



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen
Faculté de Technologie Département de Génie Electrique et
Electronique



Filière : Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes Master : Génie Industriel

Intitulé :

Amélioration de la chaîne de production dans l'entreprise CANAL PLAST

Réalisé par :

-BOUBKAR Aouda

-DRIUCHE Oum Elkheir.

Spécialité : Ingénierie de la production

Jury :

Président	M. BELKAID Fayçal	MCA	Université de TLEMCEN
Examineur	Mme.DIB Zahira	MCA	Université de TLEMCEN
Encadrant	Mme.MEGHELL.N	MCB	Université de TLEMCEN

Année Universitaire : 2019/2020

REMERCIEMENTS

Nous remercions avant tout ALLAH le tout puissant, de nous avoir guidées pendant toutes nos années d'étude et de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer notre travail

Nous exprimons nos profondes gratitude et nos sincères pour ses conseils remerciements à notre encadreur Mme, MEGHELLI N

*Nous tenons à remercier également aux membres du jury :
Madame DIB Z et Mr BELKAID F A qui ont accepté de consacrer du temps à l'évaluation de ce travail*

Nous voudrions exprimer nos remerciements les plus sincères à Mr : KAMEL KHERBOUCHE le Directeur générale et N, LEBBED chargée de production pour leur accueil chaleureux et leur soutien tout au long de notre travail, à toute sa équipe de service de production pour tous les informations et l'aide qui nous on confiées.

Un grand merci à tous nos enseignants depuis la première année génie industriel jusqu'à cette année qui ont su nous donner une formation didactique et appréciable durant tout notre cursus

Merci à toute l'équipe pédagogique et administrative de GI

Nous remercions enfin toutes les personnes qui de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, permis, par leur collaboration, leur soutien et leur avis judicieux, de mener à bien ce travail.

Sommaire

SOMMAIRE	3
LISTE DE TABLEAUX :	5
LISTE DE FIGURES :	6
INTRODUCTION GENERALE	7
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE CANAL-PLAST	10
1. INTRODUCTION.....	10
2. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE CANAL-PLAST	10
2.1. Situation géographique	11
2.2. Historiques.....	11
2.3. Fiche signalétique et	12
3. L'ORGANISATION DE LA SOCIETE CANAL-PLAST.....	13
4. PRESENTATION DU TYPE DES PRODUITS FABRIQUES	14
4.1. Définition de PEHD	14
4.2. Définition PVC	16
5. PROCEDE DE FABRICATION	18
5.1 L'unité de PEHD	18
5.2 L'unité PVC	20
6. LE RECYCLAGE DE DECHET	22
7. CONTROLE QUALITE [5].....	22
8. LES PROBLEMES TROUVES AU NIVEAU DE L'ENTREPRISE CANAL-PLAST	24
9. CONCLUSION	24
CHAPITRE 2 : GENERALITE SUR LA METHODE MRP.	26
1. INTRODUCTION.....	26
2. QU'EST – CE QUE LA METHODE MRP ?.....	26
3. HISTORIQUES.....	26
4. PRINCIPE DE LA METHODE MRP.....	27
5. L'OBJECTIF DE MRP	27

6.	LA LOGIQUE DE MRP (DEMARCHE DE MRP).....	28
7.	DEFINITIONS.....	31
8.	LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS	31
	8.1. Les avantages.....	31
	8.2. Les inconvénients.....	32
9.	CONCLUSION.....	32
CHAPITRE 3 : APPLICATION DE MRP SUR L'ENTREPRISE CANAL-PLAST.....		34
1.	INTRODUCTION.....	34
2.	LES RISQUES TROUVER AU SEIN DE L'ENTREPRISE CANAL-PLAST ET LEURS SOLUTIONS	34
3.	LA CAUSE PRINCIPALE D'ARRET DE LA CHAINE DE PRODUCTION PVC.....	37
4.	L'AMELIORATION DU PROCESSUS D'APPROVISIONNEMENT EN MATIERES PREMIERE PAR LA METHODE MRP : CAS DE LA SOCIETE CANAL PLAST.....	39
	4.1. Les données de départ pour appliquer la méthode MRP.	43
	4.2. Plan industriel et commercial (PIC).....	48
	4.3. Plan directeur de production (PDP) :	51
5.	CONCLUSION.....	55
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVE		56
REFERENCE		57
ANNEXE.....		58

Liste de tableaux :

Tableau 1.1 : l'historique de création de l'entreprise Canal-Plast.	12
Tableau 1.2 : fiche technique de l'entreprise Canal-Plast.....	12
Tableau 1.3 : Caractéristique physiques de PE80. [3]	15
Tableau 1.4 : Caractéristique physiques de PE100. [3]	16
Tableau 1.5 : Les caractéristiques des produits de PVC. [3]	17
Tableau 3.1 : les méthodes de gestion de stock.	35
Tableau 3.2 : les causes de temps d'arrêt de la chaîne de production PVC.....	38
Tableau 3.3 : la consommation (demande client) du tube PVC dans l'année 2019.	39
Tableau 3.4 : Besoins marché (BM) du tube PVC et la consommation des matières premières (MP) dans l'année 2019.	40
Tableau 3.5 : stock de matière première PVC année 2019.	41
Tableau 3.6 : le stock disponible en matière première (MP) PVC et les besoins marchés (BM) PVC calculés	42
Tableau 3.7 : le stock disponible MP (PVC) et les commandes client pour PF(PVC).....	47
Tableau 3.8 : le plan industriel et commercial.	49
Tableau 3.9 : Coût de stockage du plan (PIC).	50
Tableau 3.11 : le PDP de matière premier PVC.	51
Tableau 3.12 : le PDP de la matière première CaCo3.	52
Tableau 3.13 : le PDP de la matière première Stabilisant.....	52
Tableau 3.14 : les commandes et les besoins réel de MP PVC.	53

Liste de figures :

Figure 1.1 : Logo de l'entreprise Canal Plast.....	11
Figure 1.2 : Situation Géographique de l'entreprise Canal Plast.	11
Figure 1.3 : L'organigramme de l'entreprise canal Plast.	14
Figure 1.4 : La matière première de polyéthylène haute densité (PEHD).	15
Figure 1.5 : La matière première de polychlorure de vinyle (PVC).	17
Figure 1.6 : La chaîne de production de PE.	18
Figure 1.7 : Le processus de fabrication PE.....	19
Figure 1.8 : les différents diamètres du tube PE.	19
Figure 1.9 : le processus de fabrication de PVC.	20
Figure 1.10 : la chaîne de production PVC.	21
Figure 1.11 : les différents diamètres du tube PVC.	22
Figure 2.1 : Phases de la méthode MRP, (Thomas et Lamouri, 2000).	28
Figure 2.2 : Logique du calcul des besoins nets.....	30
Figure 3.1 : les graphiques annuels de la production de PVC et PEHD de l'année 2019.....	36
Figure 3.2 : Diagramme de Pareto.	38
Figure 3.3 : l'état du stock MP PVC et le besoin marché en PVC.	42
Figure 3.4 : nomenclature de Tube PVC.....	43
Figure 3.5 : exemple de représentation graphique du coût total en fonction de la quantité économique.	44
Figure 3.6 : le résultat de l'état de stock de MP par la méthode MRP et BM de pvc.	54

Introduction générale

Le monde de l'industrie moderne ne laisse pas de place à la stagnation, encore moins en ce qui concerne la qualité. Chaque entreprise est appelée à s'améliorer sur ces plans pour demeurer performante et concurrentielle. L'amélioration de la qualité de production suppose accorder un soin particulier aux processus et à l'organisation des opérations, notamment à travers une redéfinition des supports et documents techniques (grâce aux nouvelles technologies) et la mise en œuvre d'outils qualité adaptés.

L'une des problématiques majeures dans les entreprises industrielles est la satisfaction des besoins clientèle dans les meilleurs délais. Cependant, l'absence des performances de la chaîne de production peut rendre la tâche particulièrement laborieuse. Le système d'analyse de données apporte une nouvelle valeur ajoutée à la chaîne de production, permettent non seulement de répondre plus rapidement aux demandes de la production, mais aussi de les prévoir.

Le travail présenté dans ce mémoire entre dans le cadre de notre projet de fin d'études filière Génie Industriel spécialité ingénierie de la production, à l'Université Abou Bekr Belkaid suite à un stage. Nous avons effectué ce stage au sein de l'entreprise Canal Plast -Tlemcen.

Suite à ce stage, nous avons observé plusieurs problèmes dans leur chaîne de production parmi ces problèmes nous citons : des pannes prolongées, des ruptures au niveau du stock, d'absence de traitement des produits non conformes, ... Cependant, le problème principal est le temps d'arrêt de la chaîne de production causé principalement par le manque de la matière première.

Notre consiste à améliorer certain point dans la chaîne de production dans l'entreprise Canal Plast en résolvant leur problème principal, pour cela, nous allons utiliser le logiciel « Arena » et la méthode MRP (*Material Resources Planning*). Néanmoins, suite au COVID'19 et au confinement, nous n'avons pas pu terminer notre stage au sein de l'entreprise Canal Plast.

Le long de ce mémoire, nous allons résumer notre travail en trois chapitres principaux :

- ✓ Dans le premier chapitre, nous allons faire une présentation de l'entreprise Canal Plast et parler des différents types de produits fabriqués et leurs processus de fabrication.
- ✓ En deuxième chapitre, nous allons donner un aperçu global sur la méthode MRP (*Material Resources Planning*).
- ✓ Le troisième chapitre est celle liée à découvrir les différents problèmes menasse la chaine de production et comment résoudre par la méthode MRP

Nous finirons ce mémoire par une conclusion générale.

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise Canal-Plast

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise Canal-Plast

1. Introduction

La production de n'importe quel produit doit être bien étudiée, dès la conception du produit jusqu'à sa livraison. Le stage a été fait dans le but d'avoir une idée général sur :

- L'organigramme d'une entreprise avec les niveaux de responsabilité.
- Le monde du travail et les processus de production.
- Le type de système de production (discret, continue, hybride).
- Le type d'ateliers de production (job shop, flow shop...).
- Le type de système de stockage.
- Identifier le type de système de manutention.
- Les différents problèmes qui peuvent exister dans les ateliers (pannes, ordonnancement, ...) et proposer des solutions si c'est possible.

Ce chapitre représente un résumé sur ce que nous avons vu dans la société Canal Plast que nous allons présenter par la suite.

2. Présentation de l'entreprise Canal-Plast

La société CANAL PLAST est située à la zone industrielle de CHETOUANE -TLEMCEM. C'est une filiale du groupe KHERBOUCHE, elle a fait ses débuts en 2002.

Elle est dotée de ressources matérielles de très haute gamme, cette entreprise emploie une centaine de personnes dont des cadres et des opérateurs qualifiés offrant des services opportuns essentiellement aux différents clients.

La société CANAL PLAST est un établissement qui produit et distribue des tubes en polyéthylène haute densité « PEHD » (de 16 à 630Φ) et en polychlorure de vinyle « PVC » (de 16 à 630Φ) et des accessoires sous différents diamètres et longueurs. Afin de déterminer les objectifs de ce travail, il faut connaître le déroulement de l'entreprise CANAL PLAST,

le processus de production, être à jour avec les différentes opérations de la production et essayer de localiser tous les détails dans l'atelier. [1]

La figure 1.1 représente le logo de l'entreprise Canal Plast.



Figure 1.1 : Logo de l'entreprise Canal Plast.

2.1. Situation géographique

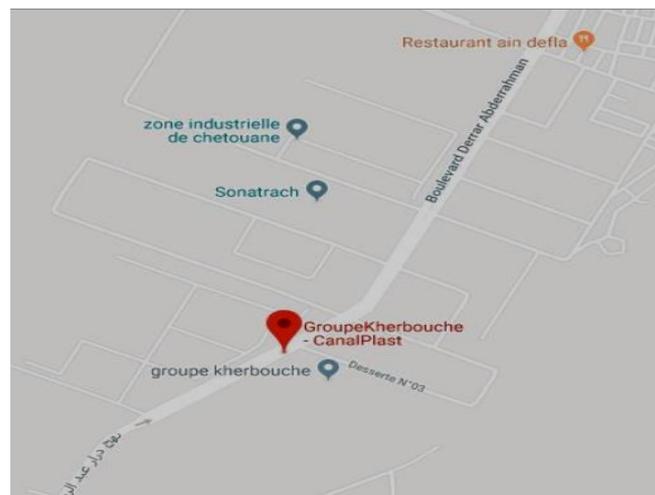


Figure 1.2 : Situation Géographique de l'entreprise Canal Plast.

2.2. Historiques

Le tableau 1 ci-après représente l'historique ou bien les étapes de création de l'entreprise Canal Plast. [1]

En 2002	Maturation du projet
2002 - 2003	Création de l'entreprise
2004 - 2006	Acquisition du matériel et la réalisation des installations
En 2007	Démarrage effectif de la production et la commercialisation des tubes en PVC-U et PEHD.
En 2010	Elargissement de la gamme des produits

Tableau 1.1 : l'historique de création de l'entreprise Canal-Plast.

2.3. Fiche signalétique et

Le tableau 2 ci-après représente la fiche technique de l'entreprise Canal Plast. [1]

Raison Sociale	SARL Canal Plast Tlemcen
Siège social	Zone industrielle lot 6 desserte n°03 CHETOUANE –TLEMEN
Forme juridique	SARL
Activité	Production et commercialisation des conduites en plastique en PVC-U et PEHD et accessoires.
Capital social	128 000 000.00 DA
Tél	043 26 19 59/043 27 32 54/55
Fax	043 26 10 88
E-mail	canalplast@groupekherbouche.com
Site web	www.groupekherbouche.com

Tableau 1.2 : fiche technique de l'entreprise Canal-Plast.

3. L'organisation de la société Canal-Plast

L'organisation de la société Canal-Plast représentée dans la figure 3 est constitué de :

- Le Directeur Générale, Mr KAMEL KHERBOUCHE : il s'occupe de toutes les décisions à long terme, des conventions, ramène de nouvelle technologie...etc.
- Le directeur d'unité : il s'occupe des décisions à moyens termes et de tous les détails concernant l'usine.
- Le responsable technique : il est responsable des problèmes quotidiens comme les pannes, le manque d'effectif, la manipulation des ressources, le contrôle de l'unité, le processus de production...etc.
- Le responsable commercial : son rôle est les ventes des tubes et des accessoires, la réception des clients, la livraison des produits.
- Le responsable d'application : il est responsable de l'achat de la matière première, le contrôle de stock, l'achat de certains tubes demandé par le client et qui se ne trouve pas au niveau du stock.
- Le responsable de comptabilité et finances : il s'occupe des fiches de paies des travailleurs de l'entreprise et du budget de toutes les opérations dans l'entreprise. [1]

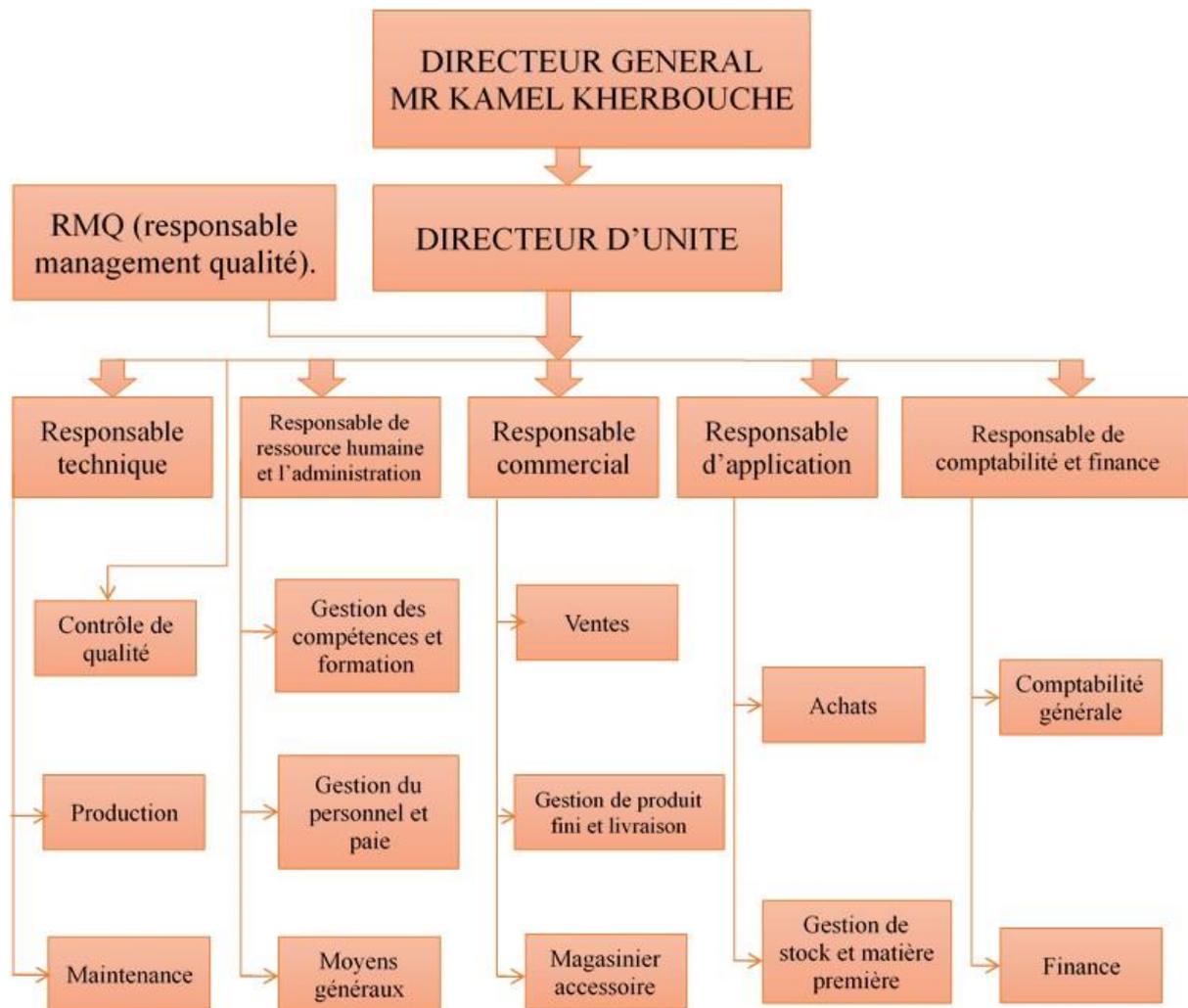


Figure 1.3 : L'organigramme de l'entreprise canal Plast.

4. Présentation du type des produits fabriqués

4.1. Définition de PEHD

Le polyéthylène haute densité (PE-HD) est un polyéthylène qui a été synthétisé en 1953 par le chimiste et prix Nobel allemand Karl Ziegler. Il est par exemple utilisé pour produire des caisses en plastique hautement résistantes, des canoës-kayaks, des emballages de produits détergents, des bidons d'huile de moteur, des bouteilles de lait, des bouteilles de shampoing, des flacons de médicaments, des bouchons de boissons gazeuses, des filets de signalisation pour les conduites, des câbles enterrés et des tubes pour le transport du gaz ou de l'eau. [2]



Figure 1.4 : La matière première de polyéthylène haute densité (PEHD).

Le tableau 3 ci-après représente les caractéristiques physiques de PE80.

Densité	g/cm^3	0,945÷0,965
Allongement au seuil d'écoulement	Mpa	~22
	Kgf/cm ²	~220
Allongement à la limite élastique	%	≤10
Allongement à la rupture	%	≥500
Module d'élasticité à 23°C	Mpa	~ 900
Indice de fluidité	Kgf/cm ²	~9000
	g/10 min	0,30 ÷1,00
Coefficient de dilatation thermique linéaire	K ⁻¹	1,3. 10 ⁴
Conductivité thermique	w/m.k	0,4

Tableau 1.3 : Caractéristique physiques de PE80. [3]

Et le tableau 4 ci-après représente les caractéristiques physiques de PE100.

Densité	g/cm ³	0,945 ÷ 0,965
Allongement au seuil d'écoulement	Mpa	~ 24
	Kgf/cm ²	~ 240
Allongement à la limite élastique	%	≤10
Allongement à la rupture	%	≥500
Module d'élasticité à 23°C	Mpa	~14000
Indice de fluidité	Kgf/cm ²	~14000
	g/10 min	0,20 ÷ 0,50
Coefficient de dilatation thermique linéaire	K ⁻¹	1,3. 10
Conductivité thermique	w/m.k	0,4

Tableau 0.4 : Caractéristique physiques de PE100. [3]

4.2. Définition PVC

Le poly (chlorure de vinyle), connu sous le sigle PVC (sigle venant de l'appellation anglaise polyvinyle chloride), est un polymère thermoplastique de grande consommation, amorphe ou faiblement cristallin, principal représentant de la famille chloropolymères. [3]

Il est préparé à partir de deux matières premières : à 57 % de sel de mer (Na Cl) et à 43 % de pétrole. Le PVC rigide est surtout utilisé pour la fabrication de profilés et des tubes par extrusion. Le PVC souple (ou PVC plastifié) sert par exemple dans l'industrie des vêtements et des tapisseries. Son Formule moléculaire est (CH₂-CHCl), il est obtenu par polymérisation radicalaire du monomère chlorure de vinyle. Le PVC est un matériau organique. Le polychlorure de vinyle (PVC) est l'un des polymères les plus utilisés dans le monde. Le polymère a été l'un des premiers matériaux plastiques modernes découverts. Le PVC a été découvert par accident, d'abord en 1835 par Henri Victor Regnault et en 1872 par Eugen

Baumann. Dans les deux cas, le polymère est apparu comme un solide blanc dans des bouteilles de chlorure de vinyle après exposition à la lumière solaire. Le PVC n'a été commercialement exploité qu'à partir du milieu des années 1920, plus précisément en 1926, Waldo Semon, en collaboration avec la société B.F. Goodrich, a développé une méthode de plastification du PVC. En le mélangeant avec des additifs. Ceci a permis de rendre le matériau plus flexible et plus facile à fabriquer, genèse du succès commercial du PVC. [4]



Figure 1.5 : La matière première de polychlorure de vinyle (PVC).

Caractéristiques	Unités	Valeur
Masse volumique	10 kg/m	1,4
Module d'élasticité 20°C	Mpa	2400 - 4200
Résistance à la rupture en compression	Mpa	60 - 90
Module d'élasticité en flexion	Mpa	2000 - 3500
Fléchissement sous charge(0.186)	°c	55 - 80
Choc IZOD entaillé	Joule/m	20 - 1000
Coefficient de dilatation linéaire	10	50 - 100
Température maximale d'emploi	°c	60 - 70

Tableau 1.5 : Les caractéristiques des produits de PVC. [3]

5. Procédé de fabrication

5.1 L'unité de PEHD

La matière première doit être importée d'un fournisseur étranger, des sacs de 25kg de PE sont stockés dans un magasin.

Les granulés sont aspirés par un aspirateur et stocké dans une trémie puis ils glissent à l'intérieur de la machine extrudeuse où les granulés sont chauffés à 180/200°C par un système de résistances pour les transformer en pâte. une Co-extrudeuse mise verticalement à l'extrudeuse pour donner la couleur souhaitée au tube c'est-à-dire bleu=eau, jaune=gaz... ; après la pâte sortie de l'extrudeuse passe par un calibreur lié à un bac sous vide, le calibreur sert à donner le diamètre et l'épaisseur fixe le long du tube, puis le tube est introduit dans un bac sous vide pour le refroidit par l'eau distillée, il passe par une imprimante pour graver le nom de l'entreprise, la matière utilisée, la longueur du diamètre, la pression supporte, le N° lot, et la date de fabrication. Le tube est tiré par une tireuse de telle façon pour garder l'épaisseur et le diamètre voulu, en jouant sur la vitesse.

Les tubes du diamètre de 150 à 630mm sont coupés tous les 12 mètres et le diamètre inférieur à 110 sont roulé par une rouleuse qu'elle enroule le tube d'une façon bobinage avant d'être coupé tous les 200 mètres. [1]

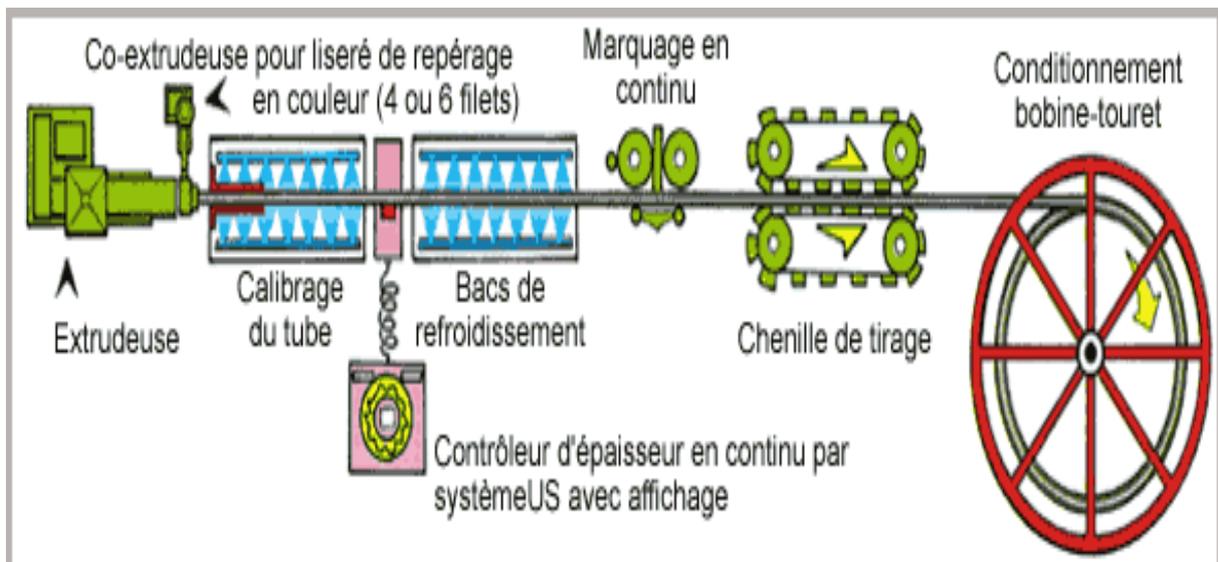


Figure 1.6 : La chaîne de production de PE.

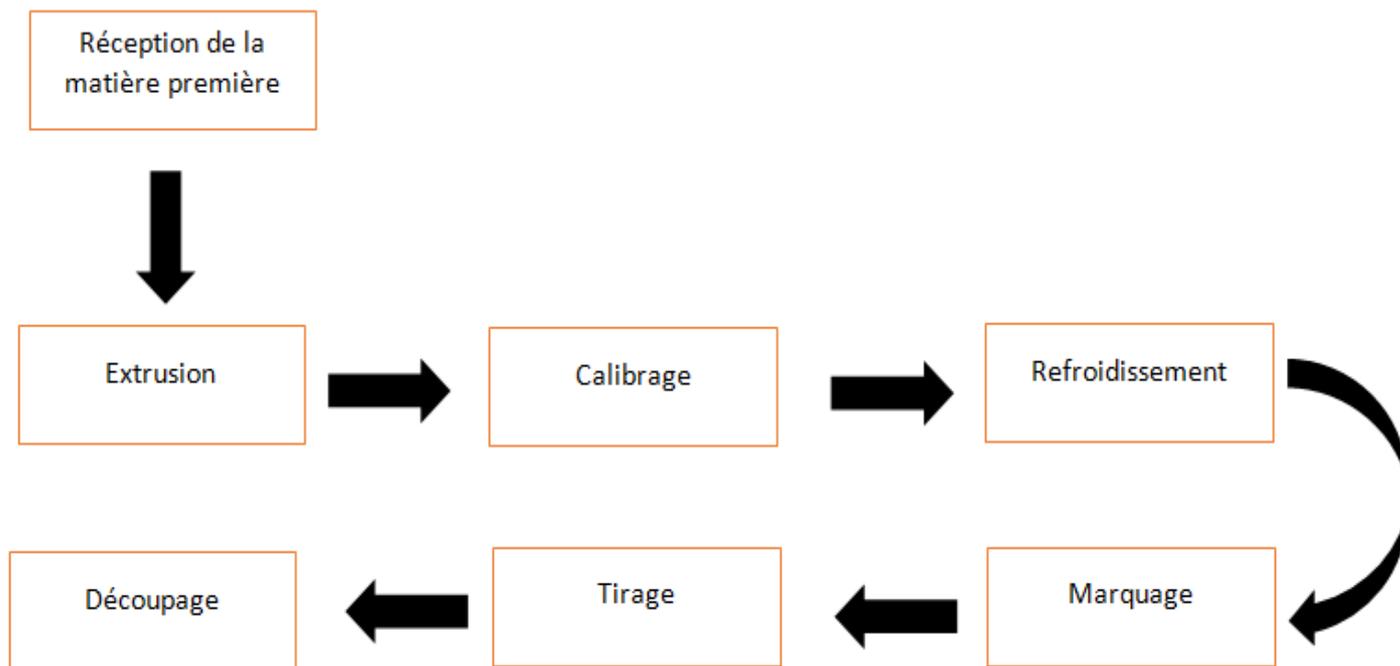


Figure 1.7 : Le processus de fabrication PE.



Figure 1.8 : les différents diamètres du tube PE.

5.2 L'unité PVC

L'unité de PVC contient 4 lignes de production qui ont le même processus de fabrication néanmoins les produits finis ont des diamètres différents dont :

- La ligne 1 : (500 – 630) Φ
- La ligne 2 : (315 - 400) Φ
- La ligne 3 : (110 – 250) Φ
- La ligne 4 : (20 – 90) Φ .

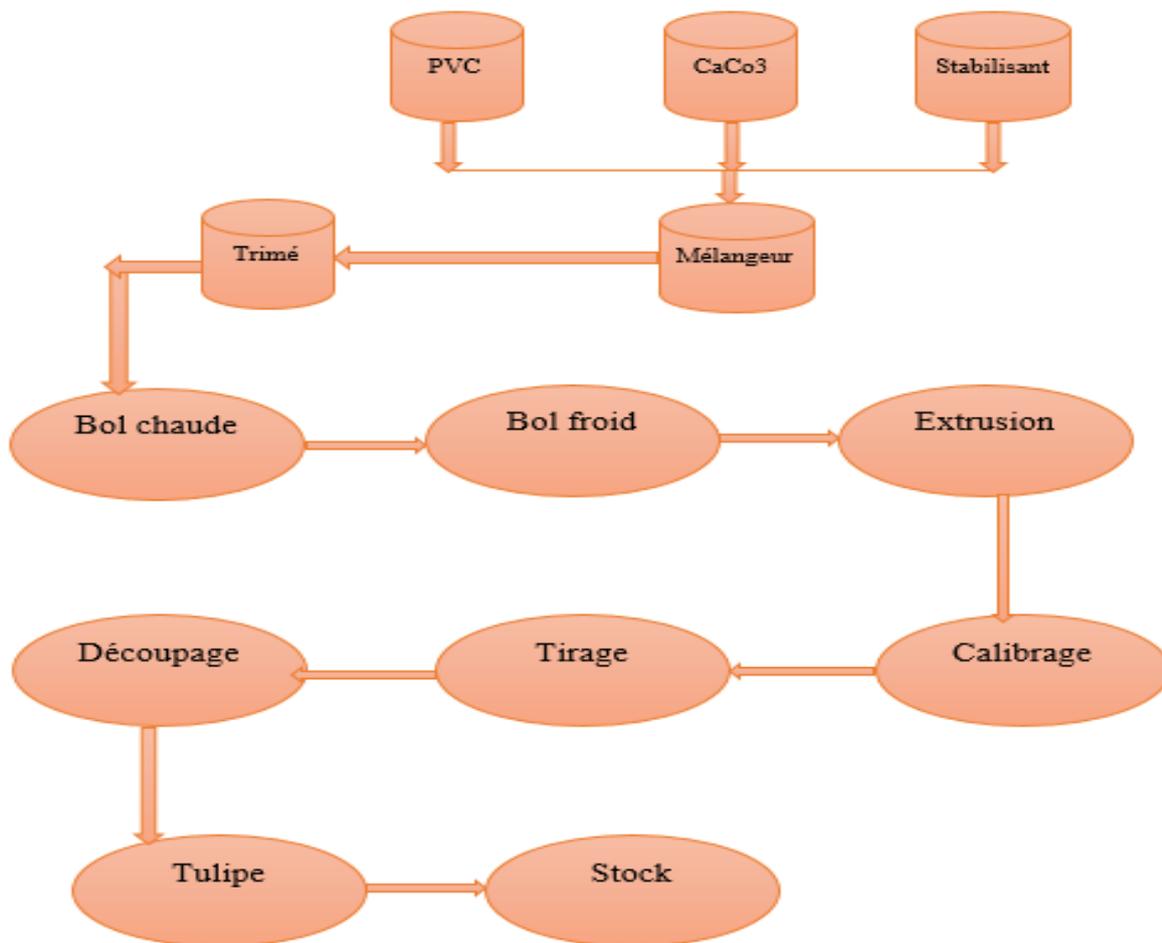


Figure 1.9 : le processus de fabrication de PVC.

Le fournisseur livre la commande du service d'achat qui est la matière première (PVC, la craie et le stabilisant). Cette matière est mélangée dans un malaxeur. Ce malaxage provoque un échauffement du produit jusqu'à une température de 120°C qu'il faudra ensuite refroidir à 40°C. La poudre résulte distribué par un compresseur vers les trémies des chaînes de productions. Le mélange est transporté aux silos de la machine EXTRUDEUSE où on chauffe pour obtenir une pâte.

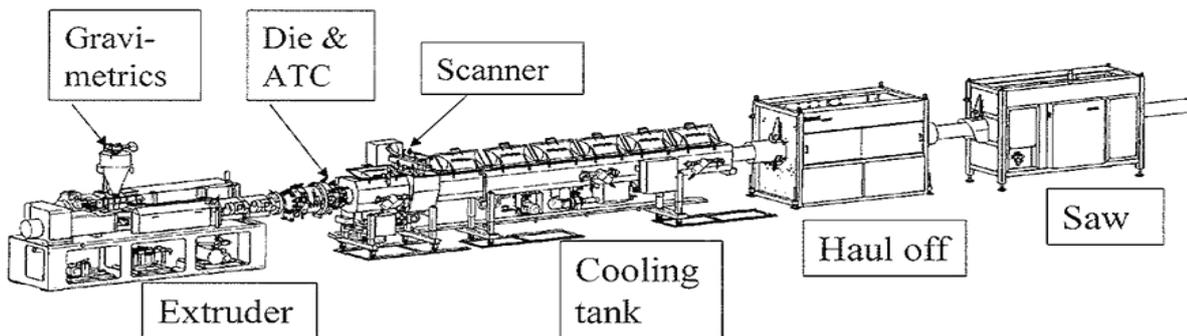


Figure 1.10 : la chaîne de production PVC.

La pâte extrudée passe par un moule et un calibre où on calibre le tube et en même temps il passe par un bac sous vide pour refroidir le tuyau et garder sa forme ronde. Le tube calibré passe par un tirage, cette machine est responsable du déplacement du tube en PVC, elle contrôle la vitesse de ce déplacement grâce à trois courroies qui se posent sur le tube d'une manière triangulaire. Après, il est coupé selon la longueur voulue. Ensuite, pour augmenter le volume d'un seul côté du tube on utilise la machine TULIPEUSE, cette opération a pour but de faire la liaison entre deux tubes de même dimension. On distingue 3 types de liaisons : à joint, à colle et à bac. [1]



Figure 1.11 : les différents diamètres du tube PVC.

6. Le recyclage de déchet

La Société Canal Plast a le souci de limiter au maximum le gaspillage des matières premières ainsi que les déchets. Du début jusqu'à la fin de fabrication, les produits non conformes sont systématiquement recyclés. Ils sont dans un premier temps coupés par un tambour en morceaux, ces morceaux sont transportés par un tapis rouleaux au broyeur où ils sont transformés en petits morceaux puis ils sont tamisés, ces opérations sont répétées jusqu'à obtenir une poudre. [1]

7. Contrôle qualité [5]

Le responsable de contrôle de qualité contrôle la qualité du produit fini et de la matière première suivant des normes spécifiées :

Contrôle dimensionnel du tube où on vérifie la longueur, le diamètre et l'épaisseur...etc.

Contrôle mécanique et physique dans le laboratoire où on fait plusieurs essais :

- Test d'indice de fluidité :

Pour ce test, il faut :

1. Faire le nettoyage de l'appareil.
2. Mettre l'appareil en chauffe jusqu'à 190°C.
3. Laisser l'appareil pendant 15 min.
4. Mettre 3g de l'échantillon dans le cylindre.

5. Mettre une charge sur le piston.

Les résultats : On obtient à chaque 120s un extrudât c'est – à- dire 5 extrudât pendant 600s donc pour calculer l'indice de fluidité, on compte la relation suivante :

P (poids d'un seul extrudât) = PT (poids des 5 extrudât) /5.

MRF (l'indice de fluidité) = **(P*600) / 120**.

➤ Essai de la détermination de la résistance à la pression interne :

La détermination de la résistance à la pression interne est essentielle, elle a pour but d'évaluer les propriétés et la durabilité des éléments du système de canalisation en matériaux thermoplastiques et constitue une base pour la détermination des caractéristiques à court et à long terme. Le principe de cette méthode est : de soumettre des éprouvettes à une pression hydrostatique interne constante spécifiée pendant une durée spécifiée ou jusqu'à la rupture de l'éprouvette, ces éprouvettes sont maintenues dans un environnement à une température constante spécifiée.

La méthode est adaptée pour les essais « eau dans eau », « eau dans air » et « eau dans liquide ».

➤ Test de temps l'induction d'oxygène :

Pour ce test, il faut :

1. Assurer la propreté de l'étuve par exemple en chauffant en atmosphère d'azote à une $T=500^{\circ}\text{C}$ à 550°C pendant au moins 10 min puis après refroidissement en nettoyant avec un chiffon si nécessaire.
2. Mettre le matériel de référence (indium) dans creuset à gauche et une coupelle d'aluminium vide abutée à droite.
3. Envoyer un flux d'oxygène à $50 \text{ ml/min} \pm 10\%$ à une température inférieure d'au moins 10°C au point de fusion d'indium.
4. Chauffer le matériau de référence à 120°C à une vitesse de 1m/min jusqu'à l'obtention de l'endotherme DT ou DQ en fonction de température.
5. Prendre pour le point de fusion du métal la température donnée par l'intersection du prolongement de la ligne de base et du prolongement de la tangente à la première pente de l'endotherme.
6. Régler l'appareil de sorte que les points de fusion indiqués soient à $(156.6 \pm 0.30^{\circ}\text{C})$ pour l'indium.

➤ Test d'allongement à la rupture :

Les caractéristiques en traction sont mesurées à l'aide d'une machine d'essai dans des conditions spécifiées et des éprouvettes de forme et dimension spécifiées qui sont prélevées dans un tube en matière thermoplastique dans le sens longitudinal par découpage ou par usinage.

8. Les problèmes trouvés au niveau de l'entreprise Canal-Plast

- ✓ Des pannes prolongées car les pièces de rechange utilisées pour le remplacement ne sont pas disponibles, exemple : L'arrêt de la ligne 2 (de 2016 à 2020).
- ✓ une mauvaise gestion de stocks provoque mauvaise gestion des flux de production et à
- ✓ La quantité des produits de classe B et le pourcentage de déchet sont plus grand à cause des pannes répétitives et de mauvaise qualité de la matière première.

9. Conclusion

Ce chapitre introductif a été consacré essentiellement à la présentation de l'entreprise Canal-Plast dans lequel notre projet de fin d'études qui vise à l'amélioration de la performance de la chaîne de production dans cette entreprise. Dans le prochain chapitre qui présente une généralité sur la méthode MRP.

Chapitre 2 :

Généralité sur la

méthode MRP

Chapitre 2 : généralité sur la méthode MRP.

1. Introduction

Depuis toujours, les entreprises ont eu un besoin de gérer leurs productions pour imposer leur efficacité. Ainsi le rôle de la gestion de la production est aussi ancien que l'entreprise elle-même. Pour être capable de produire sereinement un produit ou un service, il faut donc un minimum d'organisation et de gestion, pour ce ci la gestion de production utilise certaines méthodes pour pouvoir gérer toute complexité. Parmi ces méthodes la méthode MRP.

2. Qu'est – ce que la méthode MRP ?

La méthode MRP (**Material Resource Planning, Planification des Besoins en Matière**) est une technique de gestion industrielle qui répond à plusieurs besoins comment : [6]

- ✓ Donner le meilleur service au client
- ✓ Définir le programme de production
- ✓ Maitriser les coûts de production
- ✓ Réaliser au mieux l'adéquation charge.

3. Historiques

Le développement de la méthode MRP en Etats-Unis par Joseph Orlicky en 1965 a mis en évidence deux types de besoins : [7]

- ✓ Besoins indépendants : comme les produits finis, pièces de rechanges (estimés par des prévisions).
- ✓ Besoins dépendants : nécessaire à la réalisation d'un besoin indépendant (produit semi-fini, composants, matière première) —> ils doivent être calculés.

Aujourd'hui, cette méthode est classée en trois catégories selon leur niveau de fonctionnement.

- **MRP0 (planifications des besoins en composants 1965)** : représente un système qui, à partir des demandes fermes et estimées de produits finis et des niveaux de stock

courants, calcule les besoins en composants (quel produit ? combien ? et pour quand ?) Permettant de répondre à la demande. Les capacités de production ne sont pas prises en Compte.

- **MRP1 (méthode de régulation de la production 1971) :** La technique MRP0 s'est enrichie et a progressivement intègre la validation des délais et la détermination des charges de production. MRP1 permet de répondre : est-ce que j'ai la capacité de le faire ? Avec quel délai ?
- **MRP2 (MANUFACTURING RESOURCE PLANNING 1979) :** Evolution du MRP1 qui intègre le calcul des coûts de production et un algorithme d'ajustement charge-capacité. Ce dernier permet d'ajuster la charge souhaitée à la charge disponible pour chaque centre de production.

La signification de l'acronyme MRP a aussi change au cours du temps. Initialement désignant MATERIEL REQUIREMENT PLANNING, il est devenu MANUFACTURING RESOURCE PLANNING pour souligner le fait que les dernières générations de MRP ne s'appliquent plus uniquement à la planification des besoins en composant mais également à la planification des besoins en ressources.

4. Principe de la méthode MRP

La méthode MRP repose sur la détermination de :

- ✓ Quelle quantité de composants est nécessaire pour fabriquer un produit en fonction du plan directeur établi pour satisfaire la demande finale.
- ✓ Les besoins bruts en composants,
- ✓ Les stocks, ou articles disponibles doivent obligatoirement être pris en compte.
- ✓ Les besoins nets, c'est à dire les besoins bruts moins les articles disponibles. [8]

5. L'objectif de MRP

- ✓ Définir les besoins en composants pour satisfaire la consommation sur une période donnée, de produits finis assemblant ces composants.
- ✓ Coordonner les approvisionnements et la fabrication dans un plan global de production.

- ✓ Vérifier pour chaque article la cohérence des dates de livraison avec les dates des besoins.
- ✓ Calculer les quantités et les dates d'approvisionnement de tous les articles achetés ou réalisés par l'entreprise, afin de couvrir ses différents besoins. [8]

6. La logique de MRP (démarche de MRP).

La méthode MRP comprend cinq niveaux de décision et de planification qui sont illustrés sur la figure suivante : [9]

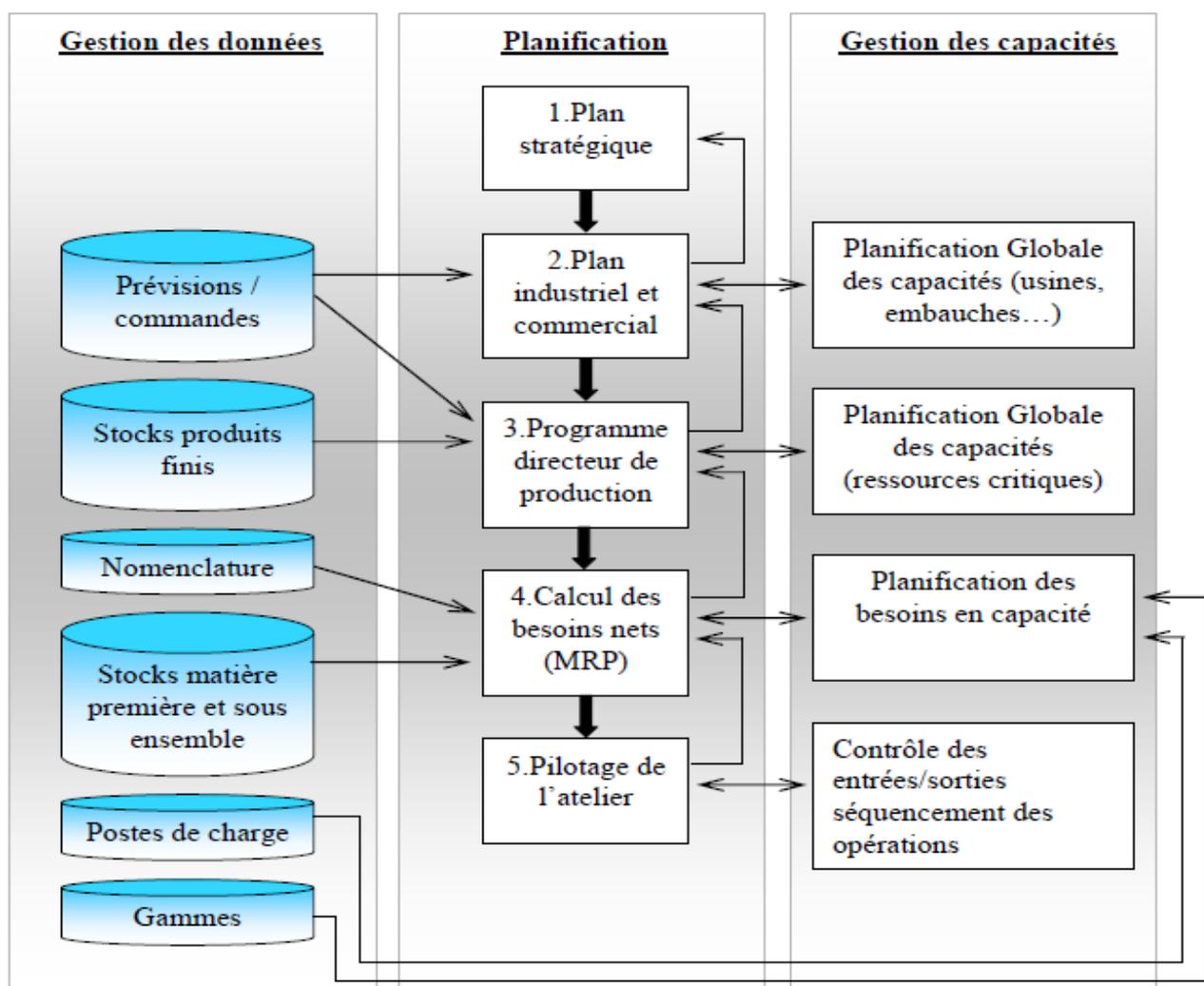


Figure 2.1 : Phases de la méthode MRP, (Thomas et Lamouri, 2000).

- **Plan stratégique et commercial (PSC) :** Ce plan donne une vision à long terme des futures ventes et donc des besoins de production, il définit les grandes orientations et l'objectif commercial de l'entreprise, et pour établir le PSC on se base sur les ventes passées et sur les estimations du vendeur.
- **Plan industriel et commercial (PIC) :** Ce plan est l'élément de base de la planification, il est établi conjointement par le directeur générale et les responsables de production, commerciaux, achats et RH (ressource humaine) à partir du carnet de commandes et des prévisions commerciales, il doit être réactualisé périodiquement (généralement tous les trimestres) afin de rester cohérent.
- **Plan directeur de production (PDP) :** Le PDP est un programme de fabrication prévu pour les articles dont un agent de planification a la charge et pilote le calcul des besoins, il représente ce que l'entreprise a décidé de produire, il exprime en termes de configuration précise, quantité et date.

Le PDP doit prendre en compte les prévisions de PIC ainsi que d'autres considérations importantes telles que les disponibilités des matières, des ressources et l'objectif du directeur, etc.

- **Plan de charge (planification des besoins en composants ou calcul des besoins nets) :** l'objectif de ce plan est de déterminer :
 - Les composants à monter, à fabriquer et à acheter.
 - Les quantités correspondantes.
 - Les dates de mise à disposition du produit.
 - Les ordres de fabrication (OF) et les ordres d'achat (OA) en indiquant les dates de lancement et de fabrication plus tard.

Et pour calculer les besoins nets, il faut déterminer :

- La quantité de composant est nécessaire pour fabriquer un produit.
- Les besoins bruts en composants.
- L'état des stocks au début de la période de prévision.
- Les données de production (stock de sécurité, quantité économique, délai, ...).
- Les nomenclateurs (avec coefficient).

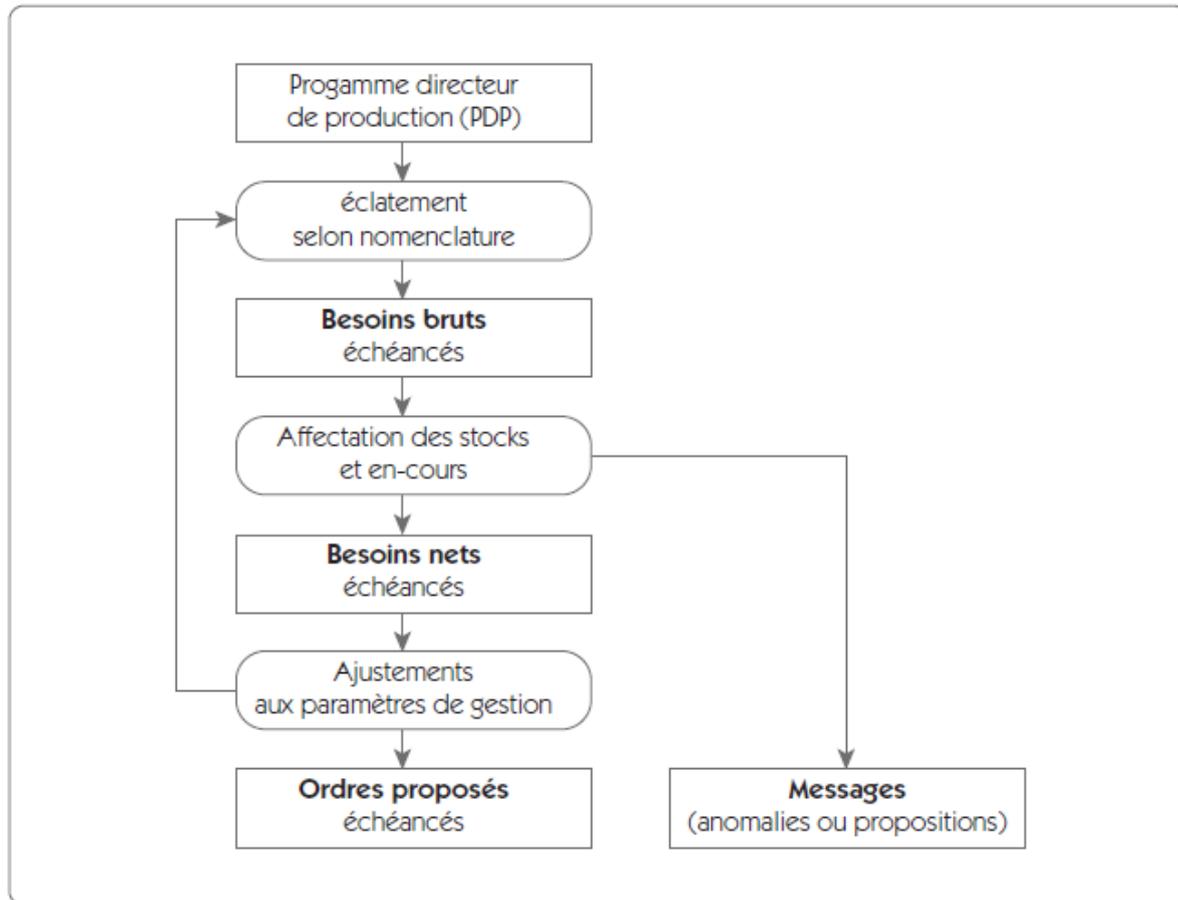


Figure 2.2 : Logique du calcul des besoins nets.

➤ **Pilotage de l'atelier :** Il permet la planification de l'atelier à court terme. Il est mis à jour hebdomadairement et se compose des objectifs suivants :

- Lancer et suivre les ordres de fabrication et d'achats
- L'ordonnancement
- Le suivi de la fabrication
- Le contrôle des entrées et de sorties.

Le système MRP gérée par les planificateurs qui sont les responsables des décisions de pilotage, leur responsabilité sont de lancer les ordres d'achat ou de fabrication, résoudre les erreurs et essayer d'en trouver les causes, reprogrammer les dates d'exigibilité des ordres fermes, coordonner avec les autres planificateurs, PDP, l'ordonnancement et les achats pour

résoudre les problèmes et aussi résoudre les problèmes de ruptures d'approvisionnement par planification ou des mises en urgences.

7. Définitions [8]

- Ordre de fabrication : est un programme ou bien document de dons pour la fabrication de produits spécifiques en quantités spécifiques.
- Ordre d'achat : ou bien ordre d'approvisionnement, c'est un document utilisé par l'acheteur pour formaliser une transaction d'achat ou d'approvisionnement.
- Ordre prévisionnel : ordre de fabrication prévu lors de la planification, le but de cet ordre dans l'entreprise est proche que possible de ceux qui permettent de satisfaire les clients sans pour autant fabriquer trop de produits.
- Nomenclature : liste de toutes les pièces intermédiaires, les sous-ensembles et les matières premières entrant dans la composition d'un ensemble « parent » avec indication pour chacun d'eux de la quantité nécessaire.
- Besoin brute : est la quantité nécessaire pour le montage des produits composés utilisant ce composant, aussi les demandes dépendantes et indépendantes d'un même article.

En générale, les besoins brutes sont la somme des besoins induits et les besoins dits externes.

Besoins brute=besoins induits+besoins externes.

- Besoins nets : les besoins nets sont liés aux besoins bruts en prenant en compte les stocks et les en-cours de fabrication.

Besoins nets=besoins brute-stock disponible.

Stock disponible = stock physique – stock de sécurité + réception attendue.

8. Les avantages et les inconvénients

8.1. Les avantages.

- ✓ Réduction des stocks et des en-cours.

- ✓ Donner le meilleur service au client
- ✓ Réponse plus rapide dans les cas de modification dans la stratégie de l'entreprise ou dans la modification des demandes.
- ✓ Amélioration de la productivité.
- ✓ Meilleure utilisation des ressources. [8]

8.2. Les inconvénients

- ✓ Longueur de l'horizon de planification et incapacité des agents de planning à établir des prévisions précises concernant la demande pour la fin de cet horizon.
- ✓ MRP part du principe que le délai est connu avant que ne soit établi le programme directeur de production qui est indépendant de la taille du lot.
- ✓ Difficulté de traitement dans les tailles de lot (quantité de commande = quantité de transfert).
- ✓ Nécessite des données précises.
- ✓ Suppose des capacités et ressources infinies.
- ✓ Demande aléatoire difficilement maîtrisée. [8]

9. Conclusion

La méthode MRP reste très utilisée par les entreprises industrielles, afin de bien gérer ses flux de production et arriver à réaliser une bonne gestion de ses stocks pour éviter toute interruption qui pourra perturber la fonction production au sein de l'usine.

Chapitre 3 :

Application de

MRP sur

l'entreprise

Canal-Plast

Chapitre 3 : Application de MRP sur l'entreprise Canal-Plast

1. Introduction

Aujourd'hui, les entreprises de production doivent évoluer dans un environnement très incertain. Elles doivent assurer leurs rentabilité et durabilité, et ce en s'inscrivant dans des démarches compétitives tout en intégrant des méthodes d'amélioration dans leur chaîne de production, Afin de renforcer la compétitivité de l'entreprise et réduire les coûts logistiques. MRP (Material Resources Planning ou Material Requirement Planning ou encore Manufacturing Resources Planning) est un moyen efficace pour optimiser le développement de matériel et de planification des besoins. L'idéologie dominante de MRP est de faire un planning de livraison pour tous les composants d'un produit.

2. Les risques trouver au sein de l'entreprise Canal-Plast et leurs solutions

Suite à la réalisation du stage dans cette entreprise, nous avons trouvé plusieurs problèmes que nous allons les citer :

❖ Mauvaise gestion de la matière première :

Le premier problème observé est la mauvais gestion de la matière première ce qui cause l'arrêt de la production et la perte des demandes des clients.

Et comme solution pour ce problème, nous allons proposer quelques un :

1. Assurer un stock de seuil (stock de sécurité),
2. Planifier les achats
3. Création d'un service de gestion de stocks.

Pour cette dernière solution, nous avons deux questions importantes à poser, c'est : quand faut-il commander ? Et combien ? [10]

- *Quand commander ?*

L'entreprise commande soit à période fixe, soit à période variable,

- *Combien commander ?*

La quantité à commander est soit fixe, soit variable.

Nous constatons qu'il y a quatre possibilités, ce qui est présenté dans le tableau ci-dessous.

	Quantité fixe	Quantité variable
Période fixe	Méthode de réapprovisionnement	Méthode de ré-complément
Période variable	Méthode de point de commande	Planification des besoins en composants (MRP ou Kanban)

Tableau 3.1 : les méthodes de gestion de stock.

Puisque la commande dans l'entreprise est liée aux demandes de clients, donc nous allons utiliser la planification des besoins en composants (MRP ou Kanban).

- ❖ Le pourcentage de tubes de classe B est plus important.

Le deuxième problème observé est que la quantité de tubes de classe B (les tubes de mauvaise qualité) est plus grande par rapport la quantité de tubes de classe A (les tubes de bonne qualité), et comme solution, il faut un service de contrôle qualité géré par des personnes compétents et des ingénieurs du domaine. En plus la qualité des tubes dépend du choix de la matière première.

- ❖ Les pannes sont plus répétitives.

Enfin, après la discussions que nous avons eu avec le service de maintenance, nous avons constaté un autre problème, le nombre de pannes est plus grand, en plus c'est toujours les mêmes pannes.

Nous proposons la maintenance corrective comme solution, elle doit être faite par des personnes compétentes, en plus la disponibilité des pièces de rechange de bonne qualité est toujours assurée et il faut revoir la maintenance préventive.

D'après les données obtenues par le service de production, nous avons trouvé que le pourcentage de risque est plus élevé dans l'unité PVC que l'unité PEHD. La figure 14 ci-après représente le graphique annelle de production de l'unité PVC et PEHD.

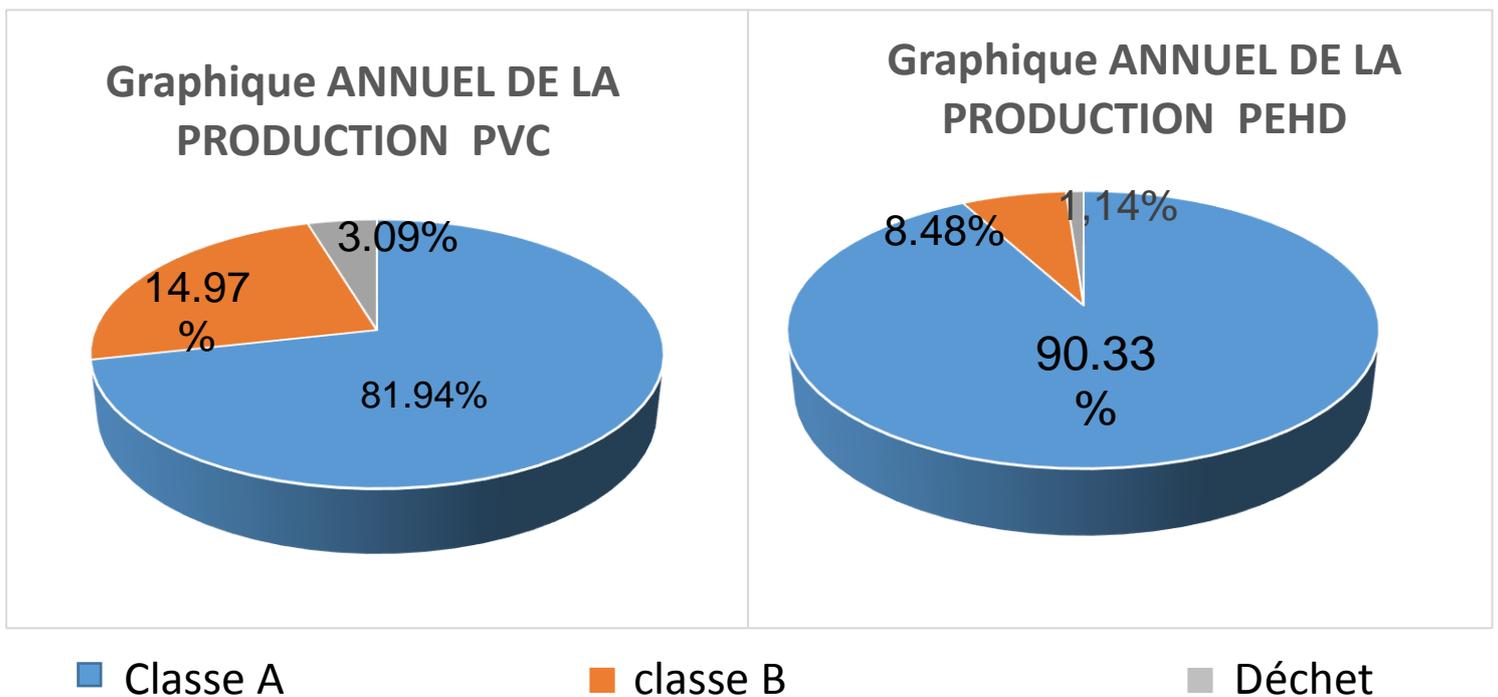


Figure 3.1 : les graphiques annuels de la production de PVC et PEHD de l'année 2019.

De ce fait, par la suite nous allons travailler que sur l'unité de production du tube PVC

3. La cause principale d'arrêt de la chaîne de production PVC.

Afin de fixer la cause principale d'arrêt de l'unité de production du tube PVC dans cette entreprise, nous allons appliquer l'analyse Pareto (méthode ABC).

➤ Qu'est-ce que l'Analyse Pareto ?

Le diagramme de Pareto, également connu sous le nom de la méthode ABC, est une méthode d'optimisation et de résolution de problème très connue dans le milieu industriel. Cette méthode permet de classer les causes en trois groupes (notés A, B et C) d'importance décroissante.

De façon générale, on s'aperçoit que dans la plupart des situations, 80% des conséquences sont entraînées par 20% des causes (Classe A), 15% des conséquences sont entraînées par 30% des causes (Classe B) et 5% des conséquences sont entraînées par 50% des causes (Classe C). Nous allons détailler par la suite.

Le principe de base consiste à choisir un critère, dans notre cas c'est le temps d'arrêt de la chaîne de production PVC et classer les causes d'arrêt en fonction de celui-ci. Ensuite, nous calculons la valeur en pourcentage de chaque temps d'arrêt par rapport au temps d'arrêt total et nous les classons dans l'ordre décroissant. Enfin, nous calculons le pourcentage cumulé.

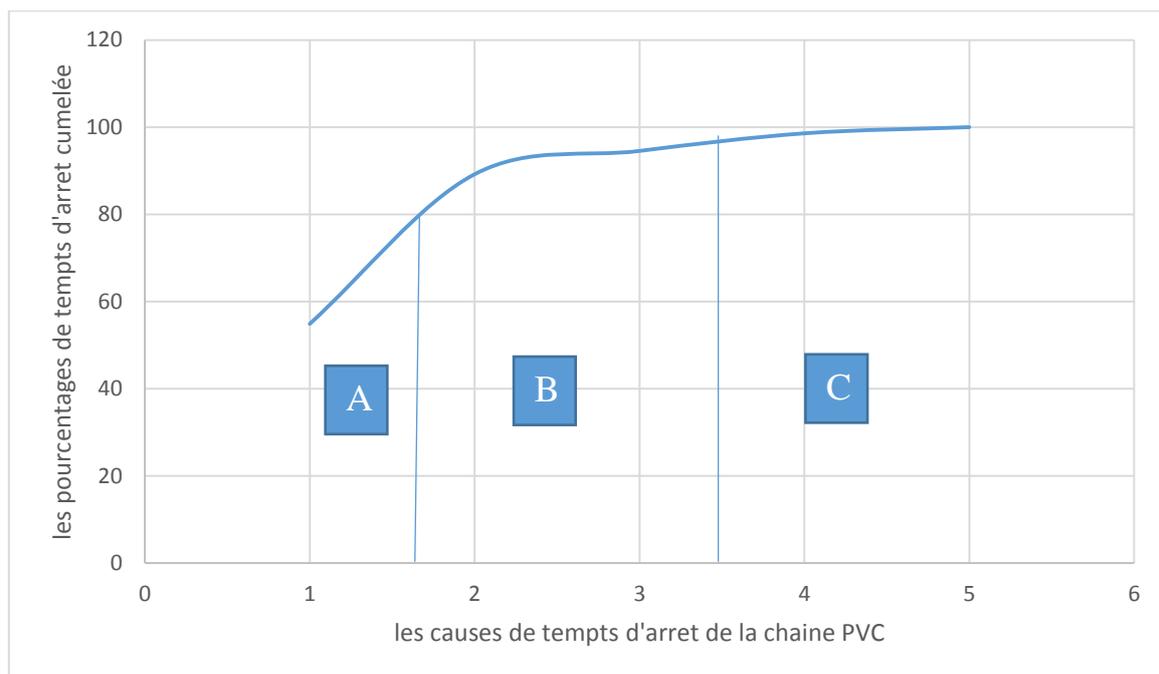
Les causes	Réurrence du temps d'arrêt (heure)	Pourcentage de réurrence des temps d'arrêt (%)	Les temps d'arrêts cumulés (heure)	Le pourcentage du temps d'arrêt cumulé (%)
(1) Manque de commande de matière première	9293	54.88	9293	54.88
(2) Réparation mécanique	5810	34.31	15103	89.20
(3) Démarrage de la ligne	906	5.35	16009	94.55
(4) Fin de production	683	4.03	16692	98.58
(5) Brulures de la tête	239	1.41	16931	100
Totale	16931	100		

Tableau 0.2: les causes de temps d'arrêt de la chaîne de production PVC.

La classification ABC signifie que l'on attribue :

- Aux 20 % représente le manque de commande de matière première, la classe A, qui représente 80 % les causes de temps d'arrêt de la chaîne de production PVC ;
- Aux 30 % représente la réparation mécanique et démarrage de la ligne, la classe B, qui représente 15 % les causes de temps d'arrêt de la chaîne de production PVC ;
- Aux 50 % représente fin de production, et brulures de la tête, la classe C, qui représente 5 % les causes de temps d'arrêt de la chaîne de production PVC.

Le graphique ci-après illustre les trois catégories des causes.

**Figure 3.2 :** Diagramme de Pareto.

Après cette analyse nous avons remarqué que la cause principale d'arrêt de la chaîne de production de PVC est la matière première c'est-à-dire le manque de commande de la matière premier.

Pour résoudre ce problème, nous allons choisir la méthode MRP (*Material Resources Planning*) pour planifier et améliorer le processus d'approvisionnement en matière première.

4. L'amélioration du processus d'approvisionnement en matières première par la méthode MRP : cas de la société Canal Plast

Nous allons procéder à l'amélioration du système d'approvisionnement par la méthode MRP pour calculer les besoins en matière première PVC (poly clou rue vinyle).

Pour ce faire, nous allons adopter un outil de gestion basé sur l'élaboration des tableaux de la consommation mensuelle durant une année, ce travail sera fait sur la base des plannings des ordres de production unité PVC ; les fiches des stocks de la matière première et aussi des produits finis.

Les mois	Besoin marche du tube PVC (Kg)
Janvier	64699.30
Février	104705.50
Mars	82404.50
Avril	84311.00
Mai	61082.60
Juin	38883.80
Juillet	77300.00
Août	63596.20
Septembre	58715.40
Octobre	76875.60
Novembre	64705.90
Décembre	48918.00

Tableau 3.3: la consommation (demande client) du tube PVC dans l'année 2019.

Nous avons calculé le pourcentage de quantité utilisée de chaque composant (PVC, CaCo3 et stabilisant) par rapport à la quantité totale du mélange de 386 kg. La quantité de chaque composant est de 300kg, 75kg, 11kg respectivement.

$$\begin{cases} 386\text{kg} \rightarrow 100\% \\ 300\text{kg} \rightarrow \text{PVC} \end{cases} \Rightarrow X = \frac{300 \times 100}{386} = 77,72\%$$

$$\Rightarrow X = 0,777$$

$$\begin{cases} 386\text{kg} \rightarrow 100\% \\ 75\text{kg} \rightarrow \text{CaCo}_3 \end{cases} \Rightarrow X = \frac{75 \times 100}{386} = 19,43\%$$

$$\Rightarrow X = 0,195$$

$$\begin{cases} 386\text{kg} \rightarrow 100\% \\ 11\text{kg} \rightarrow \text{Stabilisant} \end{cases} \Rightarrow X = \frac{11 \times 100}{386} = 2,84\%$$

$$\Rightarrow X = 0,03$$

Donc pour avoir une certaine quantité du mélange PVC, il faut 77,72% quantité de PVC, 19,43% quantité de CaCo₃ et 2,84 % quantité de Stabilisant.

Mois	BM du tube PVC (Kg)	Besoin MP (Kg)		
		PVC	CaCo ₃	Stabilisant
Janvier	64699,3	50284,43	332985,73	2270357,25
Février	104705,5	81377,33	538884,31	3674211,18
Mars	82404,5	64044,95	424108,49	2891648,82
Avril	84311	65526,68	433920,61	2958549,64
Mai	61082,6	47473,52	314371,78	2143443,96
Juin	38883,8	30220,57	200121,96	1364467,89
Juillet	77300	60077,72	397837,33	2712527,27
Août	63596,2	49427,10	327308,44	2231648,47
Septembre	58715,4	45633,73	302188,59	2060376,76
Octobre	76875,6	59747,88	395653,09	2697634,69
Novembre	64705,9	50289,56	333019,70	2270588,85
Décembre	48918	38019,17	251764,64	1716577,09

Tableau 0.4 : Besoins marché (BM) du tube PVC et la consommation des matières premières (MP) dans l'année 2019.

Voici un tableau obtenu par le service de production, le tableau représente les stocks de matière première PVC pour chaque mois.

Mois	Stock MP PVC (kg)
Janvier	110000
Février	56150
Mars	22000
Avril	183975
Mai	20000
Juin	431375
Juillet	699100
Aout	1110800
Septembre	1038675
Octobre	789400
Novembre	582300
Décembre	409675

Tableau 0.5 : stock de matière première PVC année 2019.

Finalement, nous avons obtenu le tableau suivant qui permet de faire une comparaison entre les besoins marché (BM) PVC calculés suivant les valeurs du besoin marché du tube PVC (tableau 9) et le stock de la matière première (MP) PVC (tableau 10) pour chaque mois au sein de l'entreprise canal Plast.

Mois	BM PVC (kg)	Stock MP PVC (kg)
Janvier	50284,43	110000
Février	81377,33	56150

Mars	64044,95	22000
Avril	65526,68	183975
Mai	47473,52	20000
Juin	30220,57	431375
Juillet	60077,72	699100
Août	49427,10	1110800
Septembre	45633,73	1038675
Octobre	59747,88	789400
Novembre	50289,56	582300
Décembre	38019,17	409675

Tableau 0.6 : le stock disponible en matière première (MP) PVC et les besoins marchés (BM) PVC calculés

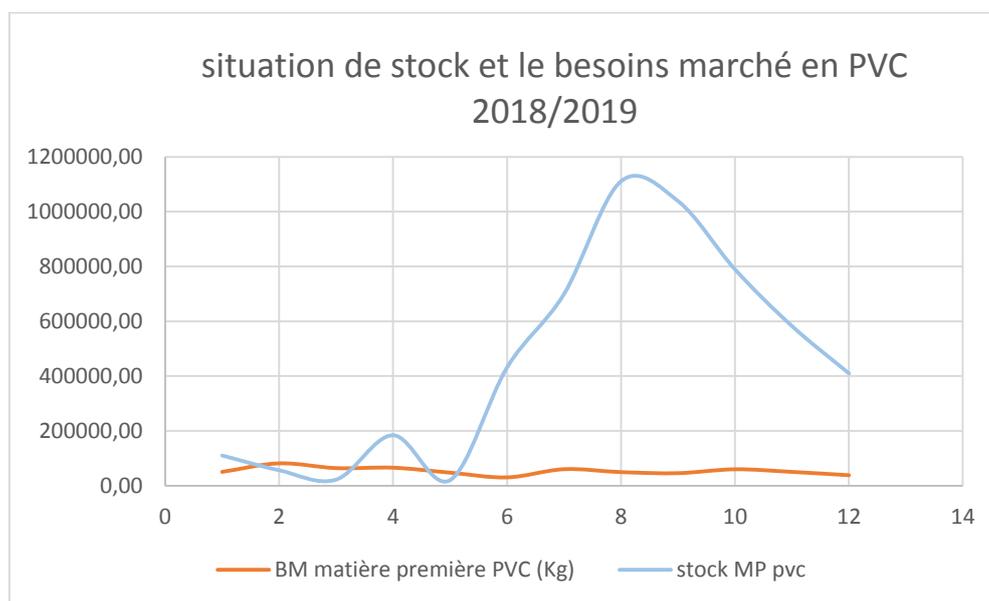


Figure 3.3 : l'état du stock MP PVC et le besoin marché en PVC.

Après l'analyse des données, nous avons remarqué que dans l'année 2019, il y a une grande différence entre l'état du stock et les besoins en matière première PVC. La quantité en matière première PVC en stock est plus grande. L'entreprise a stocké en quantité excessive, plus que la normale depuis le mois Juin jusqu'à le mois Décembre.

Afin d'éviter le problème du sur stockage, nous allons adopter la méthode du calcul des besoins en matière premières « MRP ».

4.1. Les données de départ pour appliquer la méthode MRP.

➤ La nomenclature « à plat » ou « mère » ou râteau :

C'est la liste non ordonnée des composants du produit (produits achetés seulement). Cette nomenclature n'a qu'un niveau. Si un composant intervient à plusieurs niveaux de la fabrication, il n'apparaît qu'une seule fois dans la nomenclature.

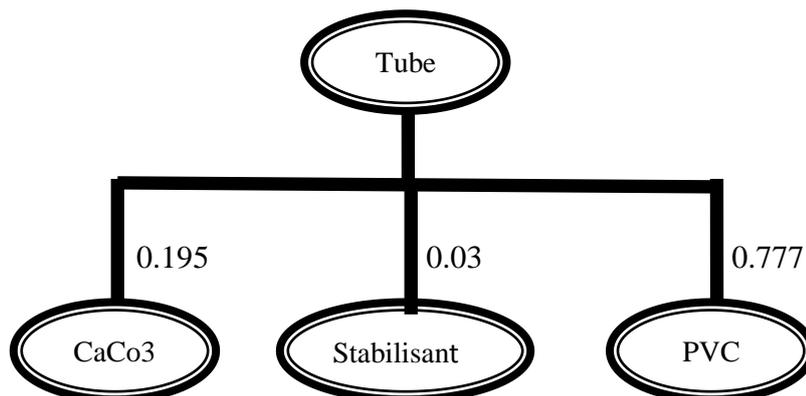


Figure 3.4 : nomenclature de Tube PVC.

➤ Calcul de quantité économique :

La question à poser est : quelle quantité faut-il commander ?

Cette quantité est déterminée pour minimiser le coût annuel, soit la somme du coût annuel de passation de commande et du coût de possession. Dans la pratique, on utilise le taux du coût de possession, ce taux se calcule en divisant le coût total des frais de possession par la valeur du stock moyen.

Cette quantité économique à commander et aussi le nombre économique annuel de commandes est calculés par la formule mathématique de Wilson. [10]

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

Q_e : Quantité économique de commandes

F : Coût de passation d'une commande

Ba : Besoin annuel

Pu : Prix unitaire

Tp : Taux de coût de possession

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

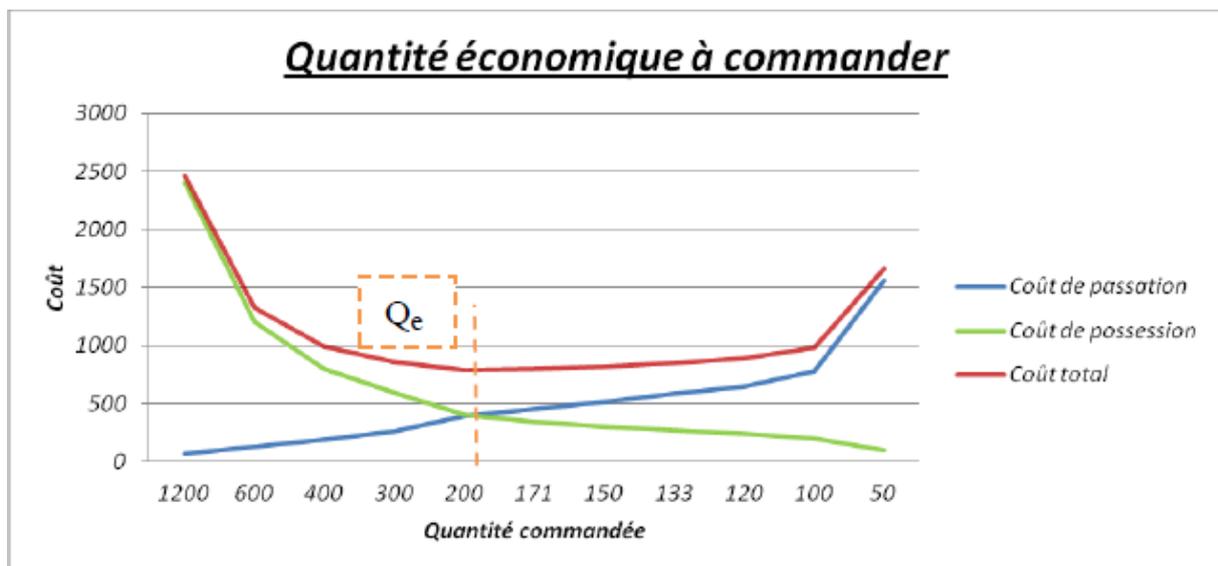


Figure 3.5 : exemple de représentation graphique du coût total en fonction de la quantité économique. [8]

Parmi les données que l'entreprise Canal-Plast nous a fournies, nous avons trouvé :

- ✓ La besoin annuelle (Ba) : 826197.8kg
- ✓ Le prix d'achat unitaire (Pu) : 429.42 DA/1kg

Suivant les recherches que nous avons effectuées, nous avons trouvé que : « le coût du stock est estimé entre 15% et 35% de sa valeur par année. Ce pourcentage, appelé « taux de possession », est une moyenne rapide qui donne un aperçu de la charge financière que représente un stock. [12] [13]

Et suivant notre connaissance, nous avons trouvé que le stock de tube ne coûte pas beaucoup donc le taux de possession trouver est 15%.

✓ Le taux de possession du stock (T_p) est de 15%.

Le coût de passations d'une commande : c'est l'ensemble des coûts supporté par une entreprise lorsque celle - ci passe une commande (charge de personnel, frais d'envoi ...etc.).

D'après notre recherche nous avons trouvé que le coût de passations (F) est 48% du coût total c'est-à-dire $429.42 \times 48\%$.

En appliquant la formule mathématique de Wilson, nous avons trouvé que :

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times 826197.8 \times \left[\frac{48 \times 429.42}{100} \right]}{(429.42 \times 15) / 100}} = 2295 \text{ kg/j}$$

$$Q_e \text{ (mois)} = 2295 \text{ kg/j} \times 30 = 68850 \text{ Kg/mois.}$$

N : le Nombre de commande annuelle en faisant $N = B_a / Q$

$$N = \frac{826197.8}{2295} = 360$$

Pour obtenir la fréquence de la commande (F_c)

$$F_c = 365 / N = 365 / 360 = 1.01 = 1$$

C'est-à-dire 1 commande tous les 1 jours.

➤ **Calcule du stock de sécurité**

- Pour le produit fini :

En utilisant les valeurs de la vente, besoins marché du tube PVC par mois du tableau 9, nous allons calculer le stock de sécurité par la méthode de distribution normale, on appelle aussi cette méthode la méthode King. La distribution normale est une loi mathématique qui permet de prévoir une probabilité de vendre une certaine quantité. [9].

$$\text{Moyenne /Mois} = (\sum(64699.30 + 104705.50 + 82404.50 + 84311 + 61082.60 + 38883.80 + 77300 + 63596.20 + 58715.40 + 76875.60 + 6705.90 + 48918))/12=68850 \text{ Kg/mois.}$$

$$\text{Moyenne / Jour} = 68850/30j=2263,6 \text{ kg/j} \approx \text{Qe.}$$

Pour trouver l'écart type de la demande, nous avons utilisé la formule **écart type** dans Excel sur l'ensemble des mois (cela peut aussi être par mois, par jour, ou par semaine).et la même chose pour l'écart type de délai.

Et pour le délai moyen et le délai max, nous les avons trouvés dans les données obtenues par le service de production au sien de l'entreprise.

D'après notre stage au niveau du service de production (unité PVC) et les données fournies, nous avons trouvé que le taux de service souhaité est de 70%. En utilisant l'annexe 1, nous avons trouvé que le coefficient de service $Z = 0.52$.

Mois	Vente		
Janvier	64699.30		
Février	104705.50	Moyenne /Mois	68850
Mars	82404.50	Moyenne / Jour	2263,6
Avril	84311.00	Taux de service souhaité	70%
Mai	61082.60	Z = Coefficient service	0,52
Juin	38883.80	Ecart type demande	17489,0
Juillet	77300.00	Délai Moyen (mois)	0.27
Aout	63596.20	Délai Max (mois)	3
Septembre	58715.40	Ecart type délais	1.93
Octobre	76875.60		

Novembre	64705.90
Décembre	48918.00
Totale	826198

Tableau 3.7 : le stock disponible MP (PVC) et les commandes client pour PF(PVC).

$$\text{Stock de sécurité} = Z * \text{Ecart type de demande} * \text{Racine (délai moyenne)}. [11]$$

Après ci données, en appliquant la formule et on a trouvé que :

$$\text{Stock de sécurité} = 0,52 \times 17489 \times \text{racines (0.27)} = \mathbf{4766Kg.}$$

- Pour la matière premier PVC :

Nous avons la formule de calcul du stock de sécurité pour PVC égale 20% du stock minimale, et ce dernier est égale à 1000000 kg.

Donc,

$$\text{Stock de sécurité} = 1000000 \times 20\% = \mathbf{200000 Kg.}$$

- Pour la matière premier CaCo3 :

Nous avons la formule de calcul du stock de sécurité pour CaCo3 égale 20% du stock minimale, et ce dernier égale 160000 kg.

Donc,

$$\text{Stock de sécurité} = 160000 \times 20\% = \mathbf{32000Kg.}$$

- Pour la matière première Stabilisant :

Nous avons la formule de calcul du stock de sécurité pour PVC égale 20% de stock minimale, et ce dernier égale 40000 kg.

Donc,

$$\text{Stock de sécurité} = 40000 \times 20\% = 8000\text{Kg.}$$

4.2. Plan industriel et commercial (PIC).

Nous avons trois scénarios de méthode pour le calcul du plan industriel et commercial (PIC) ;

- ❖ Le premier scénario, production constante avec option d'embauche, c'est-à-dire nous allons produire la même quantité chaque mois, et nous avons le droit uniquement d'embaucher ou de licencier des personnes mais nous n'avons pas le droit de faire des heures supplémentaires.
- ❖ Le deuxième scénario, production constante sauf que nous avons le droit de recruter des personnes mais nous avons le droit de faire des heures supplémentaires.
- ❖ Troisième scénario, production supérieur ou égale à la quantité économique avec option d'embauche, c'est-à-dire si nous avons la demande de client supérieur ou égale à la quantité économique nous allons produire la même quantité demandée, et si l'inverse nous allons produire la quantité économique.

Alors, le scénario que nous avons appliqué dans cette entreprise est le troisième.

➤ Les calculs de PIC :

	Demande (client)	Plan (production)	Stock prévisionnel
Janvier	64699,3	68850	4151
Février	104705,5	104705,5	4151
Mars	82404,5	82404,5	4151
Avril	84311	84311	4151
Mai	61082,6	68850	11918
Juin	38883,8	68850	41884
Juillet	77300	77300	41884
Août	63596,2	68850	47137

Septembre	58715,4	68850	57272
Octobre	76875,6	76876	57272
Novembre	64705,9	68850	61416
Décembre	48918	68850	81348
Total	826198	907545	

Tableau 3.8 : le plan industriel et commercial.

Explication du tableau :

Pour les calculs du plan (production), nous avons fait :

Puisque nous avons la demande client dans les mois (Janvier, Mai, Juin, Août, Septembre, Novembre et Décembre) inférieur à la quantité économique donc nous allons produire une quantité égale la quantité économique (68850 kg), et les autres mois nous allons produire la quantité demandée par le client.

Pour les calculs de stock prévisionnel nous avons appliqué la formule suivante :

$$\text{Stock prévisionnel (Février)} = \text{stock prévisionnel (Janvier)} + \text{production (Février)} - \text{demande client (Février)}.$$

En appliquant la formule et nous avons trouvé que :

$$\text{Stock prévisionnel (Février)} = 4151 + 104705,5 - 104705,5 = 4151$$

Nous avons fait la même chose pour les autres mois.

Les mois	Coût de stockage
Janvier	133 674
Février	267347

Mars	267347
Avril	267347
Mai	517502
Juin	1732757
Juillet	2697858
Août	3362653
Septembre	3689047
Octobre	3822508
Novembre	4597904
Décembre	24223004

Tableau 3.9 : Coût de stockage du plan (PIC).

Explication du tableau :

Dans ce tableau nous avons calculé le coût du plan industriel et commercial, en appliquant la formule de MRP de plan industriel et commercial :

Le cout de stockage unitaire = Le prix d'achat unitaire (Pu) * Le taux de possession du stock (Tp) est de 15%.

Donc,

$$\text{Le cout de stockage unitaire} = 429,42 * 15\% = \mathbf{64.413.}$$

$$\text{Coût de stockage (Février)} = [(\text{stock prévisionnel (Janvier)} + (\text{stock prévisionnel (Février)})) / 2] \times \mathbf{64.413.}$$

Après l'application de la formule et nous avons trouvé que :

$$\text{Coût de stockage (Février)} = [(4151 + 4151) / 2] \times 64.413 = 867347.$$

Nous avons fait la même chose pour les autres mois.

4.3. Plan directeur de production (PDP) :

➤ Les calculs de PDP pour le produit fini :

produit fini tube PVC	Stock initial= 0												Stratégie de production= 68850													
	Délai=1mois												Stock de sécurité= 4 766													
le mois	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
besoins brute		64699,3	104705,5	82404,5	84311	61082,6	38883,8	77300	63596,2	58715,4	76875,6	64705,9	48918													
ordre lancé		77058,5																								
besoins net			102347,575	81289,45	84406,325	59921,18	37773,86	79220,81	62911,01	58471,36	77783,61	64097,415	48128,605													
Stock	0	0	12359,2	10001,275	8886,225	8981,55	7820,13	6710,19	8631	7945,81	7701,77	8609,78	8001,295	7211,9												
ordre prévu	Fin		102347,575	81289,45	84406,325	59921,18	37773,86	79220,81	62911,01	58471,36	77783,61	64097,415	48128,605													
	Début		102347,575	81289,45	84406,325	59921,18	37773,86	79220,81	62911,01	58471,36	77783,61	64097,415	48128,605	0												

Tableau 3.10 : le PDP de produit fini.

➤ Les calculs de PDP pour la matière première PVC.

MP PVC	Stock initial= 68200												Stratégie de production= 53496,45													
	Délai=1mois												Stock de sécurité= 200000													
le mois	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
besoins brute		79524,0658	63161,9027	65583,7145	46558,7569	29350,2892	61554,5694	48881,8548	45432,2467	60437,865	49803,6915	37395,9261	0													
ordre lancé																										
besoins net		279524,066	263161,903	265583,715	253496,45	253496,45	261554,569	253496,45	253496,45	260437,865	253496,45	253496,45	253496,45													
soins net corrigé		225300,269	62343,7945	65704,8051	52892,0868	46558,7569	37811,3146	53093,544	48881,8548	52720,7324	53149,3793	49803,6915	37395,9261													
Stock	68200	213976,203	213158,095	213279,186	219612,516	236820,983	213077,728	217289,418	220739,026	213021,893	216367,581	228775,346	266171,273													
ordre prévu	Fin	225300,269	62343,7945	65704,8051	52892,0868	46558,7569	37811,3146	53093,544	48881,8548	52720,7324	53149,3793	49803,6915	37395,9261													
	Début	225300,2691	62343,7945	65704,8051	52892,0868	46558,7569	37811,3146	53093,544	48881,8548	52720,7324	53149,3793	49803,6915	37395,9261	0												

Tableau 3.10 : le PDP de matière premier PVC.

➤ Les calculs de PDP pour la matière première CaCo3.

MP CaCo3	Stock initial= 32075						Stratégie de production= 13425,75						
	Délai=1mois												
le mois	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
besoins brute		19957,7771	15851,4428	16459,2334	11684,6301	7365,9027	15448,058	12267,647	11401,9152	15167,804	12498,9959	9385,07798	0
ordre lancé													
besoins net		51957,7771	47851,4428	48459,2334	45425,75	45425,75	47448,058	45425,75	45425,75	47167,804	45425,75	45425,75	45425,75
soins net corrigé		22480,666	15646,126	50882,195	47697,0375	47697,0375	49820,4608	47697,0375	47697,0375	49526,1941	47697,0375	47697,0375	47697,0375
Stock	32075	34597,8889	34392,5721	68815,5338	104827,941	145159,076	179531,479	214960,869	251255,992	285614,382	320812,424	359124,383	406821,421
ordre	Fin	22480,666	15646,126	50882,195	47697,0375	47697,0375	49820,4608	47697,0375	47697,0375	49526,1941	47697,0375	47697,0375	47697,0375
prévu	Début	22480,66598	15646,126	50882,195	47697,0375	47697,0375	49820,4608	47697,0375	47697,0375	49526,1941	47697,0375	47697,0375	47697,0375

Tableau 3.11 : le PDP de la matière première CaCo3.

➤ Les calculs de PDP pour la matière première Stabilisant.

MP Stabilisant	Stock initial= 54075						Stratégie de produ= 2065,5							
	Délai=1mois													
le mois	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
besoins brute		3070,42725	2438,6835	2532,18975	1797,6354	1133,2158	2376,6243	1887,3303	1754,1408	2333,5083	1922,92245	1443,85815	0	
ordre lancé														
besoins net		3223,94861	2560,61768	2658,79924	2168,775	2168,775	2495,45552	2168,775	2168,775	2450,18372	2168,775	2168,775	0	
soins net corrigé		11223,9486	10560,6177	10658,7992	10168,775	10168,775	9201,37104	2049,94379	1887,3303	2035,54952	2052,09959	1922,92245	8000	
Stock	54075	0	42851,0514	32290,4337	21631,6345	11462,8595	1294,08448	8118,83122	8281,4447	8414,6342	8116,67542	8245,85255	8724,91685	16724,9169
ordre	Fin	11223,9486	10560,6177	10658,7992	10168,775	10168,775	9201,37104	2049,94379	1887,3303	2035,54952	2052,09959	1922,92245	8000	
prévu	Début	11223,94861	10560,6177	10658,7992	10168,775	10168,775	9201,37104	2049,94379	1887,3303	2035,54952	2052,09959	1922,92245	8000	

Tableau 3.12 : le PDP de la matière première Stabilisant.

Le délai d'obtention du produit fini à partir des articles PVC, stabilisant et Caco3 nécessite un délai d'un mois ; les dates de lancement des Ordres Prévisionnels de matières première seront donc décalées d'un mois par rapport aux dates d'exigibilité des besoins nets de matière première telles qu'elles sont indiquées dans le tableau précédent et décalées de 2 mois par rapport aux dates d'exigibilité des besoins nets du produit fini.

Pour pouvoir répondre positivement au client, il faut donc que le délai de livraison soit au maximum un mois, si la matière est disponible en stock.

La quantité de la matière première commander pour chaque mois doit être toujours supérieure ou égale à 53496.45 kg/mois pour PVC, 13425.75 Kg/mois pour Caco3 et 2065.5 kg/mois pour stabilisant.

Le tableau 3.14 ci-après représente les commandes et les besoins réel de MP PVC.

	Demande client	Besoins MP PVC par rapport à la demande	Commande de MP PVC
Janvier	64699.30	50284,43	225300,27
Février	104705.50	81377,33	58455,453
Mars	82404.50	64044,95	75838,289
Avril	84311.00	65526,68	52418,357
Mai	61082.60	47473,52	37084,162
Juin	38883.80	30220,57	37811,315
Juillet	77300.00	60077,72	53093,544
Août	63596.20	49427,10	48881,855
Septembre	58715.40	45633,73	52720,732
Octobre	76875.60	59747,88	53149,379
Novembre	64705.90	50289,56	49803,692
Décembre	48918.00	37666.86	37395,926

Tableau 3.13 : les commandes et les besoins réel de MP PVC.

Le graphique ci-dessous donne le rapport entre les commandes de la matière première par l'entreprise et les besoins (quantité exact) de cette matière après l'application de la méthode MRP.

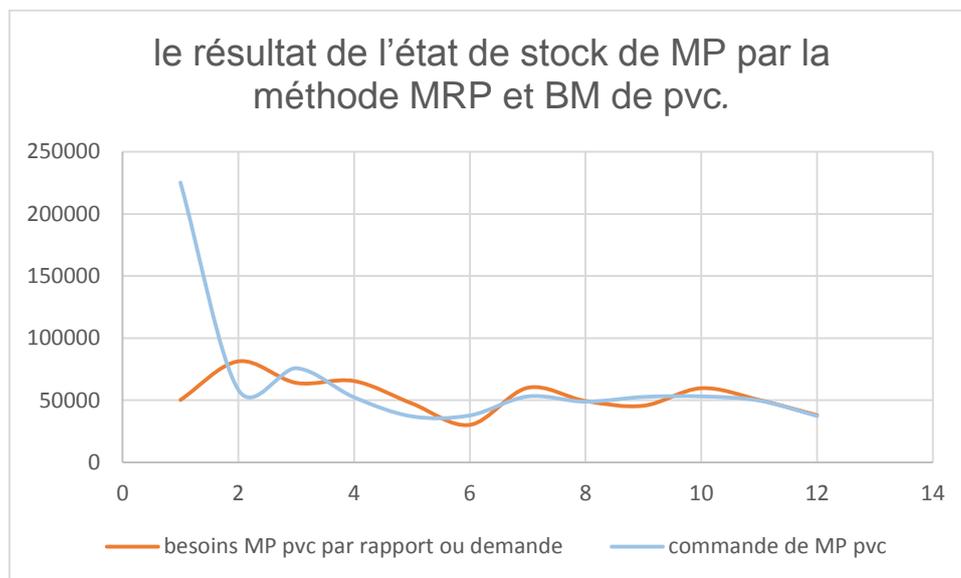


Figure 0.6 : le résultat de l'état de stock de MP par la méthode MRP et BM de pvc.

Ce graphique montre que la société Canal-Plast doit passer une commande chaque mois, ce qui permet de garder un niveau supérieur pour la quantité de la matière premières approvisionnés qui sera supérieur à la capacité de production, et le niveau du stock sera toujours supérieur ou égale à 68850 kg/mois pour produit fini, 53496.54 Kg/mois pour PVC, 13425.75Kg/mois pour Caco3 et 2065.5 Kg/mois pour stabilisant, ce qui donnera une stabilité au niveau de l'ordonnancement des ateliers de production. Dans ce graphique, nous constatons que les quantités du produit fini seront effectivement respectés sans rupture, et cela parce que le lancement programmé de la production répond justement aux commandes des clients, ce qui constitue une stratégie gagnante pour fidéliser la clientèle.

5. Conclusion

La méthode MRP a été appliquée dans le but de gérer et de calculer les besoins nets pour chaque composant. Les prévisions déjà obtenus pour le produit fini étudié sont utilisées dans le calcul des besoins ; une nomenclature contient toutes les informations nécessaires pour entamer le calcul des besoins nets.

Dans cette étude, nous avons amélioré la gestion du stock de la matière première en obtenant les ordres de fabrication, les ordres d'achat et les besoins nets.

Conclusion générale et Perspective

Lors de notre visite à l'entreprise Canal-Plast qui travaille dans le domaine de production et distribution des tubes en polyéthylène haute densité « PEHD » et en polychlorure de vinyle « PVC ». Nous avons remarqué l'absence de réponse adéquate au besoin en matière première au niveau de cette entreprise, nous avons examiné à travers de ce travail, des recherches sur l'approvisionnement de la matière première par la méthode MRP. L'objectif de cette étude est d'améliorer la performance de la chaîne de production PVC.

Nous avons dans un premier temps présenté l'entreprise, puis nous avons présenté les différents problèmes trouvés au sein de cette entreprise et leur solution et choisi le problème qui a le plus de poids sur l'augmentation de la fréquence de l'arrêt de la chaîne de production. Enfin, nous avons d'appliquer la méthode MRP qui permet d'approvisionner l'achat de la matière première.

Et comme perspective nous avons plusieurs problèmes :

- ✓ des pannes mécanique ,
- ✓ le pourcentage de tubes de classe B(les tubes non conformes) est plus important

Qui nous ne pouvons pas de résolu à cause des manque des donnees car nous n'avons pas pu terminer notre stage au sein de l'entreprise Canal-Plast à cause de COVID'19 et au confinement.

Référence

- [1] : les rapports de stage dans cette entreprise et les documents de l'entreprise Canal-Plast.
- [2] : Site internet : ramenetessciences.wordpress.com/2017/05/02/le-polyethylene-haute-densite-pehd/.
- [3] : TALHAOUI C. Et BRAHMI M.F.A., "Modélisation de l'unité de production de l'entreprise canal Plast", mémoire PFE Génie industriel, option Ingénierie de la production, 2012-2013
- [4] : Site internet : puzzlefactory.pl/fr/etiquettes/chlorure+de+polyvinyle.
- [5] : les documents de laboratoire de l'entreprise Canal-Plast.
- [6] : L. Dupont. "La gestion industrielle", Hermes Science Publications, 1998.
- [7] : G. Javel. "Organisation et gestion de la production" 3^{ème} _edition Dunod, 2001.
- [8] : Ait Hellal Dj et Mohammedi L, " planification des besoins en composants (MRP), cas de l'entreprise Cevital de Bejaia " mémoire PFE recherche opérationnelle, option modélisation mathématique et techniques de décision, 2013-2014.
- [9] : S. Lamouri et A. Thomas. "Gestion des stocks dans un contexte de demandes indépendantes". Techniques de l'Ingénieur, traite L'entreprise industrielle ISSN 1282-9072, vol.AGL1, n_AG 5 140, pp. AG5140.1-AG5140.14, 2000.
- [10] : DUBUISSON, "optimisation de la gestion des stocks des matières premières", mémoire PFE Ingénieur de gestion, 2011-2012.
- [11] : Site internet : www.lokad.com/fr/calculer-stocks-de-securite-avec-excel.
- [12] : Site internet : <http://logistique-pour-tous.fr/generalites-sur-les-stocks/#:~:text=Pour%20d%C3%A9terminer%20de%20fa%C3%A7on%20pr%C3%A9cise,00%20%E2%82%AC%20sur%20l'ann%C3%A9e>.
- [13] : « Gestion des Stocks et des magasins » de F. Mocellin & « Organisation et gestion de la production » de G. Javel

Annexe

Annexe 1 : La table de coefficient Z de taux de service pour tous les pourcentages de loi de distribution normale.

Taux de service	Coefficient de service						
99,9%	3,09	79%	0,81	53%	0,08	26%	-0,64
99%	2,33	79%	0,81	52%	0,05	25%	-0,67
98%	2,05	78%	0,77	51%	0,03	24%	-0,71
97%	1,88	77%	0,74	50%	0,00	23%	-0,74
96%	1,75	76%	0,71	49%	-0,03	22%	-0,77
95%	1,64	75%	0,67	48%	-0,05	21%	-0,81
94%	1,55	74%	0,64	47%	-0,08	20%	-0,84
93%	1,48	73%	0,61	46%	-0,10	19%	-0,88
92%	1,41	72%	0,58	45%	-0,13	18%	-0,92
91%	1,34	71%	0,55	44%	-0,15	17%	-0,95
90%	1,28	70%	0,52	43%	-0,18	16%	-0,99
89%	1,23	69%	0,50	42%	-0,20	15%	-1,04
88%	1,17	68%	0,47	41%	-0,23	14%	-1,08
87%	1,13	67%	0,44	40%	-0,25	13%	-1,13
86%	1,08	66%	0,41	39%	-0,28	12%	-1,17
85%	1,04	65%	0,39	38%	-0,31	11%	-1,23
84%	0,99	64%	0,36	37%	-0,33	10%	-1,28
83%	0,95	63%	0,33	36%	-0,36	9%	-1,34
82%	0,92	62%	0,31	35%	-0,39	8%	-1,41
81%	0,88	61%	0,28	34%	-0,41	7%	-1,48
80%	0,84	60%	0,25	33%	-0,44	6%	-1,55
79%	0,81	59%	0,23	32%	-0,47	5%	-1,64
78%	0,77	58%	0,20	31%	-0,50	4%	-1,75
77%	0,74	57%	0,18	30%	-0,52	3%	-1,88
76%	0,71	56%	0,15	29%	-0,55	2%	-2,05
75%	0,67	55%	0,13	28%	-0,58	1%	-2,33
80%	0,84	54%	0,10	27%	-0,61	0%	-3,09

Résumé

La production est une fonction stratégique de l'entreprise industrielle. Pour gérer et fabriquer un ou plusieurs produits en réponse à des besoins des clients, dans ce sens, le choix du processus de production comporte le choix de l'ensemble des équipements, personnel, matière première et procédures utiles pour la production.

Dans ce mémoire, nous nous intéressons à l'amélioration de performances de la chaîne de production dans l'entreprise Canal-Plast. Cette entreprise est un établissement qui produit et distribue des tubes en Polyéthylène Haute Densité « PEHD » et en Polychlorure de Vinyle « PVC ». Durant notre stage dans cette entreprise, nous avons trouvé que la fréquence d'arrêt de la chaîne de production dans l'atelier PVC est élevé causé par plusieurs facteurs, après des analyses nous avons trouvé que c'est dû au mauvais approvisionnement de la matière première dans l'atelier PVC (rupture de stock) pour cela nous avons appliqué la démarche MRP (*Material Resource Planning*, Planification des Besoins en Matière), cette méthode est une technique de gestion industrielle qui répond à plusieurs besoins.

Mots clés :

Production, Amélioration, Performance, Planification.

Abstract:

Production is a strategic function of the industrial enterprise. To manage and manufacture one or more products in response to customer needs, in this sense, the choice of the production process involves the choice of all equipment, personnel, raw materials and procedures useful for production.

In this memoir, we are interested in improving the performance of the production chain in the Canal-Plast company. This company is an establishment that produces and distributes high-density polyethylene "HDPE" and polyvinyl chloride "PVC" pipes. During our internship in this company, we found that the frequency of the production line interruption in the PVC workshop is high due to several factors, after analysis we found that this is due to the poor supply of raw material in the PVC workshop (out of stock) for this we have to apply the MRP approach (*Material Resource Planning*), this method is an industrial management technique that responds several needs.

Key words:

Production, Improvement, Performance, Planning.

ملخص

الإنتاج هو وظيفة استراتيجية للمؤسسة الصناعية لإدارة وتصنيع منتج أو أكثر استجابة لاحتياجات العملاء. وبهذا المعنى فإن اختيار عملية الإنتاج ينطوي على اختيار جميع المعدات والموظفين والمواد الخام والإجراءات المفيدة للإنتاج. في هذه الرسالة نهتم بتحسين أداء سلسلة الإنتاج في شركة Canal-Plast. هذه الشركة عبارة عن مؤسسة تنتج وتوزع انابيب البولي إيثيلين عالية الكثافة "PEHD" والبولي فينيل كلوريد "PVC". خلال فترة تربصنا في هذه الشركة وجدنا ان تواتر اغلاق سلسلة الانتاج مرتفع بسبب عدة عوامل. وبعد التحليل وجدنا ان ضعف المعروض من المواد الخام في ورشة PVC لهذا يتعين علينا تطبيق نهج MRP (تخطيط الاحتياجات المادية ام تخطيط الموارد المادية). هذه الطريقة هي تقنية أداة الصناعية تلبي العديد من الاحتياجات.

الكلمات المفتاحية

التخطيط, الأداء , التحسين , الإنتاج.