit lancer la production ou non comme le montre la figure V-16, puis un bloc « Decide » pour vérifier le type du produit à fabriquer. (Voir la figure V-17) alors quand on commence la production selon un OF reçu par le buffer, on calcule la quantité en stock j jusqu’au devenu égale à OF, donc on arrête la production et on attend le reçoit d’un autre OF, enfin les produits finis sont stockés selon le type de produit (voir la figure V-18).

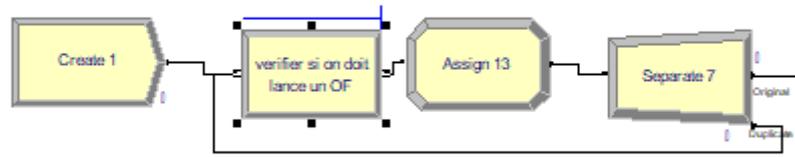


Figure V-16 : Capture d'écran présente la boucle de vérification des OF.

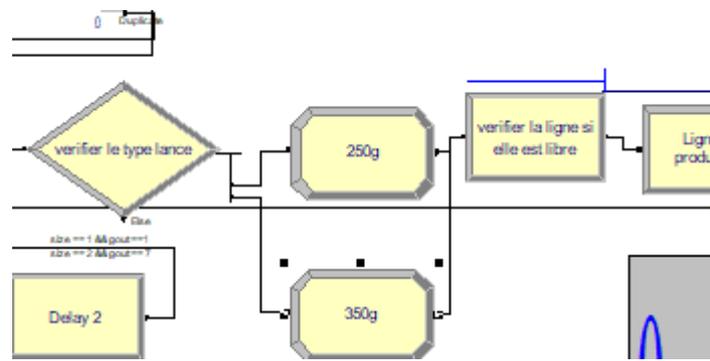


Figure V-17 : Capture d'écran présente la vérification du type.

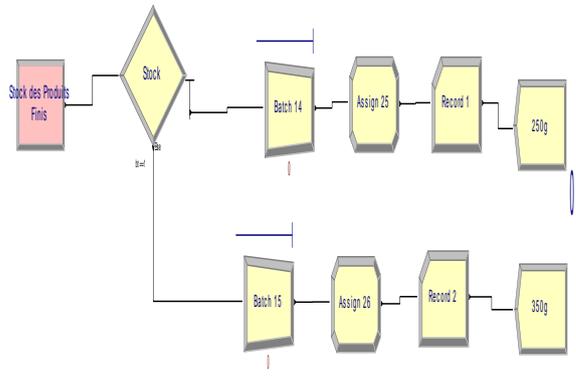


Figure V-18 : Capture d'écran présente la boucle de stockage.

V.1.2.3.3.b. La modélisation des buffers :

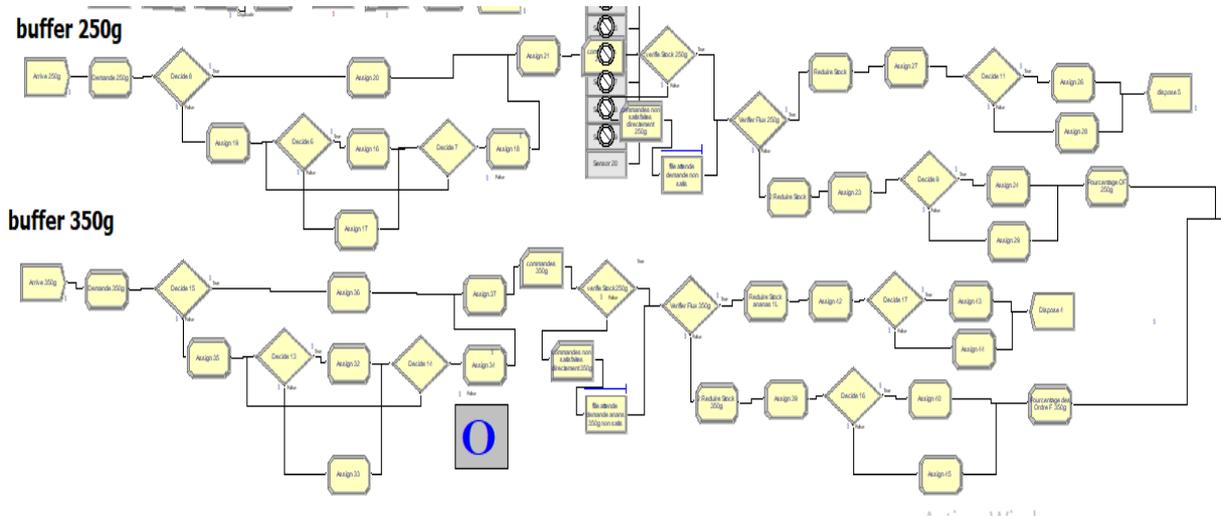


Figure V-19 : Capture d'écran présente la boucle de calcul des buffers.

On a incrémenté des calculs dans la modélisation pour obtenir les résultats suivants :

- Les calculs de pic.
- Horizon.
- Demande qualifiée, et approvisionnement en cour.
- Stock physique disponible.
- Équation de flux.
- Ordre lancé, priorité et pourcentage de l'OF.

On va montrer tous ces calculs dans les prochaines étapes du DDMRP.

V.1.2.3.3.c. Les indicateurs de performance :

Nous avons créé plusieurs indicateurs de performance, pour faire la comparaison entre les deux modèle. Alors pour extraire les résultats de ces indicateurs lors de la simulation, nous avons défini dans *Arena Statistic – Advance Process*

Name	Type	Expression	Report Label
1 Taux de rotation de stock 250g	Output	(OVALUE(Cout d achat 250g) / OVALUE(Stock Moyen 250g)) / 16	Taux de rotation de stock
2 Taux de rotation de stock 350g	Output	(OVALUE(Cout d achat 350g) / OVALUE(Stock Moyen 350g)) / 16	Taux de rotation de stock
3 Pourcentage des commandes satisfaites directement 250g	Output	(NC(Arrivee Demande 250g) - NC(Demand 250g non satisfaites directement)) / NC(Arrivee Demande	Pourcentage des
4 Pourcentage des commandes satisfaites directement 350g	Output	(NC(Arrivee Demande 350g) - NC(Demand 350g non satisfaites directement)) / NC(Arrivee Demande	Pourcentage des
5 Stock Moyen 250g	Output	(I20 + Stock (1)) / 2	Stock Moyen 250g
6 Stock Moyen 350g	Output	(I20 + Stock (2)) / 2	Stock Moyen 350g
7 Cout d achat 250g	Output	(I20+NC(Sold items 250g) - Stock (1)) * Profit_items(1)	Cout d achat 250g
8 Cout d achat 350g	Output	(I20 + NC(Sold item 350g) - Stock (2)) * Profit_items(2)	Cout d achat 350g
9 Lead Time 250g	Output	12 +(TAVG(Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 250)/16)	Lead Time 250g
10 Lead Time 350g	Output	12 +(TAVG(Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 350)/16)	Lead Time 350g
11 Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement	Output	TAVG(Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 250)/16	Duree attente moyenne des
12 Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement	Output	TAVG(Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 350)/16	Duree attente moyenne des

FigureV-20 : Les indicateurs de performance.

Ce bloc nous a permis de calculer ces différents indicateurs de performance :

- Pourcentage des commandes satisfaites directement.
- La durée d'attente moyenne des commandes non satisfaites directement.
- Taux de rotation des stocks.
- Taux de couverture des stocks.
- Stock moyen.
- Lead Time.

V.1.2.3.4. L'ajustement dynamique :

Pour faire l'ajustement dynamique, on utilise une des trois méthodes suivante :

1. L'ajustement recalculé,
2. L'ajustement planifié,
3. L'ajustement manuel. [21]

Donc, nous avons choisi l'ajustement recalculé basé sur CMJ. Il est réalisé par un réglage au niveau des buffers.

Dans notre cas d'étude le CMJ est stable tout au long de la période de simulation, qui en résulte un ajustement dynamique des zones des buffers stable pendant toute la période.

V.1.2.3.5. Planification pilotée par la demande :

La planification basée sur la demande consiste à planifier les ordres de fabrication dans DDMRP, par l'équation de flux qui est déjà expliqué dans le chapitre trois.

Flux disponible = stock physique + ordre lancé- demande réelle qualifiée.... (*)

- Le calcul de pic de demande, l'horizon de pic, la demande et la demande qualifiée sont calculer dans cette boucle :

buffer 250g

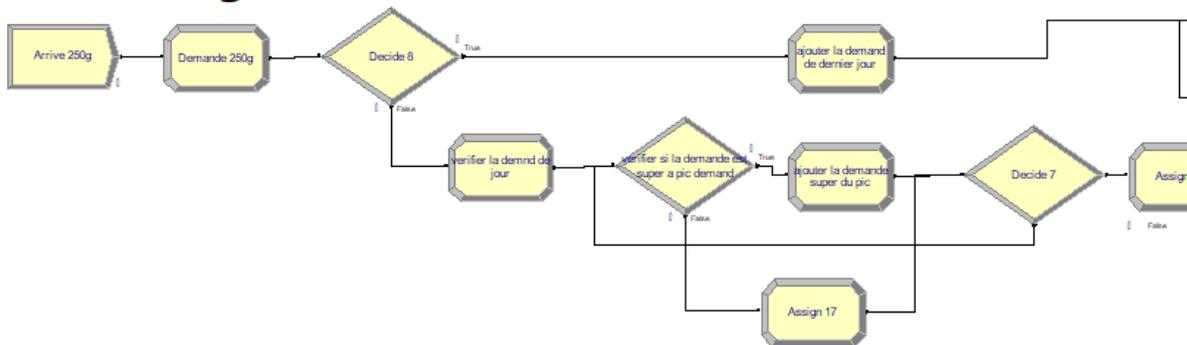
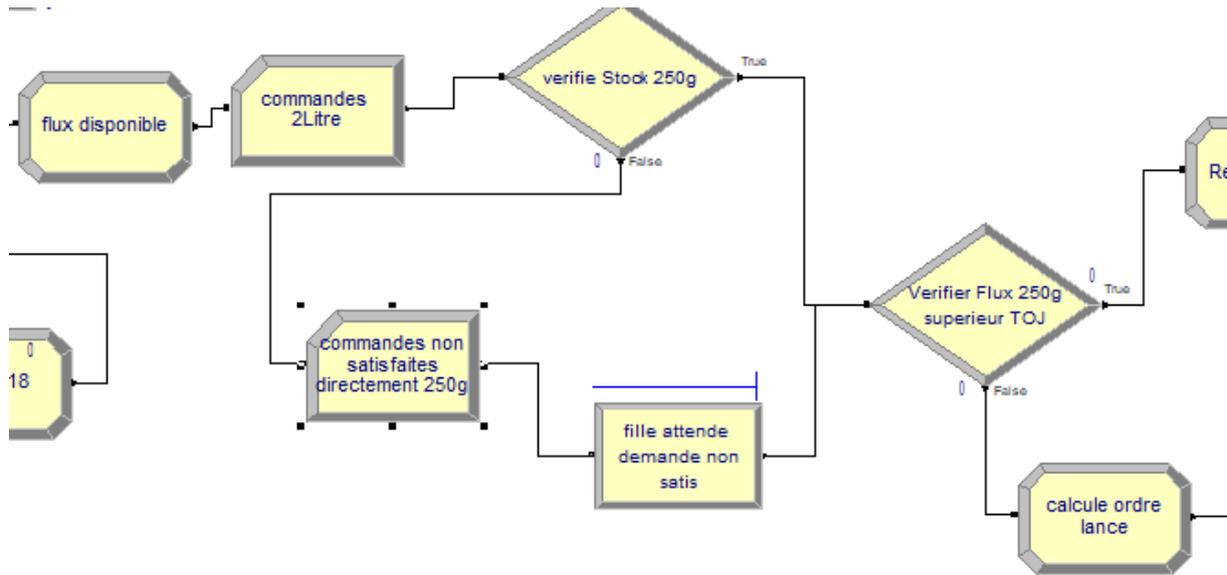


Figure V-21 : Capture d'écran de la boucle de calcul de pic de demande, l'horizon de pic, la demande et la demande qualifiée.

Cette boucle démarre par l'entrée d'une entité chaque jour représente la demande client suivie par un bloc « Assign » pour définir sa quantité ,puis passe par un bloc « Decide » pour commencer le calcul des demandes qualifier du mois prochaine, il suit par un bloc « Assign » pour obtenir la demande du jour, ensuite entre dans un bloc « Decide » pour vérifier si elle est supérieur au pic de demande (on prend 50% de la zone rouge), si oui donc elle sera ajoutée à la demande qualifié.

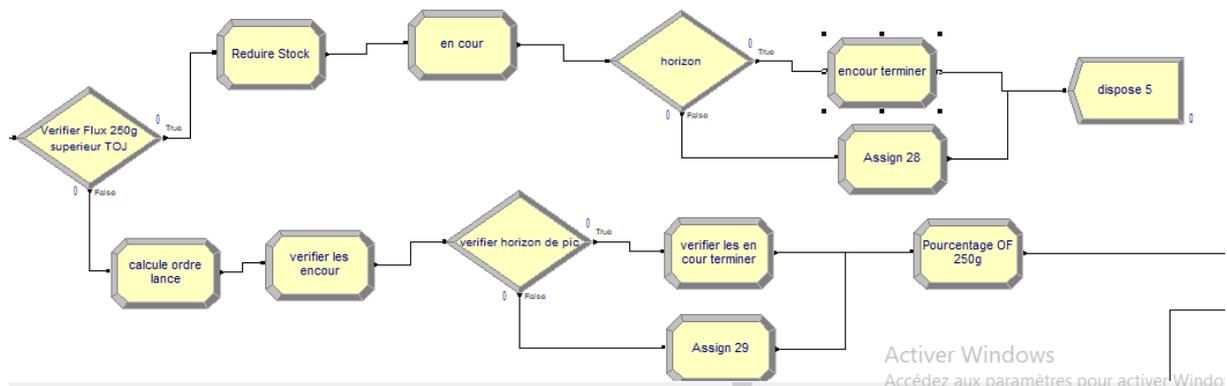
- Calculer de l'équation de flux :



FigureV-22 : Capture d'écran de calcul de l'équation de flux.

On commence par le bloc « Assigne » qui contient le calcul de l'équation de flux(*), on prend notre stock physique et la demande qualifier qui est déjà calculer dans la boucle précédente et l'approvisionnement qui nous allons calculer dans les boucles suivantes(à $t=0$, Approvisionnement=0), après le bloc « Record » pour calculer les nombres des commandes, après un bloc « Decide » pour vérifier le stock 250g, si le stock est supérieur à la commande, cette dernière est satisfaite directement, sinon elle passe par bloc « Record » pour compter le nombre de commandes non satisfaites directement, ensuite elle entre dans les files d'attente le bloc « Hold » jusqu'à ce que le stock de 250g soit supérieure à la demande.

➤ Le calcul des en-cours :



FigureV-23 : Capture d'écran de calcul des encours.

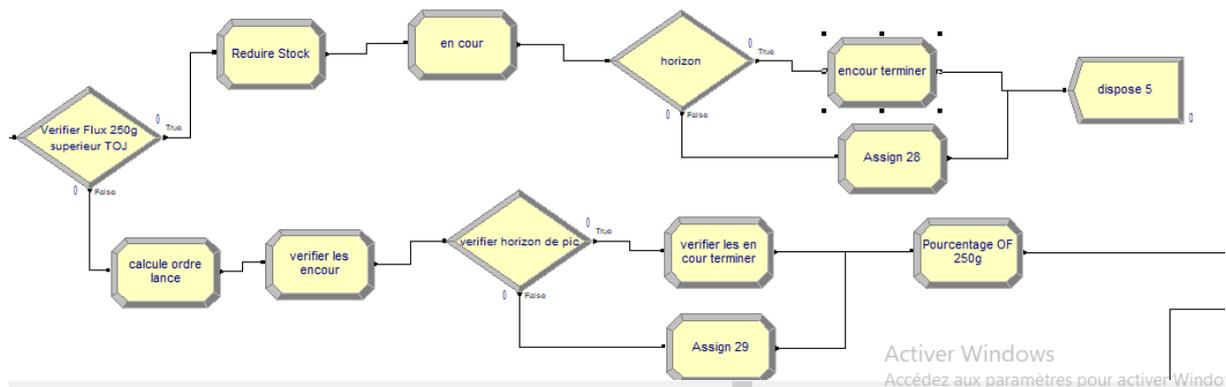
Le bloc « Decide » vérifie si l'équation de flux est inférieure à TOJ, et si cette dernière est vraie, dans le bloc « Assigne » nous calculons l'ordre de fabrication lancé c'est-à-dire les encours par l'équation suivante « TOV- flux disponible », et le bloc « Decide » vérifie l'horizon de la commande pour calculer le en-cours.

V.1.2.3.6. Exécution collaborative et visible :

L'objectif de l'exécution collaborative et visuelle est d'anticiper les alertes de rupture de stock et les délais de livraison, dans notre cas étude nous avons choisi les alertes de rupture de stock.

Dans notre simulation, si nous avons une alerte de rupture de stock dans un buffer, alors un ordre de fabrication sera exécuté, s'il y a plusieurs ordres de fabrication dans la file d'attente, l'ordre de fabrication qui a un pourcentage de l'alerte la plus petite est prioritaire et les niveaux de stock correspondants seront ajustés.

- La boucle de vérification s'il existe un ordre de fabrication et le calcul de son pourcentage :

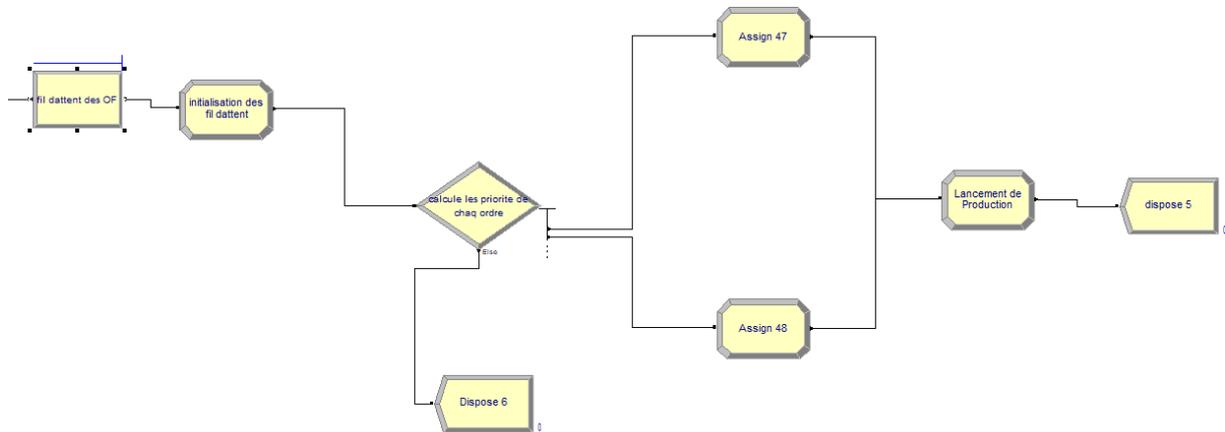


FigureV-24 : capture d'écran de calcul des OF et leurs pourcentages.

La boucle commence par un bloc «Decide » pour la vérification si on a besoin d'un OF par la comparaison entre le flux disponible et le TOJ si « flux disponible > TOJ » on a pas besoin d'un OF à lancé, sinon on passe par un bloc « Assign » pour calculer l'OF à lancé,il suit par un bloc « Assign » pour vérifier les encours(OF) déjà lancé, ensuite un « Decide » pour vérifier l'horizon de pic ,et un bloc « Assign » pour calculer le pourcentage des OF.

- La boucle pour choisir l'ordre de fabrication a lancé :

Les pourcentages de chaque ordre de fabrication pour chaque buffer, sont envoyés à cette boucle pour calculer la priorité de chaque OF, et lancer les ordres selon leur priorité.



FigureV-25 : Capture d'écran d'une boucle de calcul de la priorité des ordres.

Le bloc « Hold » rassemble tous les OF pour chaque buffer, puis un bloc « Decide » qui vérifie les priorités des OF par leurs pourcentages (l'équation de flux / TOV) c'est-à-dire; l'ordre de fabrication qui a un pourcentage faible sera lancé en premier. Puis un bloc « Assigne » pour définir le type d'ordre de fabrication lancé enfin la production est lancée par cet OF.

V.1.3. Expérience, résultats et interprétation :

V.1.3.1. Plan d'expérience :

1. 1er expérience : un environnement idéal.

Quantité de commande : constante.

Fréquence de commande : constante.

2. 2ème expérience : un environnement semi-idéale.

Quantité de commande : variable.

Fréquence de commande : constante.

3. 3ème expérience : l'environnement de notre marché.

Quantité de commande : variable.

Fréquence de commande : variable.

Tableau V-1 : les plans d'expériences.

Scénario	Quantité de commande	Fréquence de commande
1 ^{er} expérience	Constante 20 cartons pour 250g et 350g.	Constante 10 fois par semaine.
2eme expérience	Variable	Constante
3eme expérience	Variable	Variable

V.1.3.2. Expérimentation et interprétation :

Dans cette partie, à partir de la simulation du modèle nous allons présenter les résultats qui ont été trouvés pour chaque expériences à travers des indicateurs de performance qui déjà citer dans les étapes précédentes et dans la méthodologie de recherche, puis nous allons faire des interprétations pour chaque une.

V.1.3.2.1. 1ère expérience : résultats et interprétation :

➤ *Indicateurs liés à la satisfaction des clients :*

Tableau V-2 : indicateur de satisfaction client (Première expérience de Sidi Saada).

Indicateurs	Sans DDMRP	Avec DDMRP
Pourcentage des commandes satisfaites directement 250g.	100%	100%
Pourcentage des commandes satisfaites directement 350g.	26%	100%
Durée d'attente moyenne des commandes non satisfaites directement 250g.	0 jours	0 jours
Durée d'attente moyenne des commandes non satisfaites directement 350g.	4 jours	0 jours

D'après cet indicateur, on peut remarquer que avec la DDMRP l'entreprise a satisfait la demande client pour tous les types sans aucun retard de livraison (la durée d'attente moyenne

des commandes=0) contrairement au sans DDMRP, il n'est pas capable de satisfaire tous les demandes clients ou il résulte un retard de livraison.

Alors DDMRP a été très efficace.

➤ *Indicateurs liés aux stocks :*

Tableau V-3 : indicateurs stock (Première expérience de Sidi Saada).

Indicateur	Sans DDMRP	Avec DDMRP
Taux de rotation des stocks	8.07	2.33
Taux de couverture des stocks	0	12.25
Stock moyen 250g sur mois	200	452
Stock moyen 350g sur mois	70	350

Pour cet indicateur, on remarque que :

- Le taux de rotation des stocks dans le modèle sans DDMRP est supérieure à celle du DDMRP.
- Le DDMRP augmente le taux de couverture.
- Stock moyen sur un mois dans le modèle sans DDMRP sont peu pour les deux produits au contraire du DDMRP.

Le DDMRP était capable de mieux couvrir les stocks.

➤ *Indicateurs liés aux délais :*

Tableau V-4 : indicateurs délais (Première expérience de Sidi Saada) :

Indicateur	Sans DDMRP	Avec DDMRP
Lead Time 250g	12 j	12j
Lead Time 350g	15 j	11j

Pour ces indicateurs, on observe que le DDMRP est capable de minimiser le lead time pour le produit de 350g de 15 jours jusqu'à 11 jours.

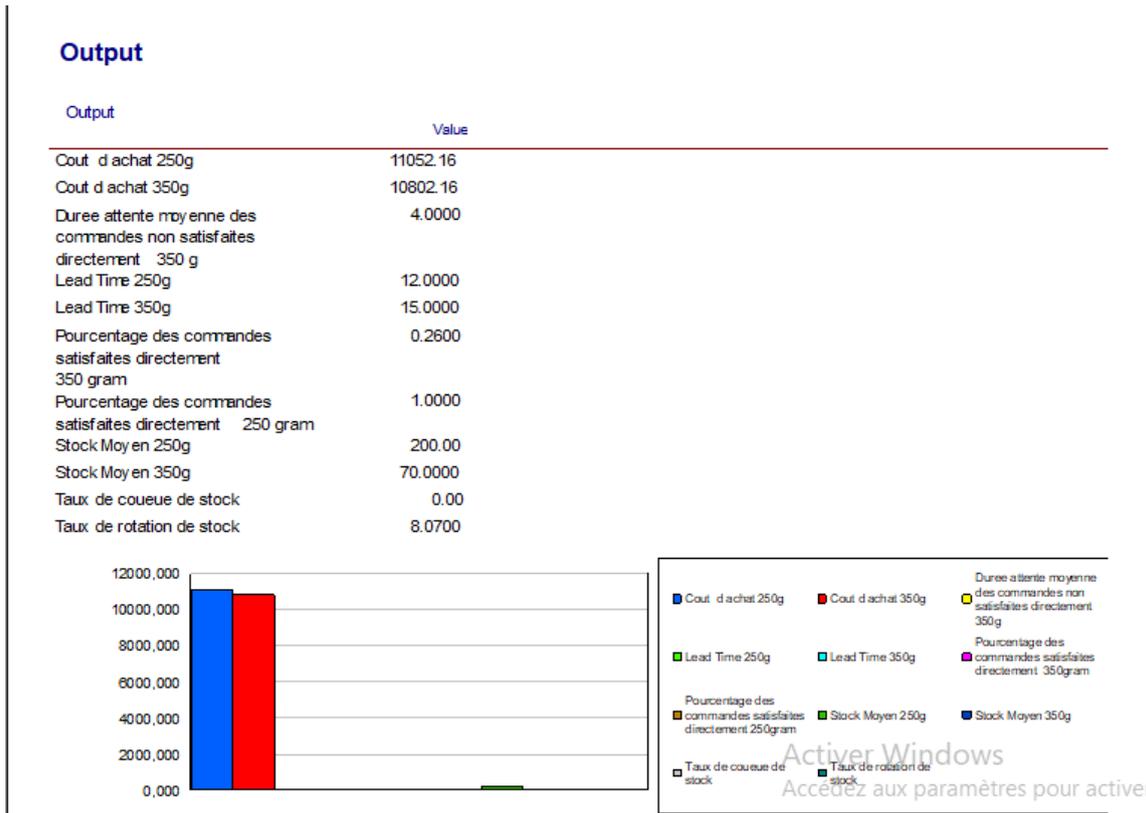


Figure V-26 : Résultat de 1ère expérience de l’entreprise Sidi Saada Sans DDMRP.

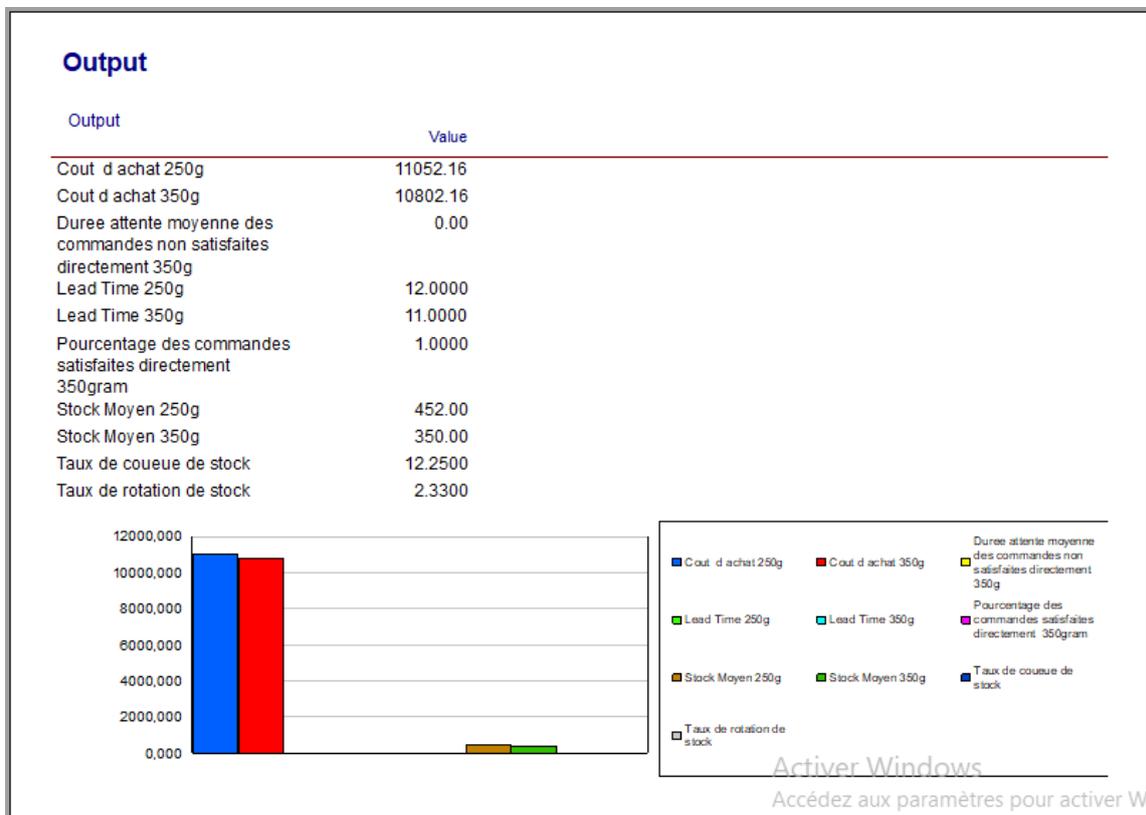


Figure V-27 : Résultat de 1ère expérience de l’entreprise Sidi Saada avec DDMRP.

V.1.3.2.2 2ème expérience : résultats et interprétation

La 2ème expérience, nous avons un scénario d'un environnement idéal, et une source de variabilité de Quantité commandé.

➤ *Indicateurs liés à la satisfaction des clients :*

Tableau V-5 : indicateur de satisfaction client (deuxième expérience de Sidi Saada).

Indicateur	Sans DDMRP	Avec DDMRP
Pourcentage des commandes satisfaites directement 250g	90%	100%
Pourcentage des commandes satisfaites directement 350g	30%	100%
Durée d'attente moyenne des commandes non satisfaites directement 250g	0 jour	0 jour
Durée d'attente moyenne des commandes non satisfaites directement 350g	5.5 jour	0 jour

D'après cet indicateur, on peut remarquer que avec la DDMRP l'entreprise a satisfait la demande client pour tous les types sans aucun retard de livraison (la durée d'attente moyenne des commandes=0) contrairement au sans DDMRP, il n'est pas capable de satisfaire tous les demandes clients ou il résulte un retard de livraison.

➤ *Indicateurs liés aux stocks :*

Tableau V-6 : indicateur de stock (deuxième expérience de Sidi Saada).

Indicateur	Sans DDMRP	Avec DDMRP
Taux de rotation des stocks	7.92jrs	0.55jrs
Taux de couverture des stocks	2.25jrs	13.85jrs
Stock moyen 250g sur mois	225	702
Stock moyen 350g sur mois	82	650

Pour cet indicateur, on remarque que :

- Le taux de rotation des stocks dans le modèle sans DDMRP est supérieure au celle du DDMRP.
 - Le DDMRP augmente le taux de couverture.
 - Stock moyen sur un mois dans le modèle sans DDMRP sont peu pour les deux produits au contraire du DDMRP.
- *Indicateurs Lies aux délais :*

Tableau V-7 : indicateurs délais (deuxième expérience de Sidi Saada) . :

Indicateur	Sans DDMRP	Avec DDMRP
Lead Time 250g	12 j	12j
Lead Time 350g	14 jrs	13j

Pour cet indicateur, on observe que le DDMRP est capable de minimiser le lead time pour le produit de 350g de 14 jours à 13 jours.

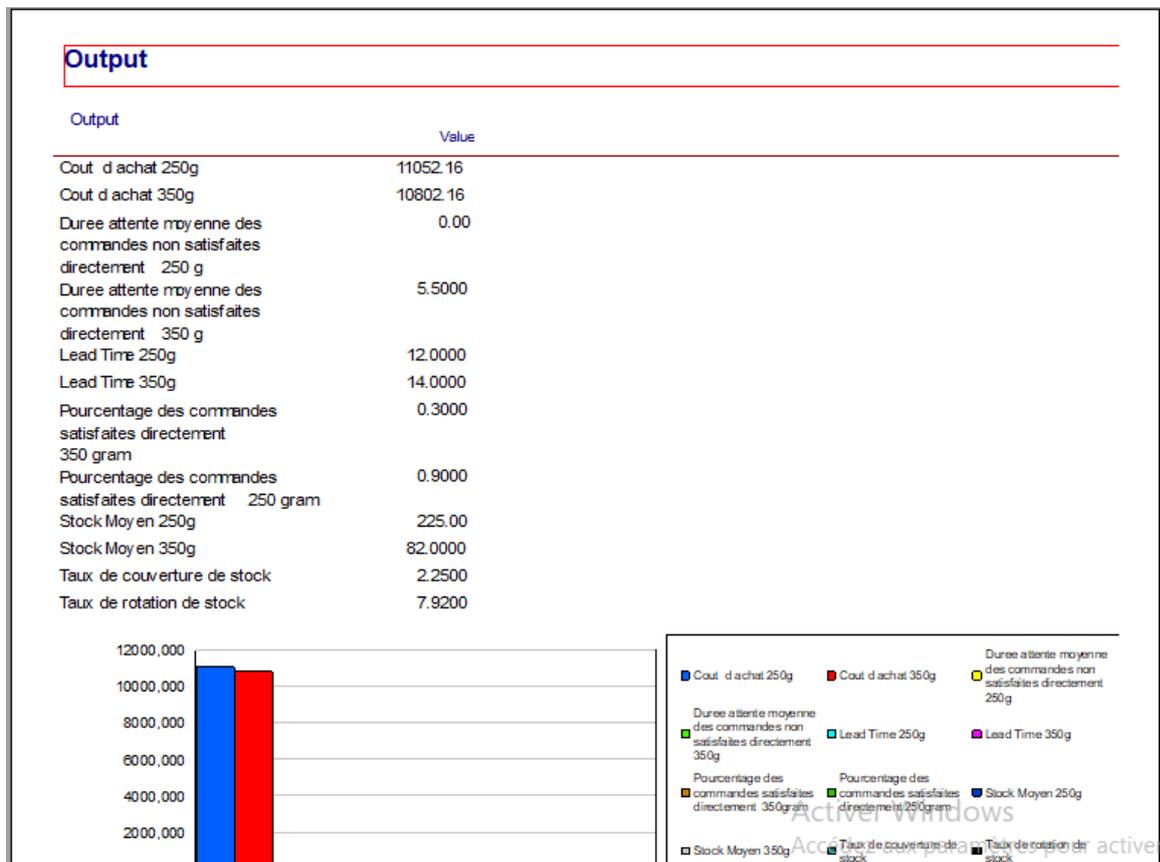


Figure V-28 : Résultats 2ème expérience de l'entreprise Sidi Saada sans DDMRP.

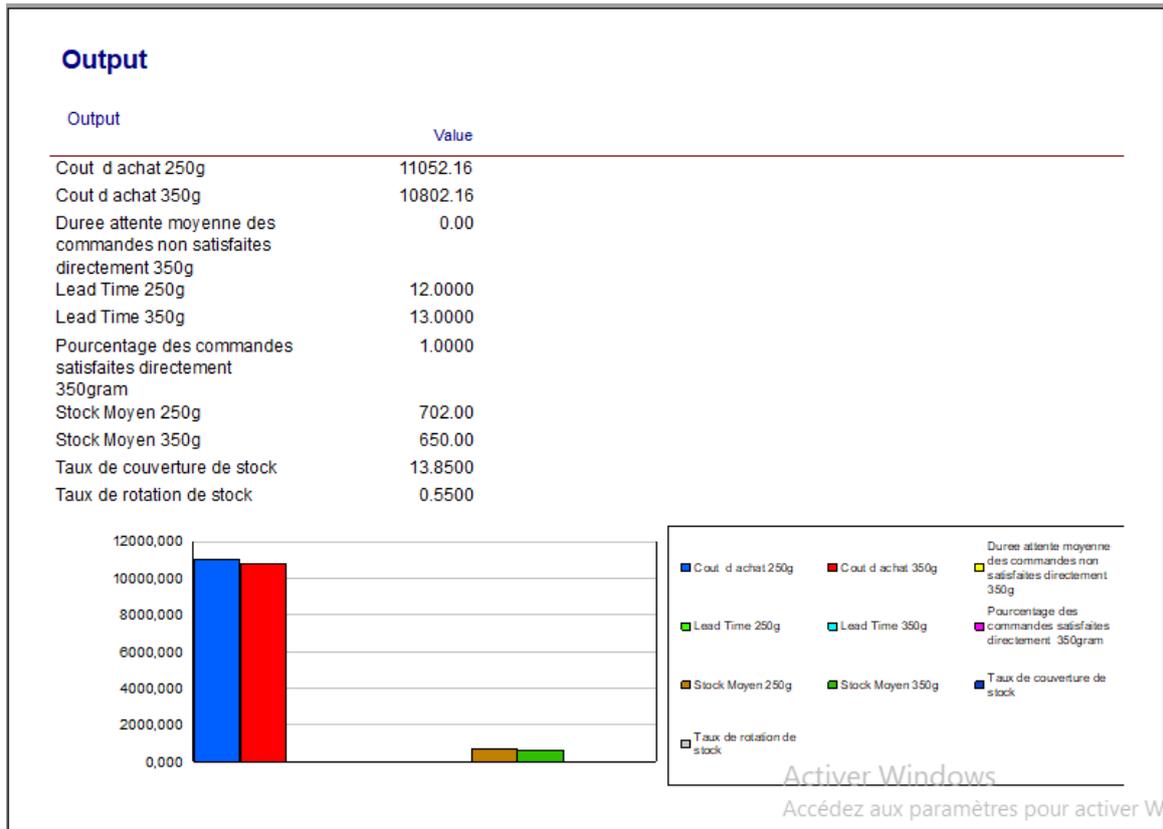


Figure V-29 : Résultats 2ème expérience de l’entreprise Sidi Saada avec DDMRP.

V.1.3.2.3. 3ème expérience : résultats et interprétation

Pour la 3ème expérience, nous avons un scénario qui représente l’environnement de notre marché avec deux sources de variabilité, la quantité commandée et la fréquence de commande

➤ *Indicateurs liés à la satisfaction des clients :*

Tableau V-8 : indicateur de satisfaction client (troisième expérience de Sidi Saada).

Indicateur	Sans DDMRP	Avec DDMRP
Pourcentage des commandes satisfaites directement 250g	20%	80%
Pourcentage des commandes satisfaites directement 350g	13%	77%
Durée d’attente moyenne des commandes non satisfaites	12.14 jours	1 jour

directement 25		
Durée d'attente moyenne des commandes non satisfaites directement 350g	19.52 jours	2.5 jour

D'après cet indicateur, on peut remarquer que le modèle sans DDMRP a satisfait la demande client des deux types de produit de 250g et 350g avec un pourcentage très faible contrairement au pourcentage de satisfaction dans la case du DDMRP qui est supérieur à celui du sans DDMRP.

Et pour la durée d'attente moyenne des commandes, on voit que le modèle sans DDMRP on a une grande durée d'attente pour le produit de 250g et 350g contrairement au DDMRP qui a moins de retard de livraison.

Alors DDMRP reste toujours très efficace.

➤ *Indicateurs liés aux stocks :*

Tableau V-9 : indicateur de stock (troisième expérience de Sidi Saada).

Indicateur	Sans DDMRP	Avec DDMRP
Taux de rotation des stocks	4.49	1.35
Taux de couverture des stocks	0.21	4.5
Stock moyen 250g sur mois	259	477
Stock moyen 350g sur mois	87	428

Pour cet indicateur, on remarque que :

- Le taux de rotation des stocks dans le modèle sans DDMRP est supérieure à celle du DDMRP.
- Le DDMRP augmente le taux de couverture.
- Stock moyen sur un mois dans le modèle sans DDMRP sont peu pour les deux produits au contraire du DDMRP.

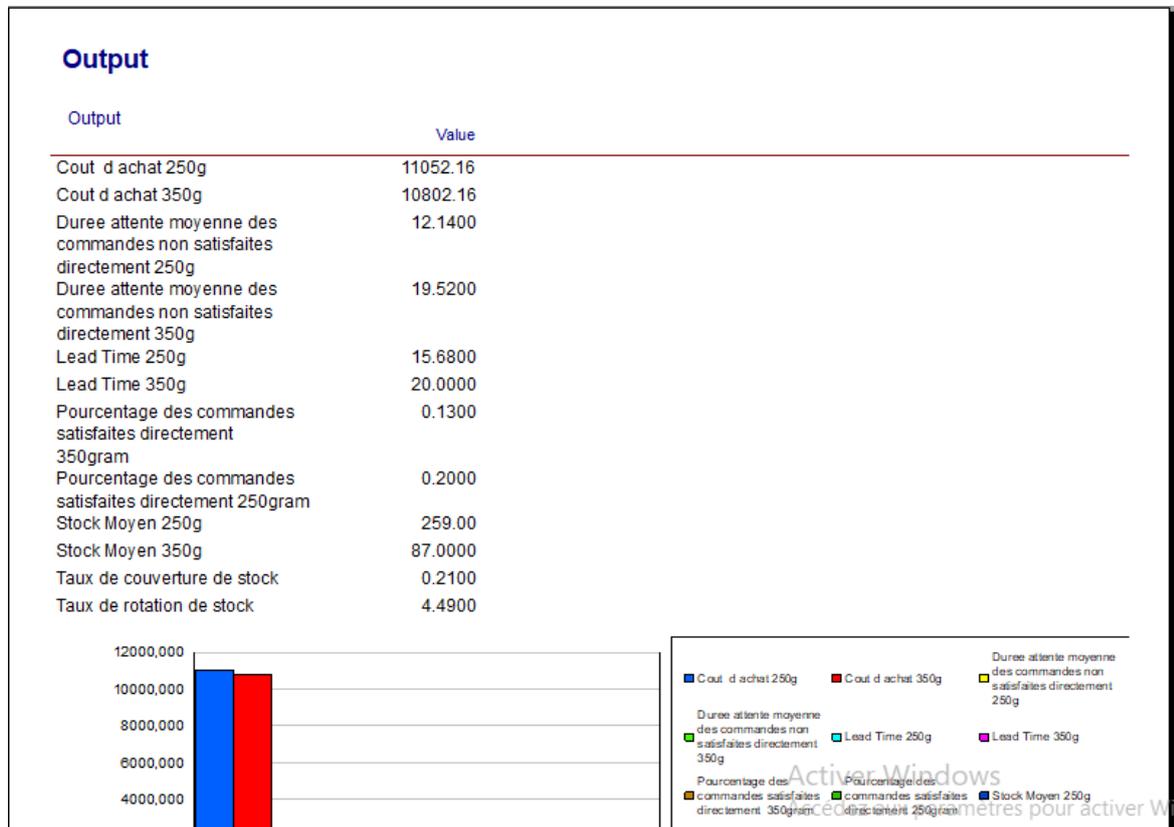
Le DDMRP était reste toujours capable de mieux couvrir les stocks

➤ *Indicateurs Lies aux délais :*

Tableau V-10 : indicateurs délais (troisième expérience de Sidi Saada) :

Indicateur	Sans DDMRP	Avec DDMRP
Lead Time 250g	15.68 j	12.5j
Lead Time 350g	20 jrs	15.87j

Dans cet environnement instable, quand on compare entre les indicateurs de délai des deux modèles, on résulte que le DDMRP est optimale, il est capable de minimiser le lead times pour les deux produits.



FigureV-30 : Résultats 3ème expérience de l'entreprise Sidi Saada Sans DDMRP.

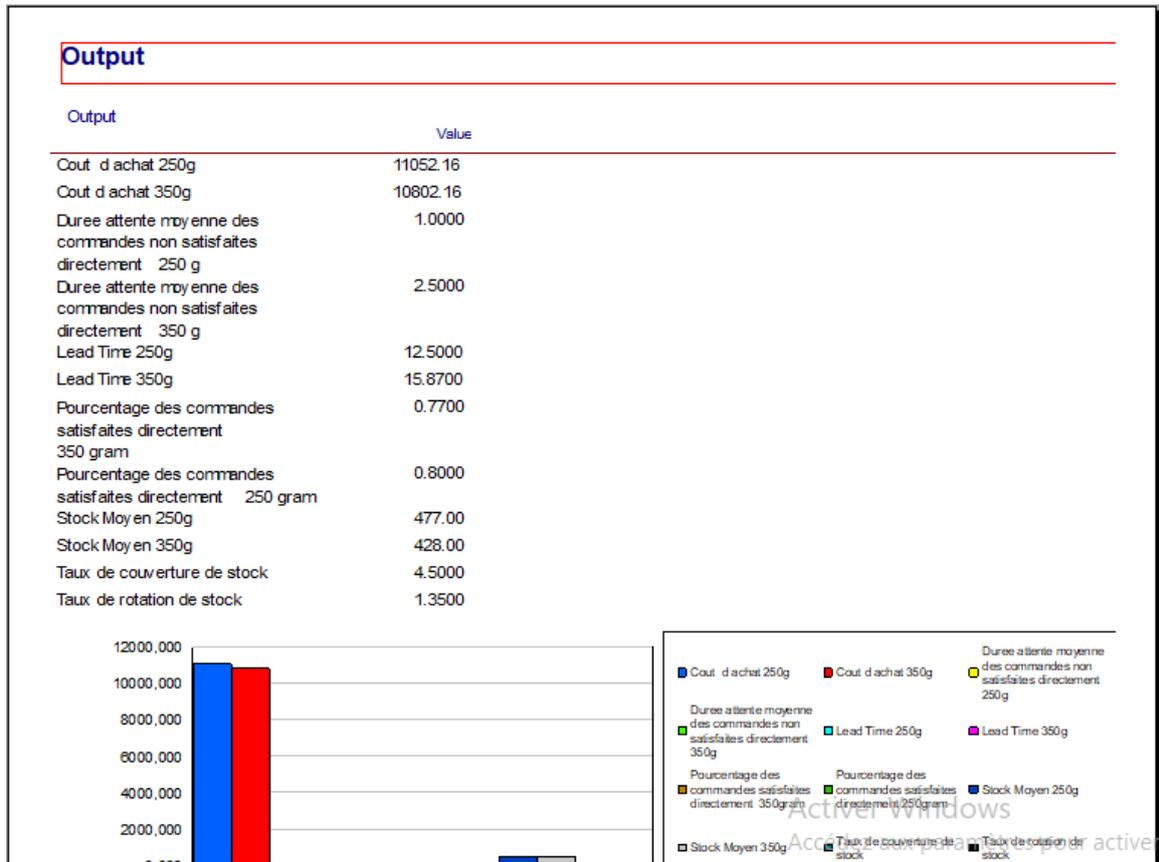


Figure V-31 : Résultats 3ème expérience de l'entreprise Sidi Saada avec DDMRP.

V.2. la collaboration avec l'entreprise L'exquise des boissons gazeuse :

Comme deuxième étapes Nous avons validé le cas d'étude de l'entreprise de L'exquise. (Voir l'annexe C)

V.3. Interprétation :

Par les résultats des trois expériences des deux collaborations on obtient que :

- Pour le facteur de satisfaction des clients : la DDMRP est capable de satisfaire la majorité des demandes, contrairement au l'autre modèle.
- Pour le facteur de stock : avec la DDMRP on peut obtenir un stock optimal.
- Pour le facteur de délai : on peut dire que la DDMRP fait une bonne planification pour la production.

Donc, à partir des résultats obtenus et des plans expérimentaux, nous répondrons : Oui, à notre question de recherche, où nous avons dit Est-ce qu'on peut rendre le stock de l'entreprise plus optimal on utilisant la méthode DDMRP ?

Alors dans un environnement instable ou il y a une concurrence dans le marché, une variabilité dans la demande et la consommation, la DDMRP est une bonne solution pour mieux gérer les approvisionnements et les stocks, et manipuler la diversité et la variabilité des commandes.

Enfin, concernant les hypothèses que nous avons tirées du livre (Ptak & Chad, 2016). On peut dire ça :

1. Oui, pour DDMRP permet d'accommoder l'amplification de la demande (l'effet fouet).
2. Oui, pour DDMRP maintient le stock en parfait état.
3. Oui, pour DDMRP est capable de résister à la variance de la demande.
4. Oui, pour DDMRP garantit la satisfaction du client. [21]

V.4. Conclusion :

Dans le cadre de la planification qui est nécessaire pour la gestion des chaînes logistiques, notre but était de montrer l'efficacité d'une méthode récente sur le marché afin de pouvoir amortir la fréquence de la demande fluctuante.

Et dans ce contexte nous avons validé l'application de la DDMRP sur l'entreprise de boisson gazeuse « L'exquise » après nous avons appliqué cette méthode sur une autre entreprise « Sidi Saada » afin de montrer l'efficacité de cette méthode. Les scénarios choisis ont montré que la DDMRP est une méthode de planification optimale pour les deux entreprises.

Donc nous avons conclu que cette méthode est la plus adéquate et la plus meilleure parmi toutes les autres méthodes de planification.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale :

Notre mémoire est réalisé pour démontrer l'efficacité de la méthode DDMRP dans l'amélioration de la chaîne logistique, donc nous avons effectué des collaborations avec les entreprises suivantes -Sidi Saada de camembert et -L'exquise des boissons gazeuses.

Pour la méthode de travail, nous avons modélisé les deux systèmes sous le logiciel ARENA sans et avec DDMRP pour ces deux entreprises.

D'après les expériences réalisées et leurs résultats, nous avons constaté que la simulation avec DDMRP était plus performante que sans DDMRP dans les différents scénarios.

Alors on peut conclure que le processus de fabrication après sa simulation sans DDMRP ne répond pas à la satisfaction client contrairement à la simulation du système avec DDMRP.

Aussi, nous avons remarqué, à travers l'analyse des indicateurs liés aux délais, que la DDMRP était capable de réduire considérablement les leads time moyens. Et aussi, les leads time étaient presque non variables que ceux dans la simulation sans DDMRP

D'autre part la méthode DDMRP est très importante et nécessaire pour avoir un stock optimal (ni un sur stockage ni une rupture du stock) et moins de pression au niveau de la production causé par un environnement instable (c'est-à-dire des demandes clients variées, des fréquences de commande changeantes).

Enfin on peut dire que cette méthode a plusieurs avantages, elle gère les stocks, elle contrôle la production, elle planifie et elle fait des approvisionnements.

D'après tous, et après avoir une autorisation d'accès à ces deux entreprises nous avons effectué des stages de courtes durées afin d'avoir des données réelles. Donc le but de notre étude et attient mais on a bien voulu de faire encore plus de collaborations avec d'autres entreprises pour faire la comparaison et montré l'efficacité de la méthode mais la situation sanitaire était un très grand obstacle pour nous

Comme perspectives on peut collaborer avec d'autres entreprises pour appliquer cette méthode afin de faire une étude comparative.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Kaddoussi, A. (2012). Optimisation des flux logistiques. Lille, Ecole Centrale de Lille, France .crise. Autre. Ecole Centrale de Lille, 2012.
- [2] Aïcha AMRANI-ZOUGGAR. Impact des contrats d’approvisionnement sur la performance de la chaîne logistique : Modélisation et simulation.
- [3] <https://www.faq-logistique.com/Logistique.htm> (EN 2019)
- [5] BRIKI S, KEDDOURI Thabet N. Les applications des RFID dans la gestion de chaîne logistique Agroalimentaire.
- [6] <https://www.e-marketing.fr/definitions-glossaire> (en 2019)
- [7] dictionnaire-économique-et-financier (en 2019)
- [8] <https://www.faq-logistique.com/>
- [9] <https://kostango.com/>
- [10] livre de « lean Management » de Christian Hohmann
- [11] livre « Kanban pour L’IT »
- [12] cerasis.com
- [13] livre (Real world Kanban)
- [14] "Toupictionnaire" : le dictionnaire de politique
- [15] livre (l’usine du future)
- [16] BRAHIMI B, SAADI M .Amélioration de la chaîne logistique par l’application de la méthode DDMRP.
- [17] Miclo. (2016). Challenging the “Demand Driven MRP” Promises: A Discrete Event Simulation. Thèse de doctorat.
- [18] Ihme, M. (2015). Interpreting and applying Demand Driven MRP, A case study. thèse doctorat. université de Nottingham Trent, Allemagne.
- [19] AGILEA. (s.d.). AGILEA.

- [20]Wajd, T. (juin 2018). COMPARAISON DES APPROCHES DDMRP ET EOQ : MODÉLISATION ET SIMULATION D'UN CAS D'ÉTUDE. Montréal: mémoire master 2
- [21]Ptak, C., & Smith , S. (2016). Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP). 2 Haviland Street, Suite 3: Industrial Press.
- [22]Smith, P. e. (2011). Orlicky's material requirement planning. 3e edition.
- [23]Hietikko.J. (2014). Supply Chain Integration with Demand Driven Material Requirement. Mémoire de maîtrise en management industriel. Université de Vaasa, Finlande.
- [24]Compréhension du DDMRP et de son adoption: premiers éléments empiriques Baptiste Bahu, Laurent Bironneau, Vincent Hovelaque
- [25] Shofal et Widarto, 2016.
- [26] Angela, 2016
- [27] Smith ET Smith, 2014
- [28]site, Méthode de production .
- [29]Bouhenni I, Simulation d'une chaine de production au niveau de l'unité de production Moulin oueled mimoun .
- [30](Pons, 1996)
- [31] (Poirier et Reiter, 2001)
- [32] Khaber F, Haouach M, suivi de la qualité du lait cru à la réception dans trois grandes laiteries de l'ouest algérien
- [33] <https://www.ghomri.com/> (EN 2020)

ANNEXE A – TOUTES COMBINAISONS POSSIBLES DES BUFFERS

		Make = M	Buy = B	Distributed = D	
Variability categories	Low = 1	M10	B10	D10	Short = 0
		M11	B11	D11	Medium = 1
		M12	B12	D12	Long = 2
	Medium = 2	M20	B20	D20	Short = 0
		M21	B21	D21	Medium = 1
		M22	B22	D22	Long = 2
	High = 3	M30	B30	D30	Short = 0
		M31	B31	D31	Medium = 1
		M32	B32	D32	Long = 2
	MOQ application		M10MOQ	B10MOQ	D10MOQ
		M11MOQ	B11MOQ	D11MOQ	
		M12MOQ	B12MOQ	D12MOQ	
		M20MOQ	B20MOQ	D20MOQ	
		M21MOQ	B21MOQ	D21MOQ	
		M22MOQ	B22MOQ	D22MOQ	
		M30MOQ	B30MOQ	D30MOQ	
		M31MOQ	B31MOQ	D31MOQ	
		M32MOQ	B32MOQ	D32MOQ	

Figure A.1 : Les combinaisons possibles des buffers

ANNEXE B – TOUS LES TYPES DE BUFFERS.

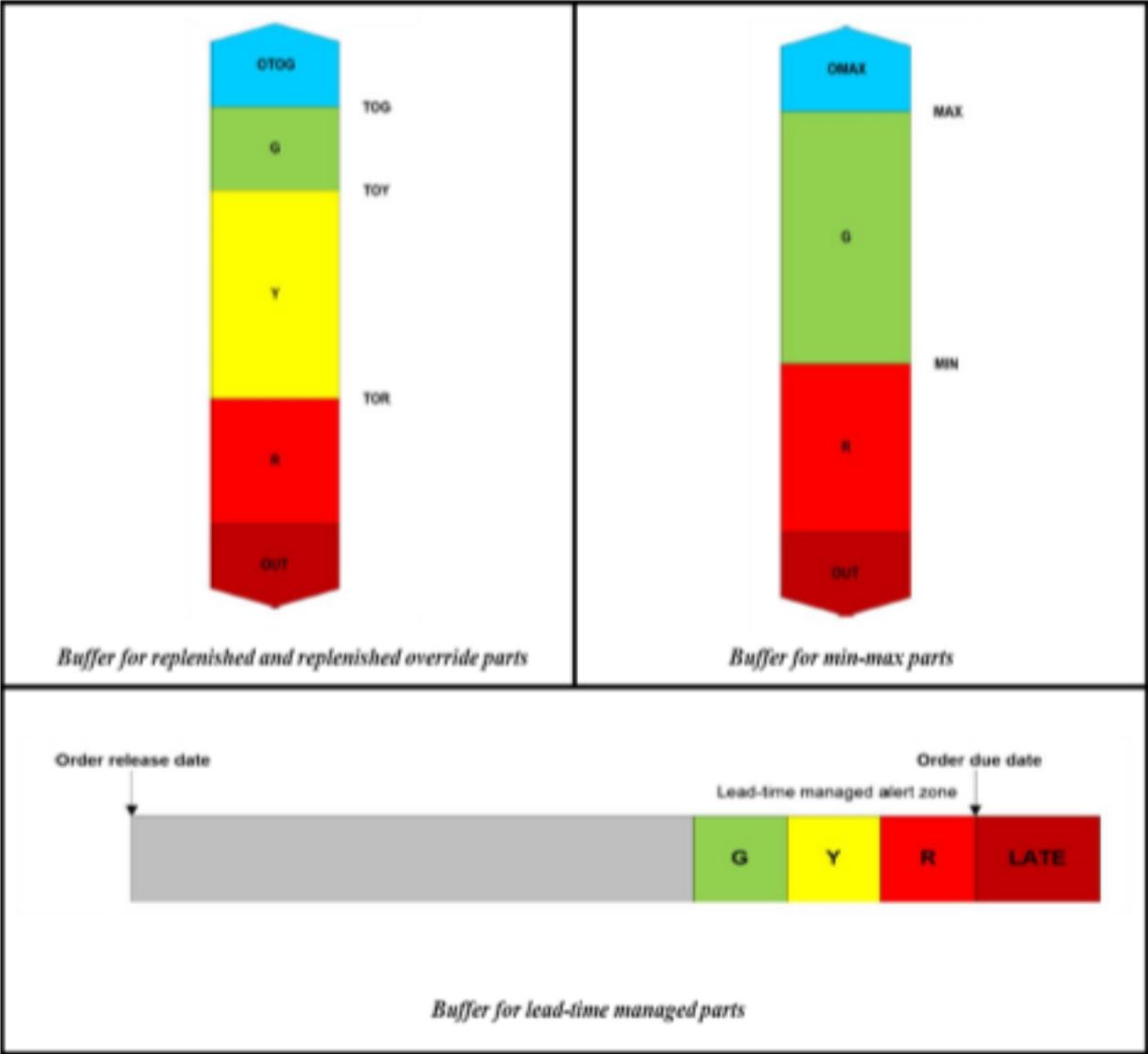


Figure B.1 : Les différents types de buffer

ANNEX C : la simulation de système de production de l'entreprise L'exquise
avec la méthode DDMRP.

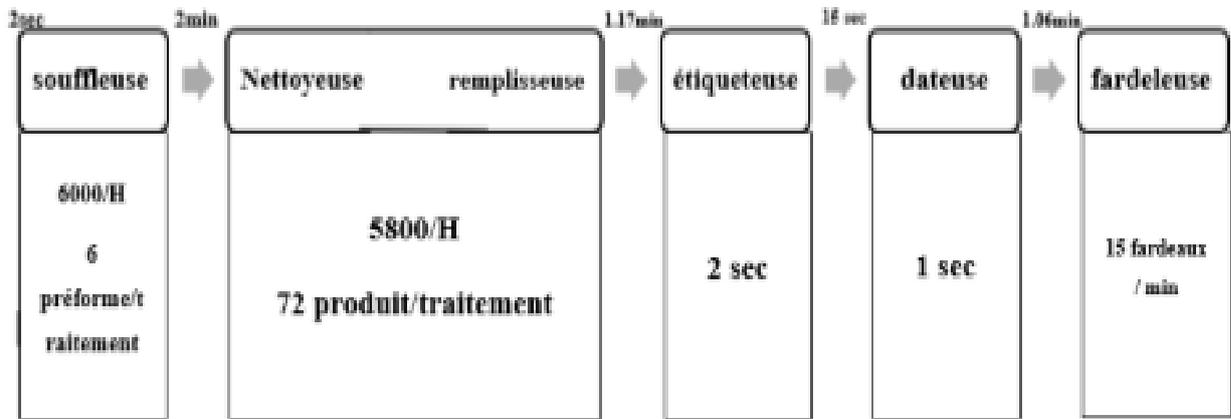


Figure C-1 : Schémas de processus de fabrication. Des boissons gazeuses de L'exquise.

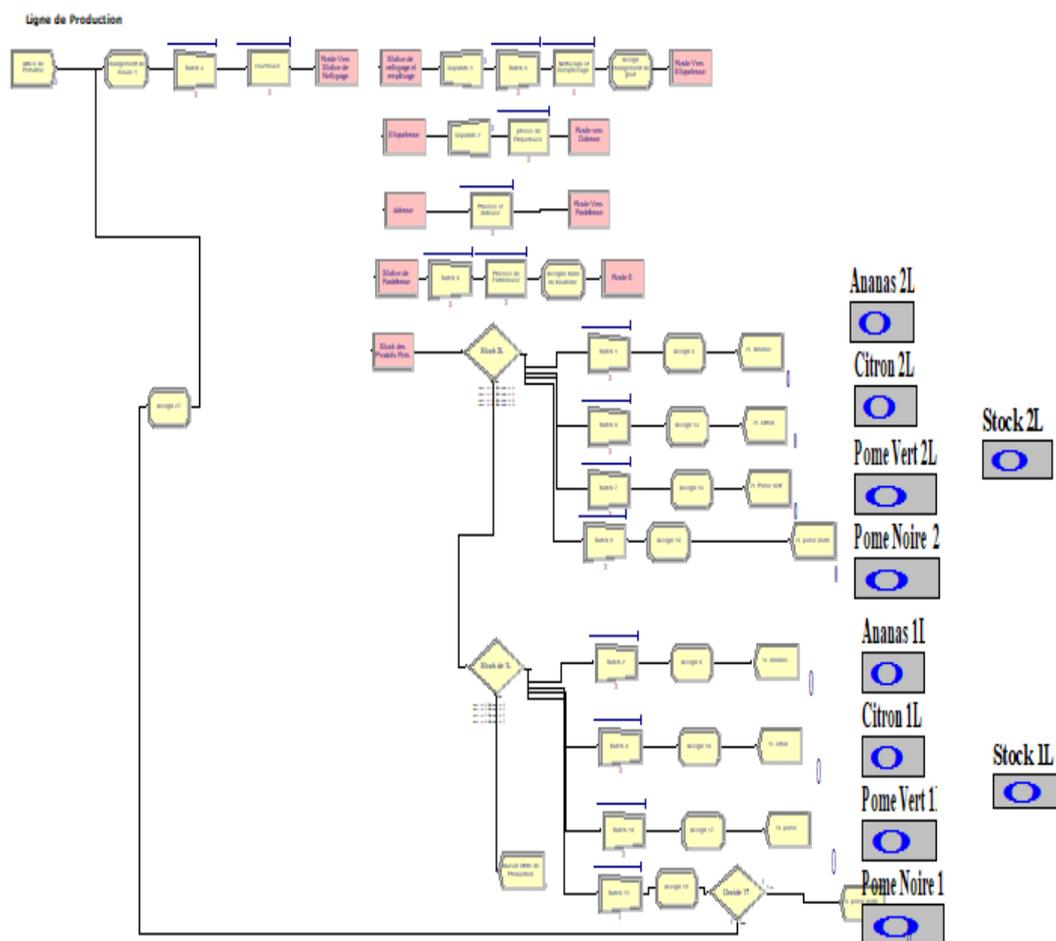


Figure C-2 : capture d'écran de la ligne de production de L'exquise.

Changement de Moule

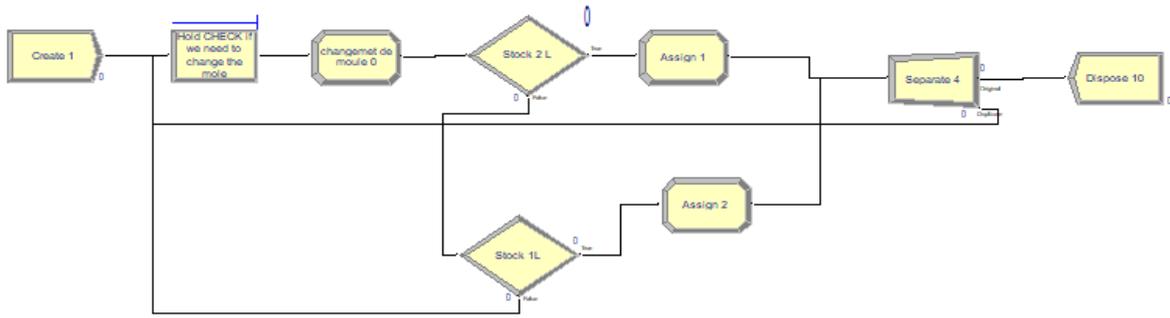


Figure C-3 : Capture d'écran de la boucle de changement de moule de L'exquise.

Changement de Gout

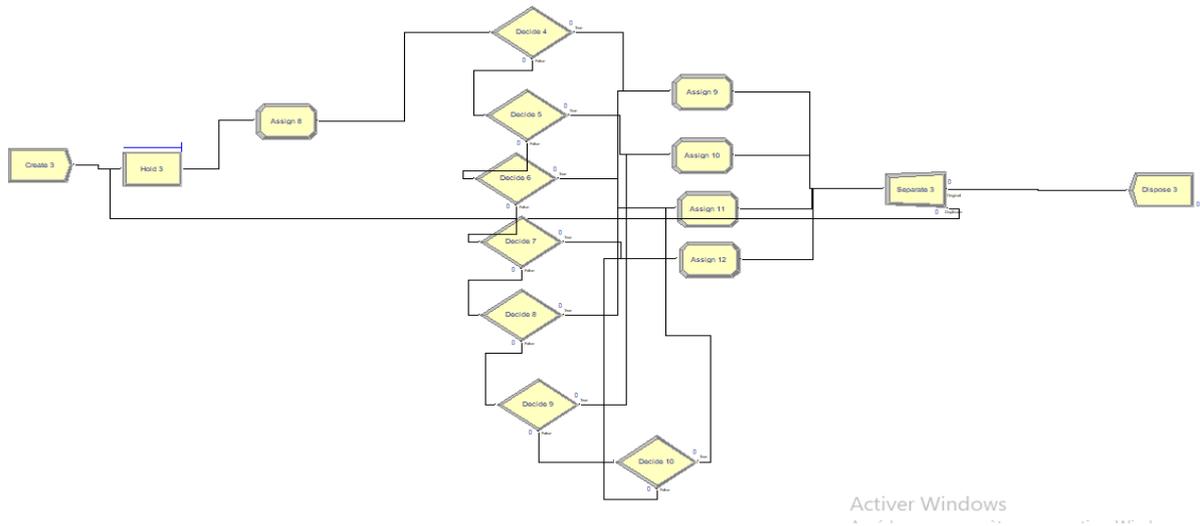


Figure C-4 : la boucle de changement de gout de L'exquise.

Demande Management

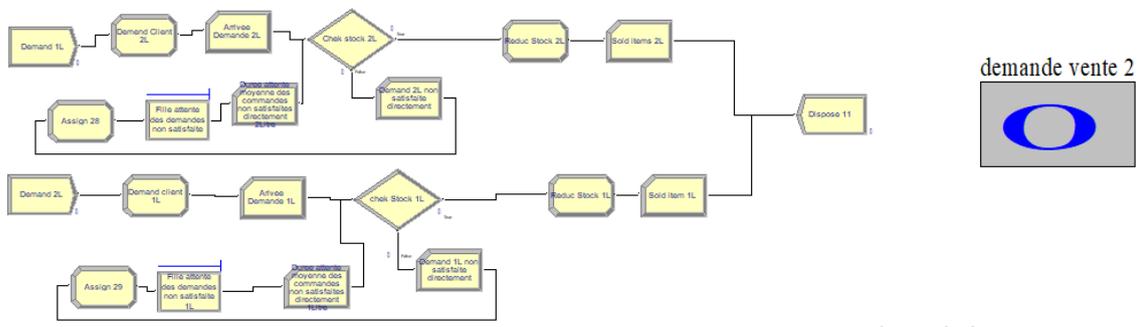
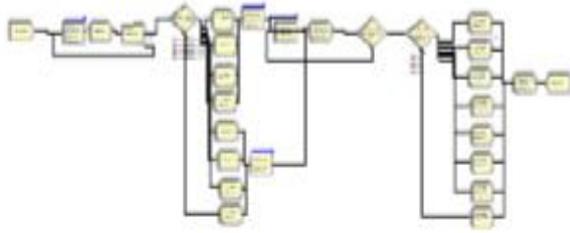
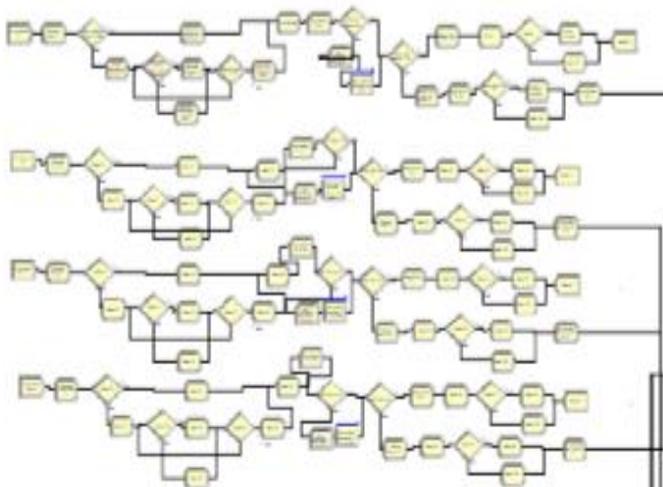


Figure C-5 : capture d'écran de la boucle des demandes client de L'exquise.

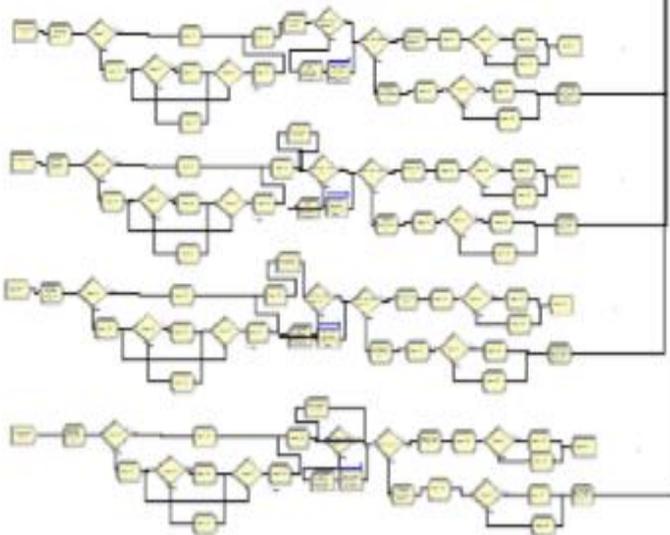
Ligne de Production



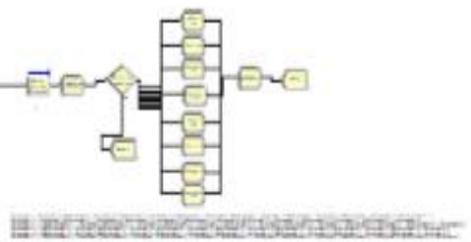
Les Buffer 2 Litre



Les Buffer 1 Litre



Les priorites des Ordre F a lance



Ac
Ac

Figure C-6 : capture d'écran de la modelisation de la chaine de production de L'exquise avec la DDMRP.

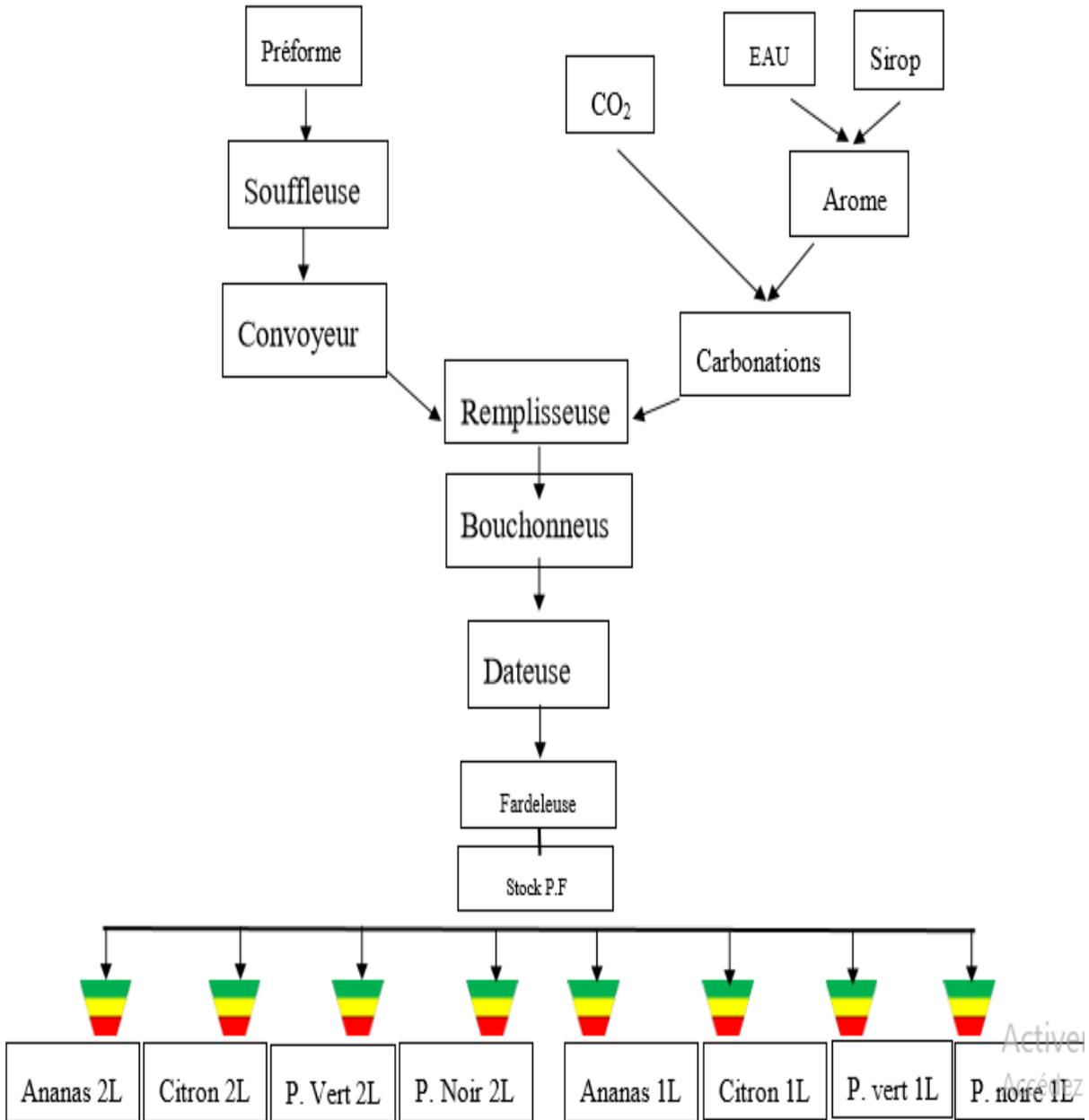


Figure C-7 : Positionnement des buffers dans le système de production de L'exquise.

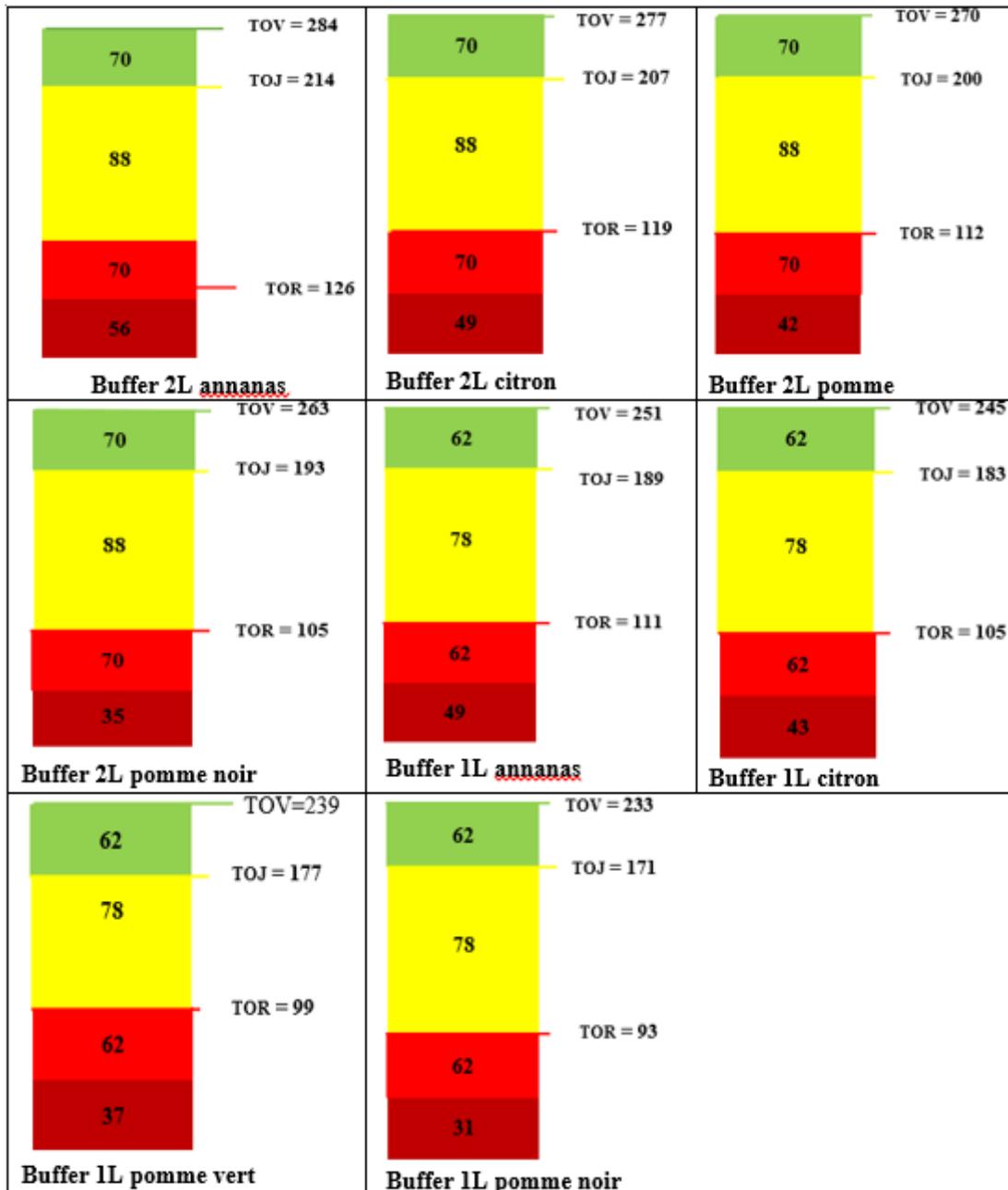


Figure C-8 : les niveaux des buffers de L'exquise.

User Specified

Output

Output	Value
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 1L	2.9222
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 2L	0.00
Lead Time 1L	12.9222
Lead Time 2L	7.0000
Pourcentage des commandes satisfaites directement 1 Litre	0.3548
Pourcentage des commandes satisfaites directement 2 Litre	1.0000
Stock Moyen 1L	60.0000
Stock Moyen 2L	151.00
Taux de couverture des Stocks	1.6139
Taux de rotation des stocks	13.9417

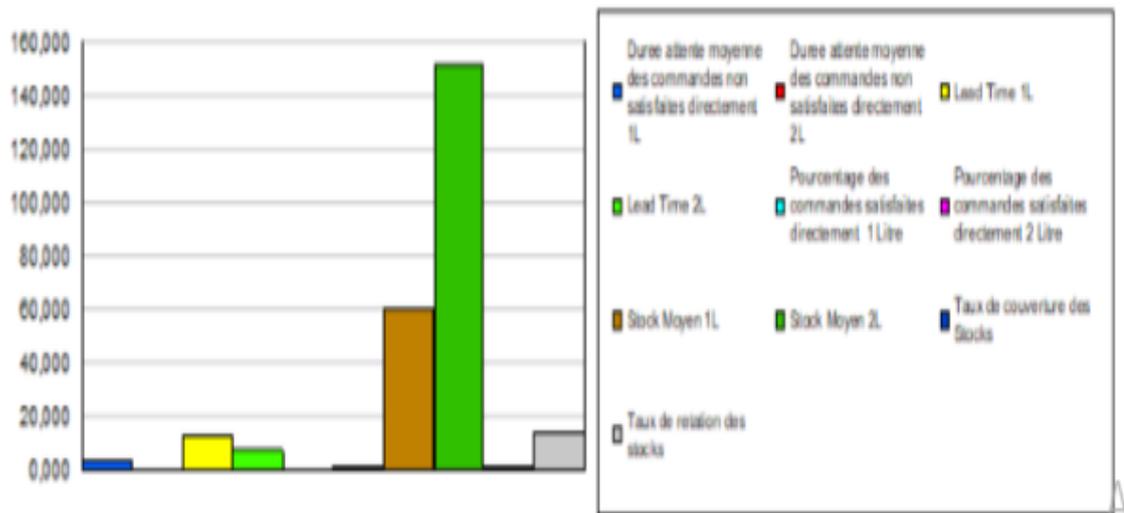


Figure C-9 : Résultat de 1ère expérience de l'entreprise L'exquise Sans DDMRP.

User Specified

Output

Output	Value
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 1L	0.00
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 2L	0.00
Lead Time 1 Litre	10.0000
Lead Time 2 Litre	7.0000
Pourcentage des commandes satisfaites directement 1Litre	1.0000
Pourcentage des commandes satisfaites directement 2Litre	1.0000
Stock Moyen 1 Litre	715.86
Stock Moyen 2 Litre	927.41
Taux de couvertures de stocks	14.9678
Taux rotation des Stocks	1.5032

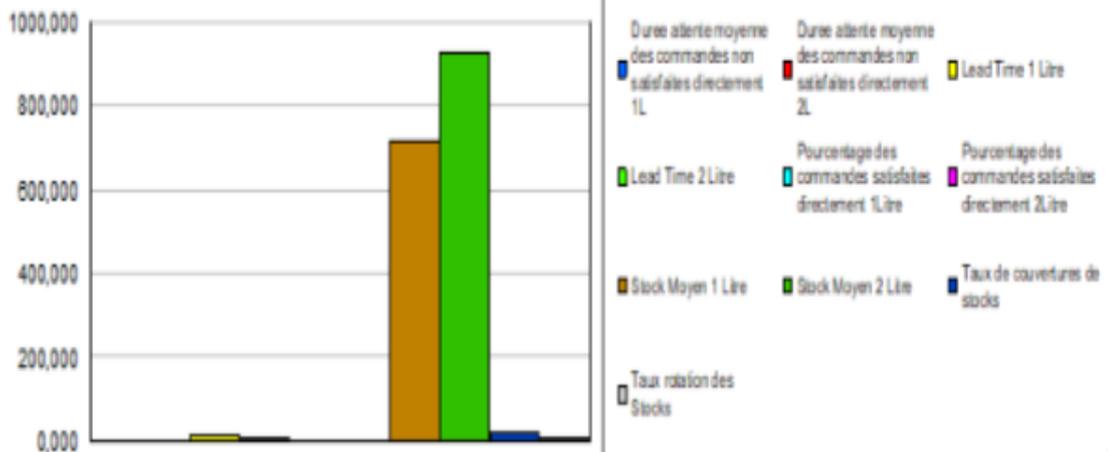


Figure C-10 : Résultat de 1ère expérience de l'entreprise L'exquise avec DDMRP.

User Specified

Output

Output	Value
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 1L	3.8949
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 2L	0.00
Lead Time 1L	13.8949
Lead Time 2L	7.0000
Pourcentage des commandes satisfaites directement 1 Litre	0.2000
Pourcentage des commandes satisfaites directement 2 Litre	1.0000
Stock Moyen 1L	71.1525
Stock Moyen 2L	121.00
Taux de couverture de Stocks	1.6836
Taux de rotation des stocks	13.3540

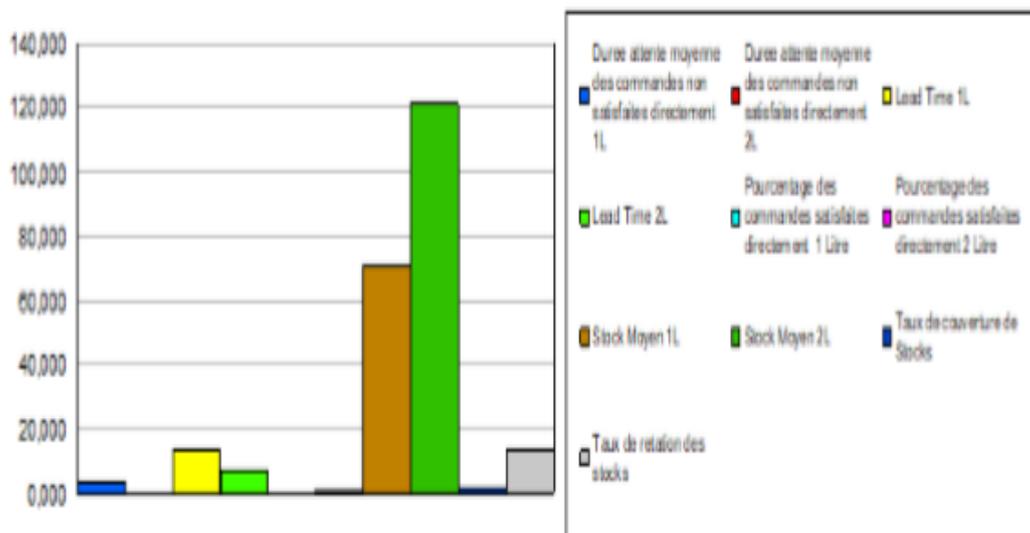


Figure C-11 : Résultats 2ème expérience de l'entreprise L'exquise sans DDMRP.

User Specified

Output

Output	Value
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 1L	0.00
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 2L	0.00
Lead Time 1 Litre	10.0000
Lead Time 2 Litre	7.0000
Pourcentage des commandes satisfaites directement 1Litre	1.0000
Pourcentage des commandes satisfaites directement 2Litre	1.0000
Stock Moyen 1 Litre	699.09
Stock Moyen 2 Litre	884.36
Taux de couvertures de stocks	14.5159
Taux rotation des Stocks	1.5500

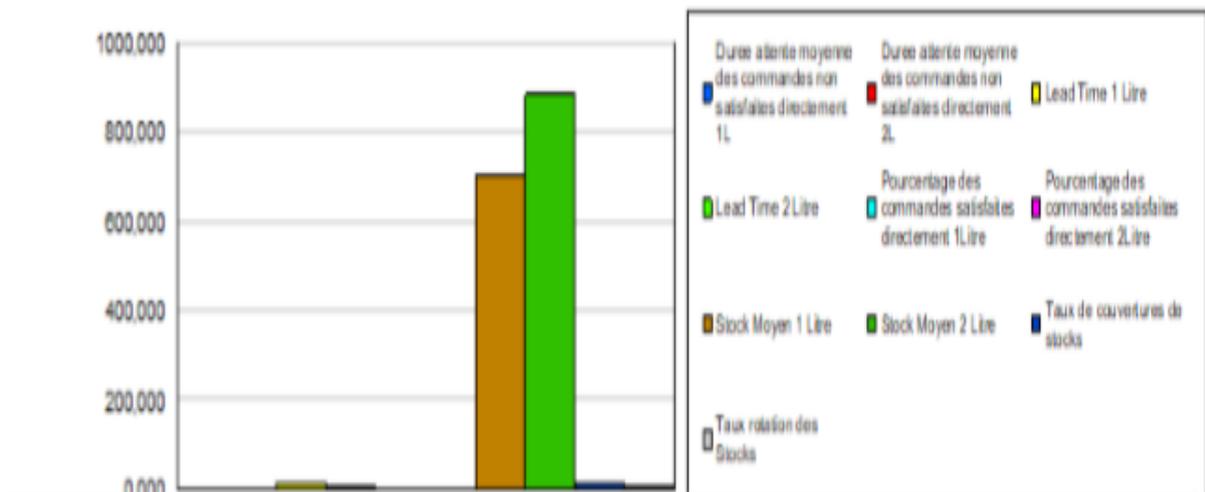


Figure C-12 : Résultats 2ème expérience de l'entreprise L'exquise avec DDMRP.

User Specified

Output

Output	Value
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 1L	10.0801
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 2L	7.6855
Lead Time 1L	20.0801
Lead Time 2L	14.6855
Pourcentage des commandes satisfaites directement 1 Litre	0.1538
Pourcentage des commandes satisfaites directement 2 Litre	0.3196
Stock Moyen 1L	65.3700
Stock Moyen 2L	64.2535
Taux de couverture des Stocks	1.2196
Taux de retention des stocks	18.4484

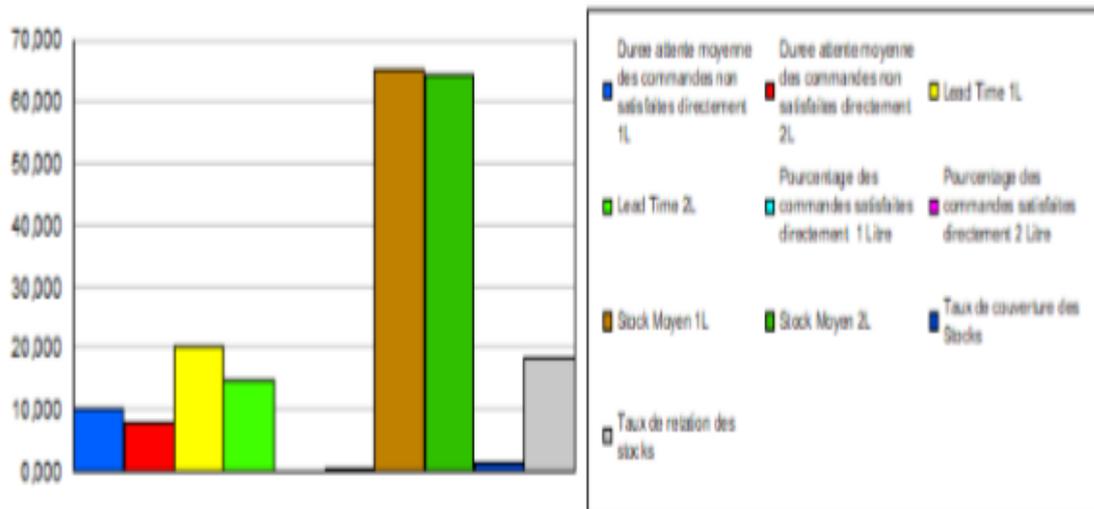


Figure C-13 : Résultats 3ème expérience de l'entreprise L'exquise Sans DDMRP.

User Specified

Output

Output	Value
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 1L	5.8729
Duree attente moyenne des commandes non satisfaites directement 2L	0.7250
Lead Time 1 Litre	15.8729
Lead Time 2 Litre	7.7250
Pourcentage des commandes satisfaites directement 1Litre	0.8333
Pourcentage des commandes satisfaites directement 2Litre	0.8250
Stock Moyen 1 Litre	341.18
Stock Moyen 2 Litre	375.41
Taux de couvertures de stocks	6.7109
Taux rotation des Stocks	3.3528

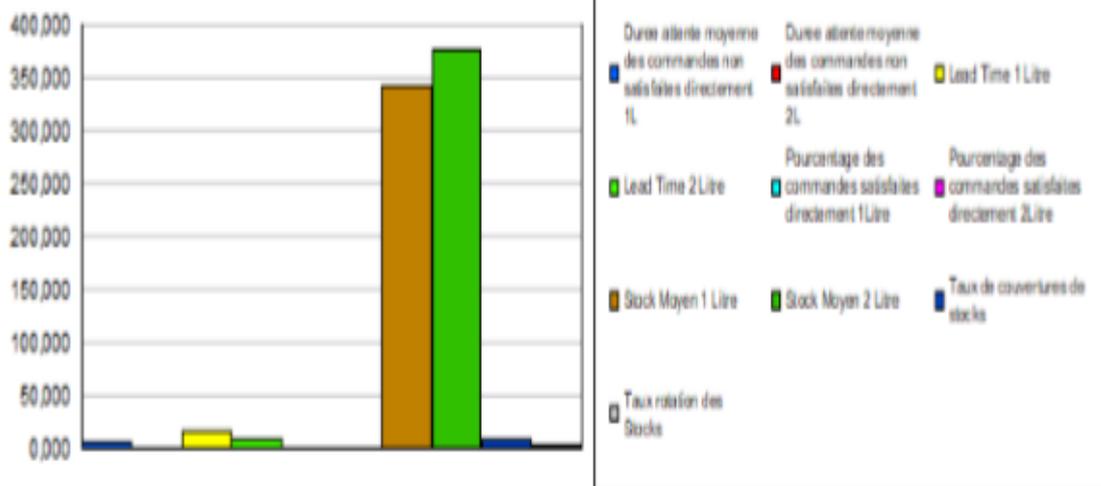


Figure C-14 : Résultats 3ème expérience de l'entreprise L'exquise avec DDMRP.