

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'enseignement supérieur et la
recherche scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ecole Supérieur des Sciences Appliquées -
tlemcen-



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية

École Supérieure en

Sciences Appliquées

المدرسة العليا للعلوم التطبيقية - تلمسان -

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention d'un diplôme d'Ingénieur

Filière ; Génie industriel

Option : Management Industriel et Logistique

Présenter par : Lina LAZZOUNI

Thème :

***Optimisation de la planification de
l'atelier de production du PVC de
l'entreprise CANAL PLAST***

Soutenu publiquement le 04 juillet 2022, devant le jury compos de :

- Mr . Mustapha Anwer BRAHAMI MCA ESSA – Tlamcen Président
- Mr. Mohammed BENNEKROUF MCA ESSA – Tlamcen Directeur de mémoire
- Mr. Fouad MALIKI MCB ESSA – Tlamcen Examineur 1
- Mme. Amina OUHOUD MCB ESSA – Tlamcen Examineur 2 .

Année universitaire :

2021-2022

Remerciement :

Je tiens à remercier tout d'abord Dieu qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce travail ;

Je tiens à remercier mes encadrants Mr. Mohammed BENNEKROUF et Mr Fouad MALIKI pour leur aide et soutien pendant toute cette période ;

Je tiens à remercier aussi tout l'ensemble des enseignants et responsables de l'école supérieure des sciences appliquées - tlemcen- pour leur aide durant les cinq ans de notre formation ;

Je tiens à remercier aussi madame Naïma LEBBED qui m'a encadré au cours de ce stage, ainsi que tout l'ensemble de l'entreprise CANAL PLAST pour leur aide ;

Enfin ; je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé de près et de loin à la réalisation de ce travail ;

Merci à vous tous ;

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ma famille ; mes chers parents , ma sœur et mes frères pour leur encouragement, leur soutien durant mes années d'études ;

A mes chers amies ;

A mes professeurs sans exception pour leur effort durant ces cinq ans d'étude afin d'assurer une formation solide ;

A toute la promo 2022

Table de matières :

- Remerciement.....2
- Dédicace.....3
- Table des matières.....4
- Table des figures.....7
- Table des tableaux.....8
- Introduction générale.....9

Chapitre 1 :

Présentation de l'entreprise CANAL PLAST

- présentation de l'entreprise CANAL PLAST.....13
- organigramme de l'entreprise CANAL PLAST.....14
- la direction.....15
- SMQ (système management qualité).....15
- service commercial.....16
- département ressources humaines.....17
- département d'approvisionnement.....17
- département de la production.....18
 - ✓ atelier PVC.....19
 - ✓ atelier PEHD.....21
- service maintenance.....23
- département contrôle de qualité.....24

Chapitre 2 :

Gestion de la production

- Introduction.....27
- Concept de la gestion de la production ;
 - ✓ Définition.....28
 - ✓ Qu'est ce que la gestion de la production.....28

✓	Système de production.....	29
✓	Critères de classification des types de production.....	29
✓	Typologie des flux.....	30
✓	Progiciel de la chaine logistique.....	31
•	Concept de planification de la production ;	
✓	Définition.....	32
✓	L'utilisation des prévisions.....	32
✓	Pourquoi la planification industrielle.....	33
✓	Fonction de planification.....	33
✓	Niveaux de planification.....	33
✓	Comparaison entre les niveaux de planification.....	36
✓	Enchaînement des plannings.....	37
•	L'ordonnancement ;	
✓	Définition.....	39
✓	Fonction d'ordonnancement.....	39
✓	Types d'ordonnancement.....	40

Chapitre 3 :

Optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

•	Problème d'optimisation linéaire ;	
✓	Définition.....	44
✓	Modélisation mathématique des problèmes linéaire.....	44
✓	Exemples sur les problèmes d'optimisation linéaire.....	45
✓	Langage de programmation linéaire CPLEX	45
•	Problème de tourné de véhicule;	
✓	Définition de la problématique.....	46

✓ Modélisation mathématique de problème ;	
▪ Indices.....	47
▪ Paramètres.....	47
▪ Variables de décisions.....	48
▪ Fonction objectif.....	48
▪ Contraintes.....	48
• programmation CPLEX ;	
✓ fichier.mod.....	51
✓ fichier .data.....	52
• interprétation des résultats.....	54
• conclusion générale.....	58
• références et bibliographie.....	60

Table des figures :

- figure 1.1 : composition d'un tube.
- Figure 1.2 : processus de production des tubes PVC.
- Figure 1.3 : processus de production des tubes PEHD.
- figure 2.1 : processus de production.
- figure 2.2 : programme de production.
- figure 2.3 : module des ERP.
- Figure 2.4 : modèles de planification stratégique
- Figure 2.5 : système de production
- Figure 2.6 : ordre de fabrication
- Figure 2.7 : diagramme de GANTT
- Figure 3.1 : indices
- Figure 3.2 : paramètres
- Figure 3.3 : variables de décisions
- Figure 3.4 : fonction objectif
- Figure 3.5 : valeurs des paramètres
- Figure 3.6 : contraintes
- Figure 3.7 : MP acheté
- Figure 3.8 : MP stocké
- Figure 3.9 : qte produite du produit 1 dans ligne 1 pendant 8 jours
- Figure 3.10 : qte de MP (poudre PVC) utilisé pour la production du produit 1 dans ligne 1 pendant 8
- Figure 3.11 : qte de MP (stabilisant) utilisé pour la production du produit 1 dans ligne 1 pendant 8
- Figure 3.12 : qte de MP (craie) utilisé pour la production du produit 1 dans ligne 1 pendant 8
- Figure 3.13 : valeur de la variable X
- Figure 3.14 : qte de produit stocké
- Figure 3.15 : qte de produits vendues

Table des tableaux :

- tableau 1.1 : diamètres des tubes PVC.
- Tableau 1.2 : débits et temps de changements des ligne de production des tubes PVC.
- tableau 1.3 : diamètres des tubes PEHD.
- Tableau 1.4 : débits et temps de changements des ligne de production des tubes PEHD.
- Tableau 2.1 : utilisation des prévisions.
- tableau 2.2 : modèles de planification stratégique
- tableau 2.3 : comparaison entre les trois niveaux de planification

Introduction générale

Les systèmes de production sont devenues de plus en plus compliqués à cause de la variation des produits finis ; et donc les modes de gestion sont maintenant différents ; dont on doit gérer les différentes fonctions des systèmes de façon d'atteindre les objectifs de l'entreprise et améliorer sa performance ; et ceci diffère d'une entreprise à une autre ; selon sa fonction ;

Un système de production est un processus visant à produire un besoin bien défini d'un client ou plusieurs qui satisfont leur demande ; et donc c'est un processus composé de plusieurs parties qui permet de transformer une matière première à un produit fini prêt à être consommé par le client avec le meilleur rapport qualité/prix et dans un temps plus court.

Pour se faire ; il faut donc une bonne gestion de la production ; c'est-à-dire il faut bien savoir le système de production et son fonctionnement , le type de production et le type d'atelier correspondant au type de produit fabriqué ; et aussi de faire une bonne planification stratégique, tactique et opérationnelle ; il faut aussi faire un bon ordonnancement de la production ;

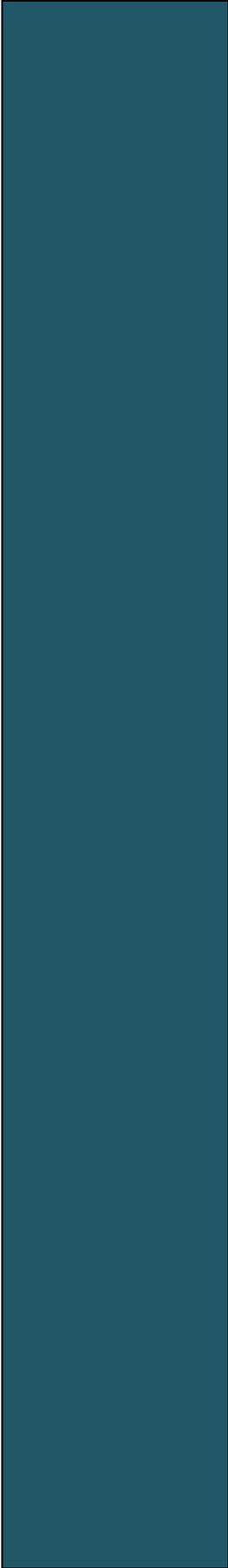
L'objectif de ce travail est de réaliser un modèle pour la planification de la production pour l'entreprise CANAL PLAST ; qui est responsable sur la production des tubes PVC et PEHD ; selon le système de production de l'entreprise (ligne de production, matière première, produit stocké, produit vendu...) ;

Ce travail contient trois chapitres ;

Un premier chapitre de présentation de l'entreprise CANAL PLAST ; ces différents processus et leur rôle dans l'entreprise ; ainsi que la fonction principale et l'objectif de chaque ' un de ses processus et surtout le service commerciale ; dont on va travailler dans cette thèse sur le côté de livraison et satisfaction des clients ;

Le deuxième chapitre qui contient une partie théorique sur la gestion de la production ; dont on va parler de systèmes de production et de différents types de production ; la planification et l'ordonnancement de la production et aussi des logiciels qui facilitent la gestion de la production ;

Et un troisième chapitre qui contient la partie pratique ; dont on va réaliser un modèle de gestion de la production pour l'entreprise CANAL PLAST ; en tenant compte les lignes de production, les quantités et types de matières premières et les différents coûts de production et de stockage ;



Chapitre 1 :

**Présentation de
l'entreprise CANAL PLAST**

Chapitre 1 :

Présentation de l'entreprise CANAL PLAST

- **présentation de l'entreprise CANAL PLAST.**
- **organigramme de l'entreprise CANAL PLAST.**
- **la direction**
- **SMQ (système management qualité).**
- **service commercial.**
- **département ressources humaines.**
- **département d'approvisionnement.**
- **département de la production.**
 - ✓ **atelier PVC.**
 - ✓ **atelier PEHD.**
- **service maintenance.**
- **département contrôle de qualité.**

Présentation de l'entreprise CANAL PLAST :

L'entreprise CANAL PLAST est une entreprise créée en 2006 ; responsable sur la production des tubes PVC (polychlorure de vinyle) et PEHD (polyéthylène) utilisé dans les réseaux d'assainissement , de l'eau, gaz et télécommunication.

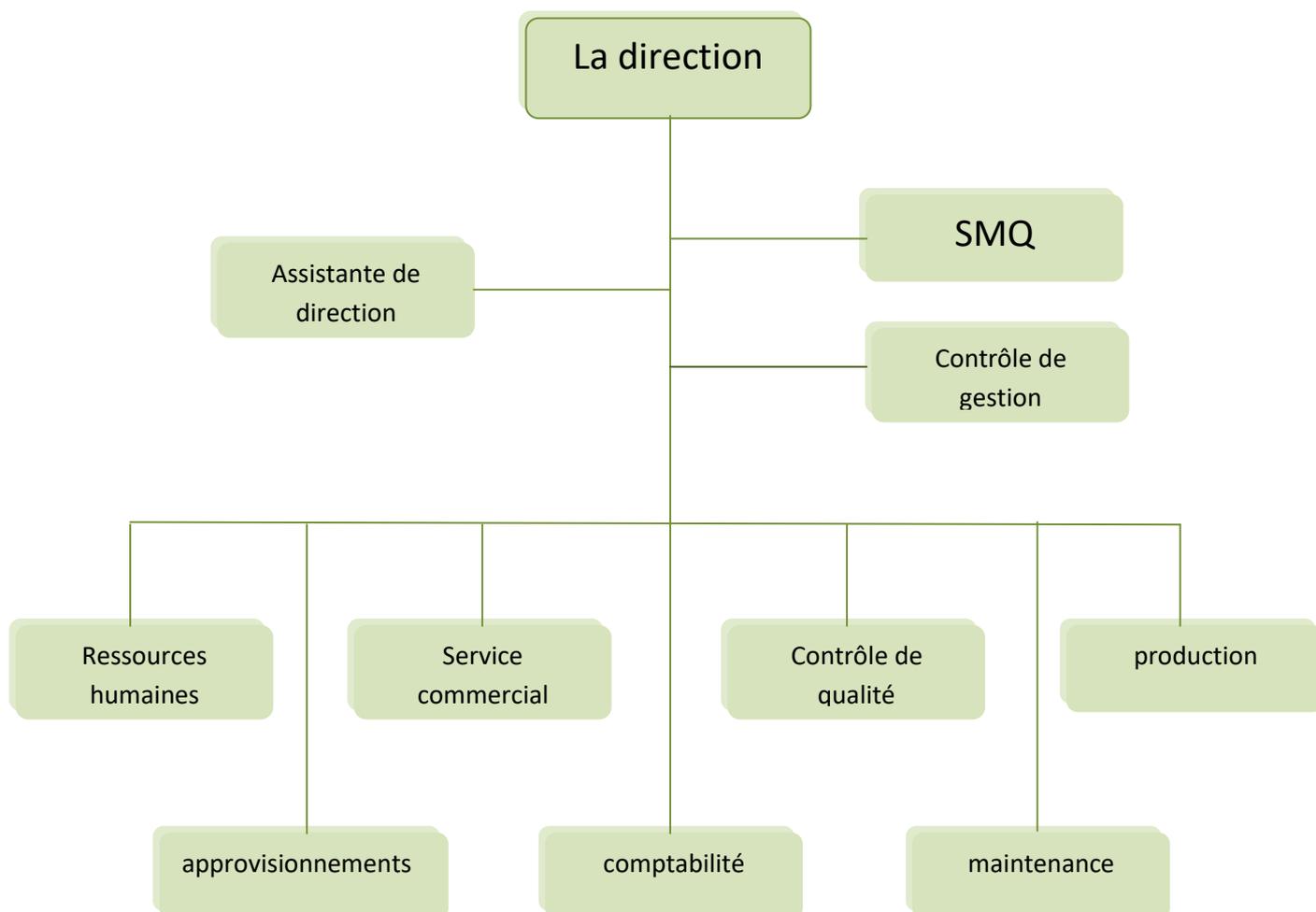
Elle est certifiée de ISO9001 version 2015 et de tadj aussi.

Fiche technique :

- Raison social :CANAL PLAST.
- Date de création : 2006.
- Adresse : Zone industrielle lot 06 Desserte n°3 CHETOUANE – TLEMCEM.
- Email : canalplast@groupekherbouche.com.
- Site web : www.gkgroupe.com

L'entreprise CANAL PLAST a huit processus principaux :

- ✚ La direction.
- ✚ SMQ (système management qualité).
- ✚ Service commercial.
- ✚ Département ressources humaines.
- ✚ Département d'approvisionnement.
- ✚ Département de la production.
- ✚ Service maintenance.
- ✚ Département contrôle de qualité.



Organigramme de l'entreprise CANAL PLAST

1.La direction :

La fonction principale de la direction et l'administration générale consiste à :

- ✓ Définir les objectifs principaux de l'entreprise.
- ✓ Planifier les actions futures.
- ✓ Organiser le fonctionnement des différentes tâches de l'entreprise(production, gestion de stock , approvisionnement, contrôle de qualité , ventes,..).
- ✓ Contrôler leur réalisation afin de pouvoir corriger les erreurs le plus vite possible.

2.SMQ (système management qualité) :

Le système management qualité est le système dont ;

- ✓ il vérifie les différentes tâches de l'entreprise et les actions réalisées ou pas .
- ✓ de vérifier le degré de réalisation des objectifs qualité.
- ✓ Faire un plan d'action pour l'amélioration de l'entreprise.
- ✓ Faire la gestion des risques.
- ✓ Définir les différents besoins de l'entreprise.

De façon générale le SMQ (système management qualité) est un complément de la direction ; dont ils définissent les objectifs et faire de leur mieux pour l'amélioration ; en tenant compte les écarts et les besoins des différents processus de l'entreprise.

3. Service commercial :

1. Définition :

La fonction commerciale dans une entreprise a pour objectif de développer un portefeuille de clients afin de générer du chiffre d'affaire essentiel pour le fonctionnement de l'entreprise .

2. Objectif :

Ce service a comme objectif :

- ✓ Satisfaire le client.
- ✓ Gestion des commandes clients.

3. Fonction :

Ce service est chargé de la commercialisation des produits finis (tubes PVC et PEHD) et accessoire .

Dans ce service , on s'intéresse aux appels d'offre que l'état lance , il a aussi pour mission de renforcer l'équipe et répondre aux sollicitations des clients, ceci est appelé vente en comptoir et à chaque appel d'un client ils établissent une facture pro-format, après que le client confirme la commande ;ils établissent un bon de commande et un ordre de fabrication et les envoient au département de production pour le lancement de fabrication de cette commande.

Ils établissent aussi un tableau de bord mensuel chaque fin de mois, trimestriel chaque fin de trimestre et annuel chaque fin d'année.

4. Logiciel « FACGES » :

Le logiciel « FACGES » est un logiciel de gestion des produits finis ,semi-finis et matière première, utilisé pour enregistrer les commandes clients, les quantités en stock et gérer les délais de livraison.

Dans l'entreprise CANAL PLAST ,le logiciel « FACGES » est utilisé par le service commerciale afin d'enregistrer les commandes clients et établir les factures pro-format, ainsi l'autorisation de livraison plus un bon de livraison transmis au gestionnaire de stock .

4.Département ressources humaines :

Les ressources humaines font partie des fonctions support de l'entreprise, c'est-à-dire qu'elle participent de manière non direct à la création de valeur .

Ce service contribue au bon fonctionnement de l'entreprise par la bonne gestion de personnel ; il a deux fonctions principales :

✓ **La gestion administratif du personnel :**

C'est-à-dire tout ce qui concerne l'administration : les contrats ,..

✓ **Le recrutement et la formation :**

Recrutement en cas de besoins de travailleur et la formation en cas de besoins de formation pour l'amélioration les compétences des travailleurs.

Ce service RH est aussi responsable sur le suivi du personnel et le calcul de la paie.

5.Département d'approvisionnement :

L'approvisionnement a pour but de répondre aux besoins de l'entreprise en matière de produits ou de service nécessaire à son fonctionnement .

En d'autre terme ,l'approvisionnement consiste en achat des marchandises , matières premières ,pièces , accessoires .. qui seront revendues , transformé ou encore stockées.

Cela se fait selon un tableau comparatif des offres après une analyses des prévisions faites et la quantité en stock.

6. Département de production :

L'entreprise CANAL PLAST est responsable sur la production de deux types de produits :



PVC

Utiliser dans les réseaux
d'assainissements



PEHD

Utiliser dans les réseaux de :

- L'eau
- Télécommunication
- gaz

Donc elle contient deux ateliers de production ; dont chaque atelier à son process, ses lignes de production, sa façon de gestion de production ;

Aussi chaqu' un des deux ateliers a trois équipes de travail ; Une équipe de 6h jusqu'à 14h, la deuxième de 14h jusqu'à 22h et la dernière du 22h jusqu'à 6h.

Ils font la production 7j/7 et 24h/24.

Les missions principales de ce département de production est de faire :

- ✓ la bonne gestion de la production des deux ateliers (PVC et PEHD) ; dont on vérifie quotidiennement les quantités en court de fabrication, les demandes clients à produire , les quantités des produits finis stocker, et aussi vérifier les quantités hors normes et la quantité de déchet à recycler .
- ✓ Un rapport d'activité.
- ✓ Une cartographie des risques et un plan d'action face aux risques.
- ✓ Un tableau de maitrise des risques et opportunités.
- ✓ Un tableau de bord mensuel, trimestriel et annuel.

6.1. Atelier pvc :

les tubes PVC sont des tubes utiliser dans les réseaux d'assainissement.

La fabrication de ces tubes nécessite trois types de matière première (craie + stabilisant + poudre PVC) avec un pourcentage qui dépend de poids du tube.

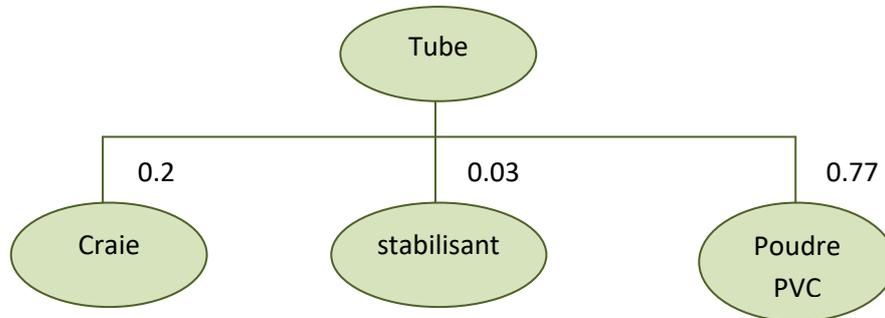


Figure 1.1 : composition d'un tube

6.1.1. Processus de production :

La production des tubes PVC nécessite la combinaison des trois matières premières (poudre PVC + craie + stabilisant) qui seront mélanger dans un mélangeur à température ambiante .

Ensuite le mélange passe dans une extrudeuse qui sera transmis par la suite dans la tête ou le moule de différents diamètres sont placés et un calibreur pour régler le diamètre qui passe par la suite par des bacs de refroidissements .

Après le tube passe par une imprimante à laser pour faire le marquage(date et heure de fabrication, numéro de lot, le diamètre et le nom de l'entreprise).

Et enfin un scie pour découper le tube selon la longueur désirer ; pour les tubes PVC la longueur est de six mètres.

Dans cette atelier de production ,on a quatre ligne de production ; cela dépend de diamètre de tube,



Figure 1.2 : processus de production des tubes PVC

Chapitre 01 : présentation de l'entreprise CANAL PLAST

Dans cette atelier de production des tubes PVC , on a quatre ligne de production ; cela dépend du diamètre des tubes ;

ligne	Diamètre
LPV1	315 , 400, 500, 630
LPV2	400, 315
LPV3	250,200,160,125,110
LPV4	100,110,90,80,63,50,40,32,20,16,75

Tableau 1.1 : diamètre des tubes PVC

Dont chaque ligne a un débit (quantité produite dans une heure) et un temps de changements ;

Ligne de production	Débit (kg/h)	Temps de changement (par heure)
LPV1	400	5
LPV2	300	5
LPV3	250-300	2
LPV4	100-150	2

Tableau 1.2 : débit et temps de changement des lignes de production des tubes PVC

On a trois type d'assemblage des tubes PVC :

-  A coller.
-  A joint.
-  A bague (BEI).

Les tubes PVC peuvent être transformés en tube forage pour le filtrage et crépinage.

6.2. Atelier PEHD :

Les tubes PEHD sont utilisés dans réseaux de :

- L'eau.
- Télécommunication.
- Gaz.

6.2.1. Processus de production :

La fabrication de ces tubes nécessite une seule matière première (polyéthylène) ; qui passe dans l'extrudeuse et puis une co-extrudeuse qui donne la bande colorée qui sera par la suite transmis dans la tête où le moule de différents diamètres sont placer et un calibreur pour régler le diamètre selon le diamètre de produit voulu .

Ensuite les tubes passent par un bac de refroidissement , et après par une imprimante à laser pour faire le marquage(référence de matière première, numéro de lot , date et heure de fabrication, nom de l'entreprise).

Et enfin un scie pour découper le tube selon la longueur désirée ; pour les tubes PEHD la longueur est de 12 mètres.



Figure 1.3 : processus de production des tubes PEHD

Dans l'atelier de production des tubes PEHD ; on a six lignes de production ; cela dépend du diamètre de tube ;

Ligne	Diamètres
LPE1	630 ,500,400,315,250
LPE2	400,500,315
LPE3	110,125,160,90,75
LPE4	200,250
LPE5	20,25,40,63
LPE6	75,40,32,20,16

Tableau 1.3 : diamètre des tubes PEHD

Chapitre 01 : présentation de l'entreprise CANAL PLAST

Remarque :

Pour les tubes GAZ peuvent être produit que dans les lignes 3,4 et 5.

Et les tubes PEBD peuvent être produit que dans les lignes 5 et 6.

Dont chaque ligne a un débit (quantité produite dans une heure) et un temps de changements ;

Ligne de production	Débit (kg/h)	Temps de changement (par heure)
LPE1	400-600	5
LPE2	300	5
LPE3	300	5
LPE4	350	2
LPE5	200	2
LPE6	100-200	1

Tableau 1.4 : débit et temps de changement des lignes de production des tubes PEHD

Pour la coloration des tubes on a :

- ✚ Bleu pour les tubes de l'eau.
- ✚ Vert pour les tubes de télécommunication.
- ✚ Jaunes pour les tubes de gaz.

Et parfois la couleur de la bande est exigé par les clients selon leur besoin.

Il existe aussi des accessoires qui consistent à relier plusieurs tubes afin d'avoir en forme de T,I ou Y.

7.Service maintenance :

1.Définition :

la maintenance est de maintenir un bien afin d'assurer un service déterminé ;dont elle regroupe tous les actions de dépannage ,de réglage , de réparation, de révision ,de contrôle et de vérification des équipements matériel (machine..) ou immatériel (logiciel..).

2.Types de maintenance :

5.2.1.La maintenance préventif :

Elle consiste a intervenir sur un équipement avant qu'il soit défaillant , afin de prévenir tout les pannes pour des raisons de sureté de fonctionnement ou des raisons économiques.

Elle a pour but ; d'augmenter la duré de vie de l'équipement et de diminuer la probabilité des défaillance en service.

Elle se subdivise en :

5.2.1.1.Maintenance systématique :

Suivant un planning, un calendrier (chaque période fixe) ou une période d'usage (selon les heures de fonctionnement , les unités produites).

5.2.1.2.Maintenance conditionnelle :

Réaliser à la suite de contrôle de l'état de l'équipement.

5.2.1.3.Maintenance préventif :

Réaliser suite à l'analyse de l'évolution de l'état d'équipement ;dont ils font une vérification et un nettoyage quotidien des machines dans les différents lignes avant de lancer la production ;

5.2.2.La maintenance correctif :

Elle consiste a intervenir sur un équipement après qu'il soit défaillant, elle se subdivise en :

5.2.2.1.Maintenance palliative :

Dépannage de l'équipement afin d'assurer une partie d'une fonction requise.

5.2.2.2.Maintenance curative :

Réparation ou remise en état initial pour atteindre une fonction requise.

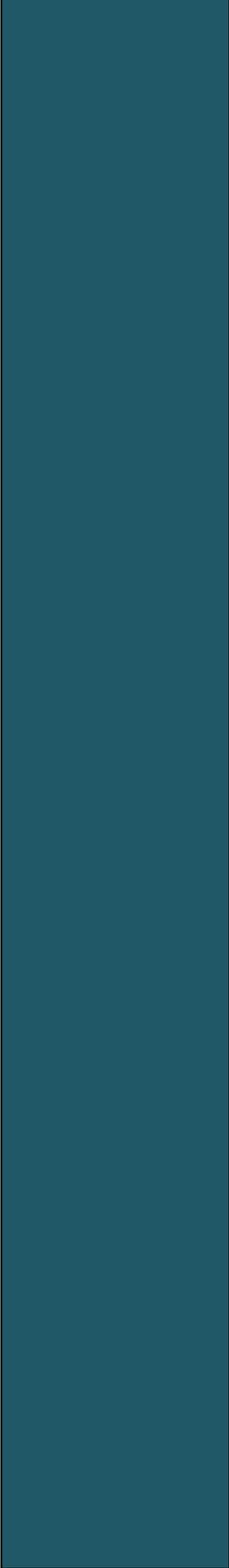
8.Département contrôle de qualité :

8.1.Définition :

Le département de contrôle de qualité a pour mission de contrôler et assurer la qualité , il se concentrent non seulement sur la qualité des produits et services mais aussi sur les moyens de l'atteindre.

8.2.Le rôle de département de contrôle de qualité dans le système de qualité de l'entreprise :

- ✓ Contrôle de qualité de tous types de matières premières utilisées dans l'entreprise.
- ✓ Contrôle de qualité à tous stades de processus de production et classifier les produits finis (bonne qualité, hors norme ou déchet).
- ✓ Contrôle des conditions sanitaires de production.
- ✓ Etude des demandes de consommateurs et distributeurs .
- ✓ Test et vérification des méthodes d'analyse de préparation de contrôle de qualité.
- ✓ Le développement et la validation des méthodes analytique.



Chapitre 2 :

Gestion de la production

Chapitre 2 :

Gestion de la production

- Introduction.
- Concept de la gestion de la production ;
 - ✓ Définition
 - ✓ Qu'est ce que la gestion de la production.
 - ✓ Système de production.
 - ✓ Critères de classification des types de production.
 - ✓ Typologie des flux.
 - ✓ Progiciel de la chaine logistique.
- Concept de planification de la production ;
 - ✓ Définition
 - ✓ L'utilisation des prévisions
 - ✓ Pourquoi la planification industrielle
 - ✓ Fonction de planification
 - ✓ Niveaux de planification
 - ✓ Comparaison entre les niveaux de planification
 - ✓ Enchaînement des plannings
- L'ordonnancement ;
 - ✓ Définition
 - ✓ Fonction d'ordonnancement
 - ✓ Types d'ordonnancement

Chapitre 02 : gestion de la production

Introduction :

la notion de production n'est pas limitée au seul domaine industriel, elle est aussi applicable dans des différents domaines tels que l'agriculture, bâtiments ,..

la production d'un bien ou service peut être assimilée à un processus de transformations ;qui se développe autour d'un ensemble de flux d'information (données) et aussi d'un flux physique (matière) servant au pilotage d'un système.

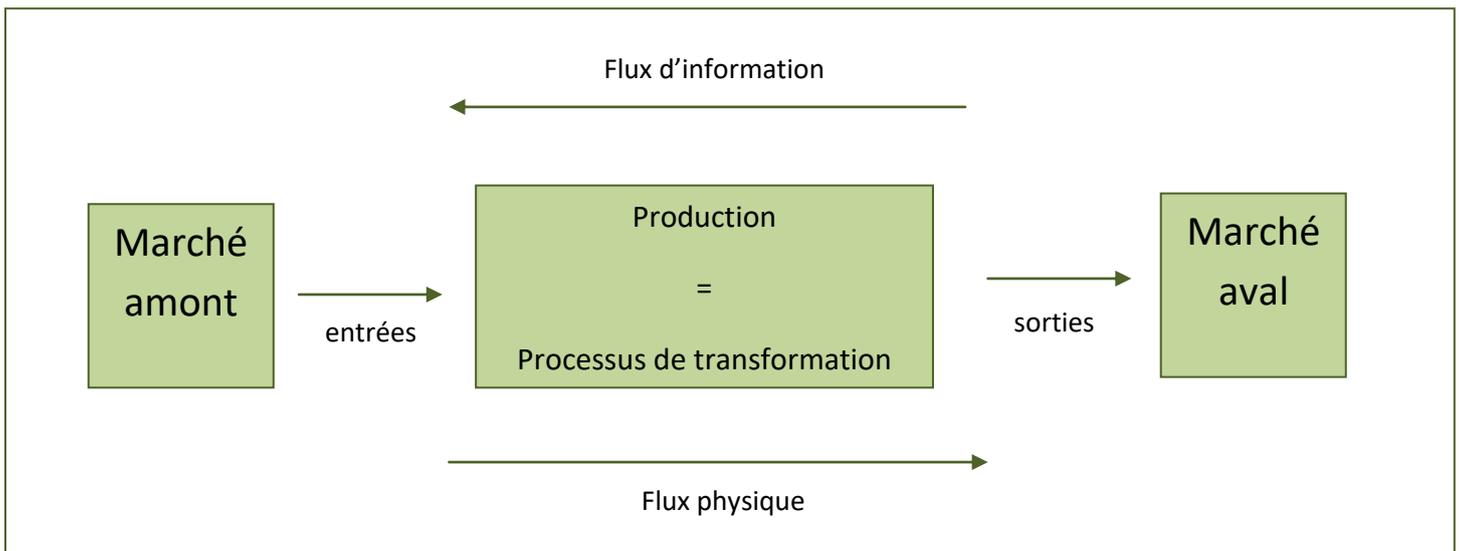


Figure 2.1 : processus de production

Les biens et les services produits par l'entreprise sont toujours obtenus d'un bien ou service déjà existant ; l'entreprise ajoute donc sa valeur ajoutée à ces entrées en les transformant en produit fini prêt à être consommé.

Pour cela, tout un système de production organise et spécialise ses moyens afin de réaliser cette transformation.

Afin d'atteindre cet objectif, il faut une bonne gestion de la production ; pour ce faire, il faut tout d'abord savoir le type de production de l'entreprise, faire des bonnes prévisions afin de réaliser une planification de la production aux différents niveaux stratégique, tactique et opérationnel.. et aussi une bonne gestion de stock .. que se soit de matières premières ou produits finis.

Dans ce chapitre, on va parler de la gestion de production, des prévisions, de la planification et de la gestion de stock.

Concept de la gestion de production

1.1.Définition :

La production consiste à transformer des ressources (matière première ou produits semi-finis) en produit ou service prêt à être consommé .

Un produit est un objet dont la transformation est issue d'un savoir faire qui est différent d'une entreprise à une autre.

Chaque transformation en produit fini nécessite :

- Des moyens de production : par exemple ; les machines ,outils, .. ; pour faciliter la réalisation de la transformation.
- Des matières : qui font l'objet de transformation ; par exemple : matière première , produits semi-finis...
- Des ressources énergétiques : pour alimenter le processus de production ;par exemple ; gaz, électricité, eau ..
- Des ressources financières .
- Des ressources humaines : qui sont le coeur de toutes les activités de l'entreprise (les responsables , commerçants, transporteurs,..).

La charge confiée à la gestion de la production est d'assurer le pilotage des différents ressources de l'entreprise et la planification au niveau opérationnel, tactique et stratégique.

1.2.Qu'est ce que la gestion de la production ?

La gestion de la production est la maîtrise des produits fabriqués, des approvisionnements en matières et de niveau de stock, prévoir les délais de livraison et les exigences commerciales , ainsi que le flux de production (les lancements, les en-cours, l'assemblage,..) et l'équilibre entre la production et vente et aussi le contrôle des coûts (de revient, directes, indirectes,..) et les rendements matière..

Donc pour avoir une bonne gestion de production ; il faut tout d'abord une bonne planification de production et une bonne gestion des approvisionnements et de stock ; qu'on va les voir en détail par la suite.

1.3. Système de production :

Un système de production est essentiellement composé d'un système de pilotage et planification activant un système opérant via un système d'information.

Un système d'information est en relation avec les différentes fonctions et processus de l'entreprise et aussi avec les entités externes.

1.4. Critère de classification des types de production :

On a plusieurs critères de classification de production ; selon :

- ✓ La nature de la demande ; comme les produits de forte consommation ; par exemples les produits alimentaires, pharmaceutiques ,..
- ✓ Une demande spécifique d'un client.
- ✓ Le degré d'automatisation ; manuel, semi-automatique, automatique , ou bien selon la technologie .

On peut utiliser aussi le critère selon la structure d'organisation :

- ✓ Production unitaire : c'est-à-dire l'entreprise fabrique un seul produit qui nécessite une disposition bien défini et d'optimiser le rapport charge/ capacité.
- ✓ Production par objet : c'est une production unitaire mais aussi spécifique ; c'est le cas des bâtiments et les travaux publiques.
- ✓ Production par lot : ce qui concerne la production en petites séries.
- ✓ Production par masse : ce qui concerne la production des produits multiples en grandes séries ; dans ce cas de production on a besoins d'un main d'œuvre plus élevé dont l'objectif est de minimiser les couts de production et d'équilibrer le la chaine logistique.
- ✓ Production continu d'un seule produit en très grande quantité.

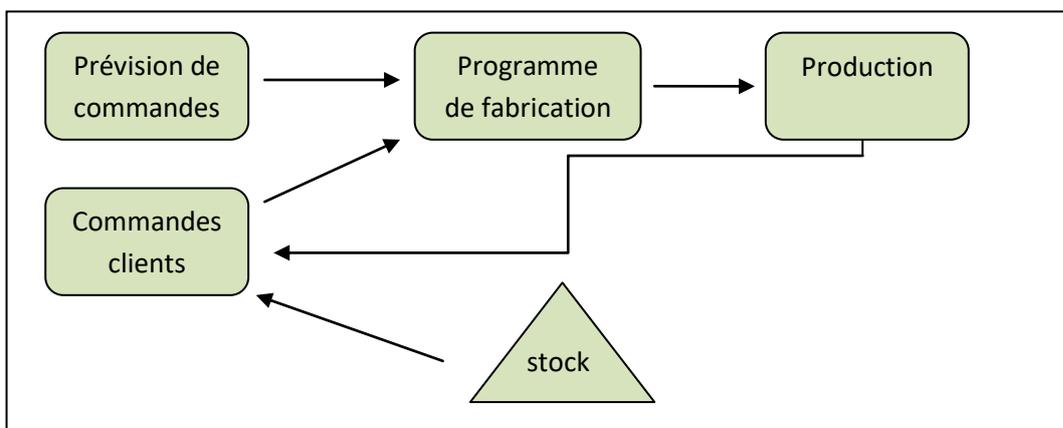
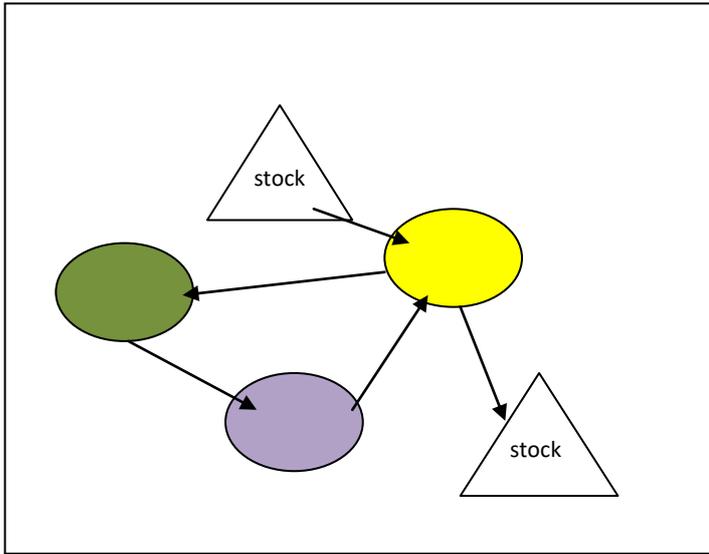


Figure 2.2 : programme de production

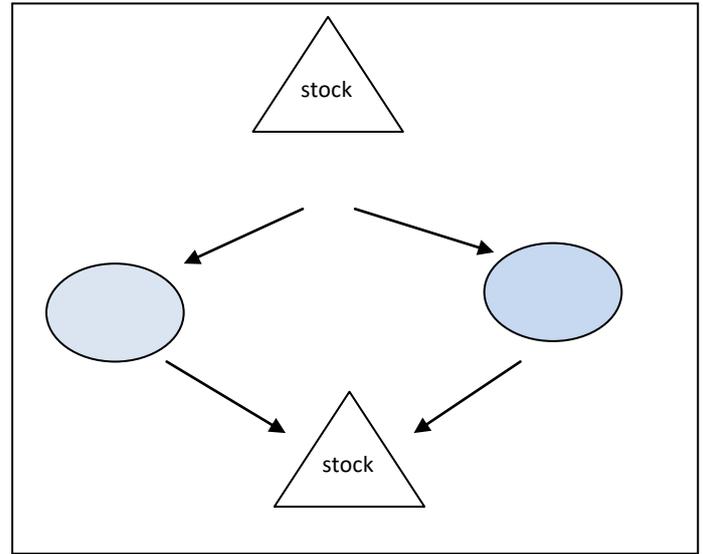
1.5. Typologie des flux :

La typologie des flux s'organise suivant différentes méthodes :



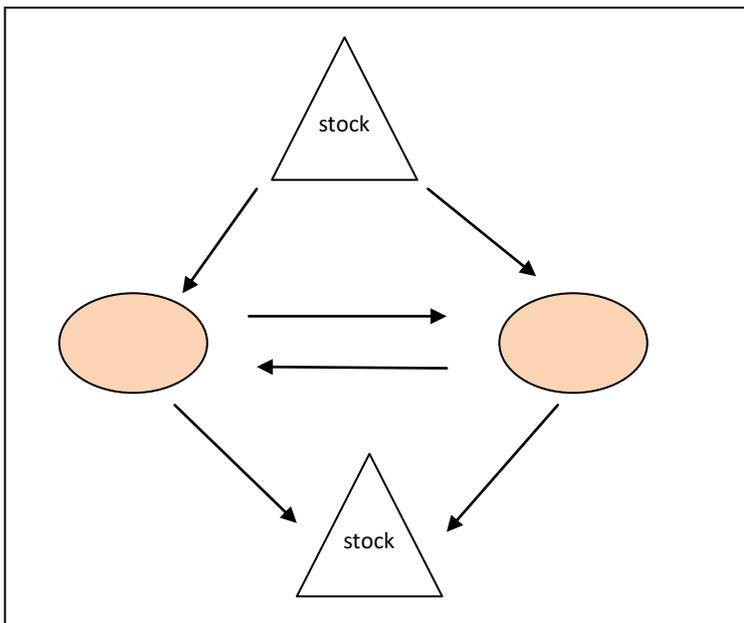
Les sections technologiques :

Chaque section est spécialisée dans une technologie. Le produit transite, si nécessaire, par chaque section ou il subit une transformation particulière.



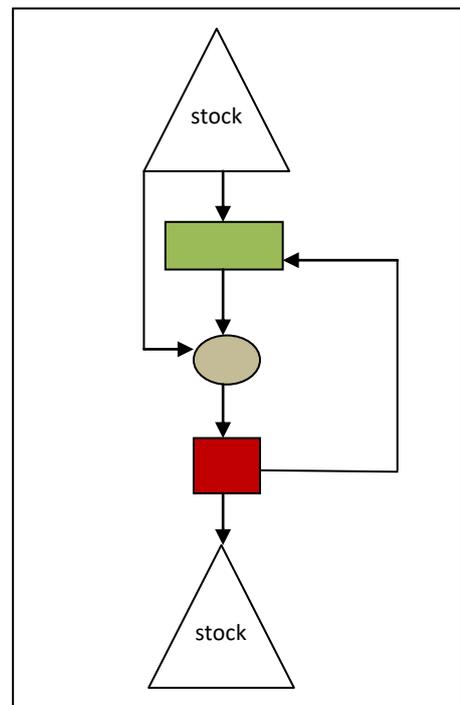
Les îlots :

Les sections sont des entrées ou peuvent être effectuées un ensemble d'opération.



Les cellules :

Chaque section est une entité mais les sections sont complémentaires les unes aux autres.



Les lignes :

Les postes sont implantés suivant la ligne logique de transformation de produits.

1.6. Progiciel de gestion de la chaîne logistique :

Il existe plusieurs types de progiciel et de modèle pour l'optimisation de la chaîne logistique ; on cite comme exemple le concept ERP qui est très utile dans les différents domaines de l'industrie.

Un ERP (entreprise ressource planning) est une extension du concept d'un MRP (manufacturing ressource planning) destiné par l'ajout des autres fonctions et processus de l'entreprise (administration , ressources humaines, finance, commercial, système management qualité ,...).

Ces systèmes de gestion intégrés permettent de capter les différents mouvements et activités de l'entreprise ; par exemple : les produits en cours de production , les produits finis stockés , les mouvements comptables,...

Le but de ces ERP est de rendre les entreprises plus performantes et plus fiables en améliorant leur gestion interne ; mais pour ce faire ,il faut tout d'abord une bonne base de données unique et garantie à tous les opérateurs.

Un ERP est un ensemble de modules qui couvrent plusieurs fonctions dans l'entreprise :

- ✓ La gestion comptable et financière.
- ✓ Le contrôle de gestion.
- ✓ La gestion de production.
- ✓ La gestion des achats et de stock.
- ✓ L'administration.
- ✓ La logique de distribution.
- ✓ Les ressources humaines.
- ✓ La gestion de projet.
- ✓ La gestion de la qualité .
- ✓ La maintenance.

Il existe aussi des progiciels de gestion intégrés qui peuvent être développés selon le besoin de l'entreprise et sa fonction.



Figure 2.3 : modules d'un ERP

concept de la Planification de production

2.1.Définition :

La planification de la production consiste à planifier les différents tâches et les opérations(ordre de travail, ordre de production ,ordre d'achat..) de la chaine logistique afin de réduire les couts en respectent les délais et les règles établies.

Et d'une autre part ;la planification industrielle est un processus qui consiste à réviser un ensemble de plans indépendants (vente , fabrication, achat,..) et qui doit permettre d'équilibrer entre l'offre et la demande de la chaine logistique à tout moment .

2.2.L'utilisation des prévisions :

Fonction	Application	Horizon
Gestion commercial	<ul style="list-style-type: none">• Prévision de vente.• Fixation d'objectifs.	3-6 mois
Gestion de production	<ul style="list-style-type: none">• Prévision de commande ou livraison.• Planning, ordonnancement, gestion des stocks.	3-9 mois
Marketing	<ul style="list-style-type: none">• Prévision de vente.• Plan marketing.	6-12 mois
Finance	<ul style="list-style-type: none">• Simulation financière.• Gestion de trésorerie.• Gestion de risque de changement.	
Contrôle de gestion	Budget	15-18 mois
plan	Prévision et planification stratégique	3 ans et plus

Tableau 2.1 : utilisation des prévisions

2.3. Pourquoi une planification industrielle ?

- Faire des prévisions afin d'optimiser sa politique d'investissement, de fabrication , de vente,..
- Faire un planning qui permet de matérialiser ces prévisions.

2.4. Fonction de la planification industrielle :

La fonction principale de la planification est de faire l'équilibre entre la demande (besoins marché) et l'offre (ressource entreprise).

Pour cela, il faut faire une bonne gestion des approvisionnements (prévisions de vente,..) et aussi une bonne gestion de stock (matières première, produits semi-finis, produits finis,..).

2.5. Niveaux de planification :

2.5.1. Planification stratégique :

1. Définition :

Un plan stratégique décrit la situation actuelle d'une entreprise , la situation visé et la façon de passer d'une situation à une autre, il définit aussi les objectifs de l'entreprise.

C'est un plan qui donne une vision à long terme (généralement trois ans) des ventes et des besoins de production.

2. Le processus de la planification stratégique :

Un plan stratégique et particulièrement composer de :

- ✓ Un sommaire.
- ✓ Une présentation de l'entreprise
- ✓ La mission de l'entreprise
- ✓ Une analyse stratégique de l'environnement externe et interne.
- ✓ Une analyse SWOT (forces ,faiblesses, opportunités, menaces).
- ✓ Description des objectifs de l'entreprise .
- ✓ Un plan d'action.

3. Modèles de la planification stratégique :

Pour qu'une entreprise atteigne ces objectifs, rien n'est mieux que faire un plan stratégique.

Pour cela ; il faut utiliser un des modèles de planification ; on a 7 modèles principaux de planification :

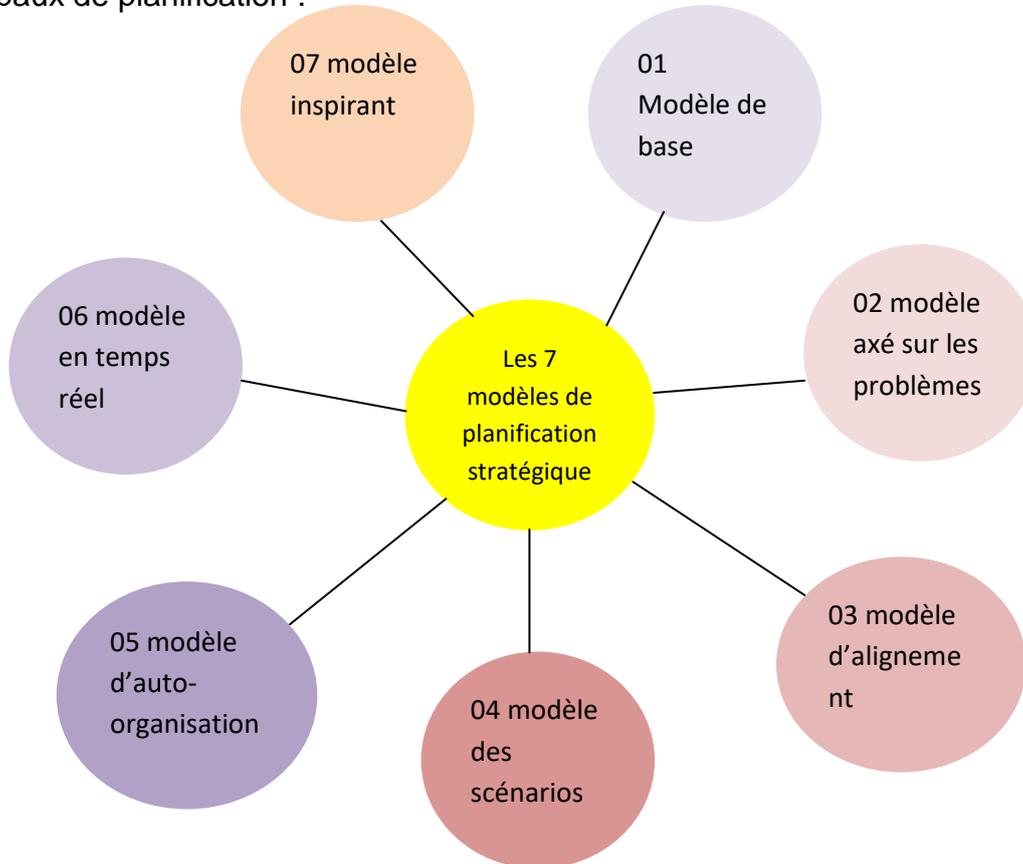


Figure 2.4 : modèles de planification stratégique

Dans le tableau suivant , on explique chaque modèle de planification stratégique ; en citant l'idéal pour chaque modèle et ses étapes :

modèle	Idéal pour	étapes
De base	Les petites structures et entreprise.	1. définir la mission de l'entreprise. 2. identifier les objectifs de l'entreprise.* 3. élaborer la stratégie qui aide à atteindre les objectifs. 4. créer un plan d'action. 5. suivre et ajuster le plan
Axé sur les problèmes	Les entreprises nécessitant un plan plus complet	1. réaliser une analyse SWOT. 2. identifier les principaux problèmes et objectifs. 3. développer des stratégies pour résoudre les problèmes et atteindre les objectifs.

Chapitre 02 : gestion de la production

		<ol style="list-style-type: none"> 4. définir la mission de l'entreprise. 5. créer un plan d'action. 6. élaborer un plan opérationnel. 7. faire un suivi de plan
Alignement	Les entreprises souhaitant affiner leurs stratégies	<ol style="list-style-type: none"> 1. définir la mission, les problèmes, les ressources ainsi que les faiblesses de l'entreprise. 2. identifier les processus internes qui fonctionnent ou pas. 3. trouver des solutions. 4. appliquer les solutions trouvées.
Scénarios	Les entreprises souhaitant identifier les difficultés stratégiques	<ol style="list-style-type: none"> 1. identifier les facteurs externes. 2. imaginer le pire scénario possible. 3. identifier ou proposer de nouvelles stratégies ou solutions. 4. élaborer collectivement des stratégies. 5. identifier le scénario le plus probable et la stratégie la plus raisonnable.
Auto-organisation	Les grandes structures et entreprises	<ol style="list-style-type: none"> 1. définir les valeurs culturelles de l'entreprise. 2. exposer la manière de voir les choses. 3. discuter régulièrement des processus
Temps réel	Les structures à la recherche de nouveaux outils	<ol style="list-style-type: none"> 1. définir la mission et la vision de l'entreprise. 2. rechercher et comprendre la stratégie des concurrents . 3. étudier l'environnement externe. 4. réaliser une analyse SWOT. 5. développer une stratégie.
Inspirant	Structures à la recherche des solutions rapides et nouvelle stratégie	<ol style="list-style-type: none"> 1. discuter d'une vision inspirante pour l'entreprise. 2. donner des objectifs et des idées innovantes. 3. estimer les ressources de l'entreprise. 4. développer une stratégie adapté aux ressources de l'entreprise.

tableau 2.2 : modèles de planification stratégique

2.5.2. Planification tactique :

1. Définition :

La planification tactique est une planification à moyen terme qui souligne les opérations courantes dans l'entreprise.

Un plan tactique est élaboré pour savoir quoi faire, comment et quand.

Chapitre 02 : gestion de la production

L'objectif principale de plan tactique est d'atteindre plus rapidement les buts et les objectifs du plan stratégique.

2. Etapes pour développer un plan tactique :

Il existe six étapes importantes pour réaliser un plan tactique ;

1. définir l'entreprise.
2. étudier le marché.
3. demander des projets, participer au marché cible et développer une stratégie de marketing.
4. développer des modèles d'organisation et de gestion.
5. évaluer les implications financières et de mission de l'entreprise.
6. mettez tout dans un plan tactique final.

2.5.3. Planification opérationnelle :

1. Définition :

La planification opérationnelle consiste à déterminer les objectifs de l'entreprise à court terme et contribue les stratégies les plus adaptées pour les atteindre.

L'objectif principale de plan opérationnelle est de faciliter le processus pour atteindre les objectifs le plus rapidement possible.

2. Les étapes de la planification opérationnelle :

1. définir les ressources nécessaires.
2. identifier les compétences.
3. définir l'organisation du travail.
4. mettre en place les outils de suivi.

2.6. Comparaison entre la planification stratégique, tactique et opérationnelle :

Planification stratégique	Planification tactique	Planification opérationnelle
-Un plan à long terme -elle définit des objectifs à long terme et fait des mises à jour des actions s'il	- plan à moyen terme -chargé de la conception et l'élaboration des objectifs afin de réaliser la	-plan à court terme -définir les actions que doit faire chaque processus de l'entreprise

est nécessaire. -elle guide la vision de l'entreprise	planification stratégique. -plus spécifique -elle déploie les plans en actions	-tout les niveaux sont concernés -elle exécute les différents plans.
--	--	---

tableau 2.3 : comparaison entre les trois niveaux de planification

2.7.Enchainement des plannings :

Dans cette partie ;on va voir les différents plannings de la planification stratégique et tactique qui se matérialise par :

- Le plan stratégique
- Plan industriel et commercial (PIC)
- Plan directeur de production (PDP)

2.7.1.Plan stratégique :

Le plan stratégique consiste à étudier les facteurs politiques, économique et démographique qui influencent sur le marché, il défini les grandes orientations et objectifs de l'entreprise et donc il donne une vision à long terme.

2.7.2.Le plan industriel et commercial (PIC) :

1.Définition :

Un plan industriel et commercial (PIC) représente les futures activités de production, de vente et de stock, il permet de prévoir l'évolution du marché et donc de la demande sur long terme , il aide donc à prendre des décisions sur la gestion de production, stockage , approvisionnement et de ventes.

2.Objectifs :

Un plan industriel et commercial (PIC) sert à :

- ✓ Effectuer les prévisions de ventes par famille de production .
- ✓ Intégrer les nouvelles opportunités commerciales.
- ✓ Planifier les investissements futures.
- ✓ Etudier les différents ressources de production.

2.7.3.Le plan directeur de production :

1.Définition :

Le plan directeur de production (PDP) prend les prévisions chiffrés par famille dans le plan industriel et commercial (PIC) et les convertir en données de production en les décomposant par produits finis .

2.Objectifs :

- ✓ Déterminer les besoins brutes
- ✓ calculer les besoins nets.
- ✓ Equilibrer les stock sur la base des données planifier.
- ✓ Equilibrer les charge en utilisant la méthode MRP (manufacturing resources planning).

Ordonnancement de la production

3.1.Définition :

L'ordonnancement de la production est un ensemble d'activités qui transforment les décisions de fabrication par le plan directeur de production en instructions d'executions destiné à contrôler et gérer les activités des postes de travail dans l'atelier.

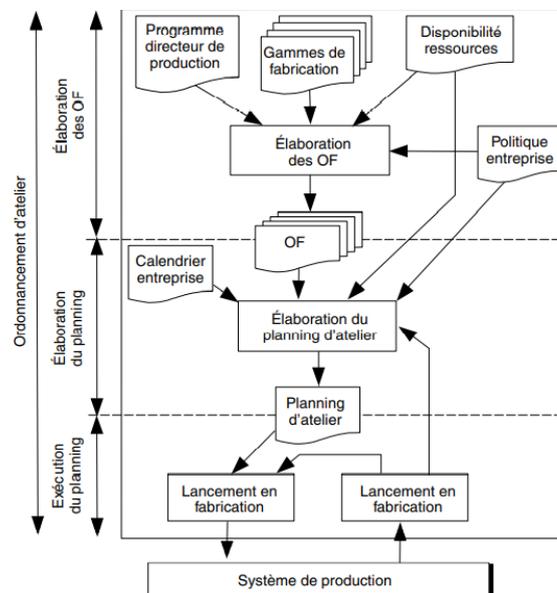


Figure 2.5 : système de production

2.La fonction de l'ordonnancement :

L'ordonnancement de l'atelier peut être décomposé en trois sous fonction principale :

2.1.Elaboration des ordres de fabrication (OF) :

Cette tâche consiste à transformer les informations du programme directeur de production en ordre de fabrication ; en fonction de la politique de l'entreprise, la quantité à produire et les délais de livraison des produits.

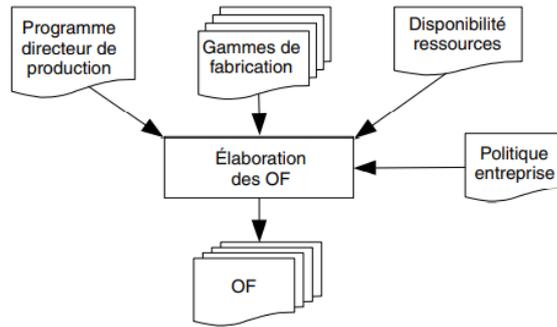


Figure 2.6 : ordre de fabrication

2.2.Élaboration du planning d'atelier :

Cette tâche consiste à déterminer un calendrier prévisionnel de fabrication des produits selon les ordres de fabrications et la disponibilité des ressources consommables.

Généralement ;on utilise de diagramme de GANTT pour faire un calendrier prévisionnel de fabrication ; dont on a la date de début de fabrication , le délai de fabrication et la date de fin de fabrication du produit.

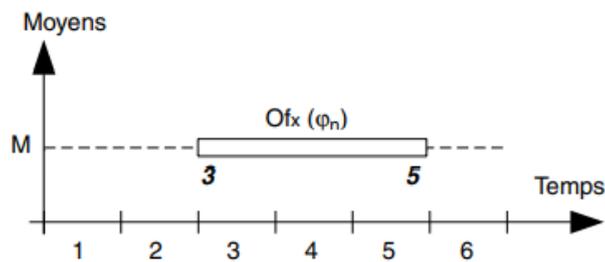


Figure 2.7 : diagramme de GANTT

2.3.Lancement suivi :

Cette tâche consiste à suivre l'exécution des fabrications dans les différents ateliers de production.

3.Types d'ordonnancement :

L'objectif principale de l'ordonnancement est de piloter et gérer la production de l'entreprise afin de satisfaire les demandes clients ;

Pour cela il faut définir d'abord le type de pilotage s'il est centralisé ou décentralisé.

3.1. Ordonnancement centralisé :

Dans le cas d'un ordonnancement centralisé ; on propose un planning d'atelier complet ; dès le lancement des ordres de production planifier dans le plan directeur de production jusqu'à la réalisation de produits finis, mais cette méthode à comme inconvénients de centraliser la prise de décision.

3.2. Ordonnancement décentralisé :

Dans le cas d'un ordonnancement décentralisé ou local , la prise de décision est en fonction des informations sur les lots devant les postes de charge.

Cette méthode à comme avantage de réduire les délais de réalisation mais elle ne peut pas régler la capacité de poste de charge .

Chapitre 3 :

Optimisation du système de production
des tubes PVC de l'entreprise CANAL
PLAST

Chapitre 3 :

- **Problème d'optimisation linéaire ;**
 - ✓ **Définition**
 - ✓ **Modélisation mathématique des problèmes linéaire.**
 - ✓ **Exemples sur les problèmes d'optimisation linéaire.**
 - ✓ **Langage de programmation linéaire CPLEX .**
- **Définition du problème et solution ;**
 - ✓ **Définition de la problématique**
 - ✓ **Modélisation mathématique de problème ;**
 - **Indices**
 - **Paramètres**
 - **Variables de décisions**
 - **Fonction objectif**
 - **contraintes**
- **programmation CPLEX ;**
 - ✓ **fichier.mod**
 - ✓ **fichier .data**
- **interprétation des résultats**

01

Problème d'optimisation linéaire

1.1.Définition :

En optimisation mathématique, un problème d'optimisation linéaire consiste à minimiser ou maximiser une fonction linéaire de coût sur un polyèdre convexe ;

La fonction à minimiser ou maximiser ainsi que les contraintes sont des fonctions linéaires simple à résoudre numériquement.

Généralement les problèmes de recherche opérationnelle sont des problèmes d'optimisation linéaire .

Dans certains problèmes d'optimisation ; les variables sont des valeurs entiers et aussi des 0 et 1 ; on parle donc de problème d'optimisation linéaire en nombres entiers ; elles sont des problèmes beaucoup plus difficile à résoudre que les problèmes d'optimisation linéaire à variables continues.

La solution des problèmes linéaires sont généralement des solutions optimales qui donnent à la fonction objectif la plus grande valeur dans le cas de maximisation et la plus petite valeur dans le cas de minimisation sur l'ensemble des solutions réalisables.

1.2.Modélisation des problèmes linéaires :

Beaucoup de problèmes de recherche opérationnelle et d'algorithme peuvent être traduits en problèmes d'optimisation linéaire en nombre entier .

Un problème peut être modélisé par un programme linéaire si les décisions peuvent être présentées par des nombres réels généralement positives, aussi les contraintes sur les variables peuvent être présentées par des équations ou inéquations linéaires ; et le critère de choix peut être représenté par une fonction linéaire soit à minimiser ou maximiser.

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

Une modélisation mathématique d'un problème peut être sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} \max z &= \sum_j c_j x_j \\ \text{s.c. } \sum_j a_{ij} x_j &\leq b_i \quad i = 1, 2, \dots, m \\ x_j &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

1.3.Exemples sur les problèmes d'optimisation linéaire :

Comme on a cité dans la définition ; on a beaucoup de problèmes de recherche opérationnelle qui peuvent être traduits en problème d'optimisation linéaire ; donc on cite comme exemples :

- Les problèmes de planification de la production.
- Les problèmes de transport .
- Les problèmes de mélange.
- Les problèmes de maîtrise des couts.
- Les problèmes de stockage.

...

1.4.Langage de programmation linéaire CPLEX :

Le CPLEX est un langage de modélisation qui permet d'écrire des programmes d'optimisation linéaire facilement grâce à une syntaxe proche à la formulation mathématique, et qui permet aussi de les résoudre en donnant la solution la plus optimale des solutions réalisés.

Pour ce faire l'utilisateur doit créer d'abord un projet OPL dans le CPLEX qui doit contenir au minimum trois fichiers :

- Un fichier modèle (.mod) ; qui contient la modélisation mathématique du problème ; les paramètres, les variables de décisions , la fonction objectif à minimiser ou maximiser et les contraintes.
- Un fichier data (.data) ; qui contient les valeurs des paramètres.
- Un fichier ops (.ops) ; qui permet de paramétrer le solveur CPLEX.

Modèle d'optimisation de l'atelier de production des tubes PVC

2.1. Définition de la problématique :

Dans ce chapitre on va travaillé sur la production de l'entreprise CANAL PLAST ; qui est une entreprise responsable sur la production des tubes PVC et PEHD utilisés dans les réseaux d'assainissement ,l'eau, gaz et de télécommunication.. ; Elle contient donc deux atelier de production ; un atelier de production des tubes PVC et un atelier de production des tubes PEHD ; dont chaque atelier à un nombres de lignes de production (4 lignes en PVC et 6 lignes en PEHD) , de la matière première utilisée pour chaque produit et un espace de stockage de chaque produit fini ;

On va établir un modèle qui nous permet d'optimiser la planification de la production de cette entreprise pour l'atelier de production des tubes PVC ; dont il nous donne une quantité de produit vendue et produite, ainsi que la matière première utilisé , stocké et acheté pour chaque type de produits finis afin de satisfaire les demandes clients ;

Et donc ; on va prendre comme paramètre la capacité maximale de la machine 'Capmax', les demandes clients, les temps de changements dans les lignes, les couts de lancements et de production , de stockage et de vente , le pourcentage de la matière première utilisé pour chaque produit ainsi que la capacité de stockage , un nombre de tube produit par heure ainsi que le poids de chaque tube ; et comme variable de décision ; la quantité produite, la quantité vendue d'un produits p, et la quantité stocké d'un produit p, ainsi que la quantité de matière première utilisée, acheté et stocké ;sous des contraintes de capacité et de satisfaction des demandes clients ;

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

2.2. Modélisation mathématique du problème :

Dans cette partie ; on va établir un modèle qui nous permet d'optimiser la planification de la production de cette entreprise ; dont il nous donne une quantité de produit vendue et produite, ainsi que la matière première utilisée, achetée et stockée pour chaque type de produits finis;

Indices :

l : indice d'une ligne tel que $l \in L$;

p : indice de produit tel que $p \in P$;

m : indice de matière première tel que $m \in M$;

t : indice d'une période tel que $t \in T$;

paramètres :

TC_{lp} : temps de changement dans la ligne l pour un produit p ;

CL_{pl} : coût de lancement d'un produit p dans la ligne l ;

D_{pt} : la demande de produit p dans la période t ;

$Cap_{max_{lt}}$: capacité max de la ligne l en unité de temps par jour t en heure ;

Pr_{mp} : pourcentage de la matière première utilisée pour produire un produit p en Kg par tube;

$CAMP_m$: coût d'achat d'un sac de la matière première m ;

CS_m : coût de stockage d'un sac de la matière première m ;

VP_p : volume d'un tube de produit p ;

VMP_m : volume d'un sac de la matière première m ;

$CAPSMP$: capacité espace de stockage de la matière première;

CPR_{pl} : coût de production de produit p au niveau de la ligne l ;

CS_p : coût de stockage de produit p ;

$CAPSP_p$: capacité de stockage de produit p ;

CV_p : coût de vente de produit p ;

Poids p : le poids d'un produit p ;

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

N_p : nombre de tube produite dans une heure (Cd_{lp} / masse de tube) ;

Variables de décisions :

$QMPU_m$: quantité de matière première utilisé en Kg ;

QP_{plt} : quantité produite d'un produit p au niveau de la ligne l pendant une période t en Kg(sortante de l'extrudeuse avant le passage par la scie) ;

QPS_{pt} : quantité stocké de produit p pendant une période t ;

QPV_{pt} : quantité de produit p vendue pendant une période t ;

$QMPA_{mt}$: quantité de matière première acheté pendant une période t ;

$QMPS_{mt}$: quantité de matière première stocké pendant une période t ;

X_{plt} : variable de décision binaire justifiant la préparation de la ligne l pour produire le produit p dans la période t ou non ;

Fonction objectif :

$$\text{Max } \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P QPV_{pt} * CV_p - \sum_{t=1}^T (\sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L QP_{plt} * CPR_{pl} + \sum_{p=1}^P QPS_{pt} * CS_p + m=1MQMPA_{mt} * CMPAM + m=1MQMPS_{mt} * CS_{mt} - l=1Lp=1Pt=1TX_{plt} * CL_{pl});$$

Les contraintes :

1. Dans la première contrainte ; on a la somme des quantités produit plus le stock dans le temps t-1 doit être égale à la quantité vendue et la quantité en stock dans le temps t ;

$$\sum_{l=1}^L QP_{plt} + QS_{p(t-1)} = QPV_{pt} + QPS_{pt} ; \quad \forall t, \forall p \text{ tel que } t > 1$$

2. La quantité des produits vendues doit être inférieure ou égale à la demande clients ;

$$QPV_{pt} \leq D_p ; \quad \forall t, \forall p$$

3. Dans cette contrainte ; on a la la quantité de matière première acheté et la quantité en stock dans un temps t-1 doit être égale à la somme des quantités de matière première utilisé plus la matière stocké dans le temps t ;

$$QMPA_{mt} + QMPS_{m(t-1)} = \sum_{p=1}^P QMPU_{mplt} + QMPS_t ; \quad \forall t, \forall m ;$$

$$\text{tel que } t > 1$$

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

4. Pour une production d'un produit de type p on a un pourcentage de matière première utilisé pour la production ;

$$QP_{plt} * (Pr_{mp} * poids_p) = QMPU_{mplt} ; \quad \forall t, \forall p, \forall m, \forall l$$

5. On a la quantité d'un produit stocké doit être inférieur ou égale à la capacité de stockage d'un produit p ;

$$QPS_{pt} * VP_p \leq CAPSP_p ; \quad \forall p, \forall t$$

6. On a la quantité de matière première stocké doit être inférieur ou égale à la capacité de stockage d'une matière première m ;

$$QMPS_{mt} * VMP_m \leq CAPSMP_m ; \quad \forall m$$

7. On lance une production d'un produit de type p dans une ligne de production si on a une quantité importante de production ;

$$QP_{plt} \leq 10000 * X_{plt} ; \quad \forall t, \forall p, \forall l$$

8. La variable X prend la valeur de 1 si le produit p est fabriqué dans la ligne l dans un temps t ;

$$\sum_{l=1}^L X_{plt} = 1 ; \quad \forall t, \forall p$$

9. La quantité produite en tube d'un produit de type p doit être inférieure ou égale à la capacité maximale d'une ligne de production l ;

$$\sum_{p=1}^P \frac{QP_{plt}}{N_p} + \sum_{p=1}^P TC_{pl} * X_{plt} \leq Capmax_{lt} * 24 ; \quad \forall t, \forall l, \forall p$$

Avec N_p : le nombre de tube produite dans une heure ;

C_dl_p / masse d'un tube = N_p ;

10. Les produits 1 et 2 (tubes de diamètre 630 et 500) ne peuvent pas être produite dans les lignes 2,3 et 4 ;

$$QP_{12t} = 0 ; \quad \forall t \qquad QP_{22t} = 0 ; \quad \forall t$$

$$QP_{13t} = 0 ; \quad \forall t \qquad QP_{23t} = 0 ; \quad \forall t$$

$$QP_{14t} = 0 ; \quad \forall t \qquad QP_{24t} = 0 ; \quad \forall t$$

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

11. Les produits 3 et 4 (tubes de diamètre 400 et 315) ne peuvent pas être produite dans les lignes 1,3 et 4 ;

$$QP_{31t}=0 ; \forall t \qquad QP_{41t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{33t}=0 ; \forall t \qquad QP_{43t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{34t}=0 ; \forall t \qquad QP_{44t}=0 ; \forall t$$

12. Les produits 5,6,7,8 et 9 (tubes de diamètre 250,200,160,125 et 110) ne peuvent pas être produite dans les lignes 1,2 et 4 ;

$$QP_{51t}=0 ; \forall t \qquad QP_{61t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{52t}=0 ; \forall t \qquad QP_{62t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{54t}=0 ; \forall t \qquad QP_{64t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{71t}=0 ; \forall t \qquad QP_{81t}=0 ; \forall t \qquad QP_{91t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{72t}=0 ; \forall t \qquad QP_{82t}=0 ; \forall t \qquad QP_{92t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{74t}=0 ; \forall t \qquad QP_{84t}=0 ; \forall t \qquad QP_{94t}=0 ; \forall t$$

13. Les produits 10,11,12,13,14,15,16,17,18 et 19 (tubes de diamètre 100,90,80, 75,63,50,40,32,20,16) ne peuvent pas être produite dans les lignes 1,2 et 3 ;

$$QP_{101t}=0 ; \forall t \qquad QP_{111t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{102t}=0 ; \forall t \qquad QP_{112t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{103t}=0 ; \forall t \qquad QP_{113t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{121t}=0 ; \forall t \qquad QP_{131t}=0 ; \forall t \qquad QP_{141t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{122t}=0 ; \forall t \qquad QP_{132t}=0 ; \forall t \qquad QP_{142t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{123t}=0 ; \forall t \qquad QP_{133t}=0 ; \forall t \qquad QP_{143t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{151t}=0 ; \forall t \qquad QP_{161t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{152t}=0 ; \forall t \qquad QP_{162t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{153t}=0 ; \forall t \qquad QP_{163t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{171t}=0 ; \forall t \qquad QP_{181t}=0 ; \forall t \qquad QP_{191t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{172t}=0 ; \forall t \qquad QP_{182t}=0 ; \forall t \qquad QP_{192t}=0 ; \forall t$$

$$QP_{173t}=0 ; \forall t \qquad QP_{183t}=0 ; \forall t \qquad QP_{193t}=0 ; \forall t$$

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

2.3. Programme CPLEX :

On a deux fichiers principaux :

Un fichier (.mod)  ;

qui contient les paramètres, les variables de décisions, la fonction objectifs et les contraintes ;

```
int L=...;
range ligne=1..L;

int P =...;
range produit= 1..P;

int M=...;
range matiere=1..M;

int T=...;
range periode=1..T;
```

Figure 3.1 : indices

```
int TC [ligne][produit]=...;
int CL[ligne][produit]=...;
int D[periode] [produit]=...;
int Capmax[ligne][periode]=...;
float Pr[matiere][produit]=...;
int CAMP[matiere]=...;
int CSM[matiere]=...;
int VP[produit]=...;
int VMP[matiere]=...;
int CAPSMP[matiere]=...;
int CPR[ligne][produit]=...;
int CSP[produit]=...;
int CAPSP[produit]=...;
int CV[produit]=...;
float poids[produit]=...;
int N[produit]=...;
```

Figure 3.2 : paramètres

```
// variables de décision
dvar float+ QMPU[matiere][produit][ligne][periode];
dvar int+ QP[produit][ligne][periode];
dvar int+ QPS[produit][periode];
dvar int+ QPV[produit][periode];
dvar float+ QMPA[matiere][periode];
dvar float+ QMPS[matiere][periode];
dvar boolean X[produit][ligne][periode];
```

Figure 3.3 : variables de décisions

```
// fonction objectif

maximize sum (p in produit, t in periode) QPV[p][t]*CV[p]
- sum (p in produit , l in ligne, t in periode) QP[p][l][t]*CPR[l][p]
- sum (p in produit, t in periode ) QPS[p][t]*CSP[p]
- sum (m in matiere, t in periode) QMPA[m][t]*CAMP[m]
- sum (m in matiere, t in periode) QMPS[m][t]*CSM[m]
- sum (l in ligne ,p in produit , t in periode) X[p][l][t]*CL[l][p];
```

Figure 3.4 : fonction objectif

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

```

// contraintes
subject to {

forall (p in produit, t in periode : t>1)
    sum (l in ligne) QP[p][l][t] + QPS[p][t-1] == QPV[p][t] + QPS[p][t];

forall (p in produit, t in periode)
    QPV[p][t] <= D[t][p];

forall (t in periode : t>1, m in matiere)
    QMPA[m][t] + QMPS[m][t-1]
        == sum (p in produit, l in ligne) QMPU[m][p][l][t] + QMPS[m][t];

forall (t in periode, p in produit, m in matiere, l in ligne)
    QP[p][l][t] * (Pr[m][p]/poids[p]) == QMPU[m][p][l][t];

forall (p in produit, t in periode)
    QPS[p][t] * VP[p] <= CAPSP[p];

forall (m in matiere, t in periode)
    QMPS[m][t] * VMP[m] <= CAPSMP[m];

forall (t in periode, p in produit, l in ligne)
    QP[p][l][t] <= 1000000 * X[p][l][t];

forall (t in periode, p in produit)
    sum(l in ligne) X[p][l][t] == 1;

forall (t in periode, l in ligne)
    sum (p in produit) TC[l][p] * X[p][l][t]
        + sum(p in produit) QP[p][l][t] / N[p] <= Capmax[l][t];

forall (t in periode) QP[1][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[1][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[1][4][t] == 0;
forall (t in periode) QP[2][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[2][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[2][4][t] == 0;
forall (t in periode) QP[3][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[3][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[3][4][t] == 0;
forall (t in periode) QP[4][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[4][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[4][4][t] == 0;
forall (t in periode) QP[5][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[5][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[5][4][t] == 0;
forall (t in periode) QP[6][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[6][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[6][4][t] == 0;
forall (t in periode) QP[7][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[7][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[7][4][t] == 0;

forall (t in periode) QP[8][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[8][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[8][4][t] == 0;
forall (t in periode) QP[9][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[9][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[9][4][t] == 0;
forall (t in periode) QP[10][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[10][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[10][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[11][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[11][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[11][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[12][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[12][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[12][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[13][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[13][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[13][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[14][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[14][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[14][3][t] == 0;

forall (t in periode) QP[15][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[15][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[15][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[16][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[16][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[16][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[17][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[17][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[17][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[18][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[18][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[18][3][t] == 0;
forall (t in periode) QP[19][1][t] == 0;
forall (t in periode) QP[19][2][t] == 0;
forall (t in periode) QP[19][3][t] == 0;
}

```

Figure 3.5 : contraintes

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

Et un fichier (.data)  ;

qui contient les valeurs des paramètres ;

```
P=19;
L=4;
M=3;
T=8;

TC = [
[ 5 5 5 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ]
[ 0 0 5 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ]
[ 0 0 0 0 2 2 2 2 2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ]
[ 0 0 0 0 0 0 0 0 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 ]
];

CL= [
[500 500 500 500 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ]
[0 0 400 400 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ]
[0 0 0 0 200 200 200 200 200 200 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ]
[0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 150 150 150 150 150 150 150 150 150 ]
];
```

```
D= [
[0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ]
[20 30 40 100 100 150 150 160 200 200 150 150 150 250 100 0 400 0 0 ]
[20 30 40 100 100 150 150 160 200 200 150 150 150 250 100 0 400 0 0 ]
[20 30 40 100 100 150 150 160 200 200 150 150 150 250 100 0 400 0 0 ]
[20 30 40 100 100 150 150 160 200 200 150 150 150 250 100 0 400 0 0 ]
[20 30 40 100 100 150 150 160 200 200 150 150 150 250 100 0 400 0 0 ]
[20 30 40 100 100 150 150 160 200 200 150 150 150 250 100 0 400 0 0 ]
];

poids =[227.7 144.42 92.64 58.5 36.42 23.46
15.6 10.08 7.5 6.3 5.58 4.8 4.62 3.9 3.06 2.94 15.6 1.2 0.9 ];

Capmax =[
[400 400 400 400 400 400 400]
[350 350 350 350 350 350 350]
[250 250 250 250 250 250 250]
[150 150 150 150 150 150 150]
];
```

```
Pr = [
[0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 ]
[0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 ]
[0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 0.77 ]
];

CAMP=[2000 1500 1500];

CSM=[1 1 1];

VP=[6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 ];

VMP=[25 25 25];

CAPSMP=[27500 27500 27500];

CPR=[
[250 250 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ]
[0 0 200 200 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ]
[0 0 0 0 150 150 150 150 150 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ]
[0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 100 100 100 100 100 100 100 100 100 ]
];
```

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

```

CSP=[1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1];
CAPSP=[150 150 200 200 250 300 300 300 350 400 400 400 400 450 450 500 500 500 500];
CV=[20000 20000 20000 20000 15000 15000 15000 15000 15000 15000 10000 10000
    10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000 ];
N=[2 3 3 5 7 11 16 25 33 32 36 42 43 51 65 68 13 66 71];
    
```

Figure 3.6 : valeurs des paramètres

2.4. Interprétation des résultats :

On a 7 variables de décisions ; la quantité de matière première utilisé, acheté et stocké, et la quantité produite, stocké et vendu et aussi une variable binaire qui prend la valeur de 1 si le produit p est fabriqué dans une ligne l ;

Le solveur CPLEX nous donne les résultats suivants :

Solution avec l'objectif 190 171 920,533

Pour la matière première acheté; on a remarqué qu'une quantité de la matière première 3 (poudre PVC) à été acheté dans la 7ème période ;

matiere (taille 3)	periode (taille 8)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	325.253...064309	0

Figure 3.7 : MP acheté

Pour la matière première stocké ; on a remarqué qu'on a une quantité de matière première a été stocké dans les six premiers périodes ;

matiere (taille 3)	periode (taille 8)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	370.195...133587	332.443...394543	270.747...325213	209.047...512362	147.347...699511	85.647611886659	0	0
2	55.529346470038	49.8664...091814	40.612144398782	31.3571...268543	22.1021...549266	12.8471...829989	0	0
3	1100	954.653...004681	717.125...837763	479.580...458285	242.035...078807	4.49007...932831	0	0

Figure 3.8 : MP stocké

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

Pour la quantité produite ; on a eu une production de produit 1 (tube de diamètre 630) dans la ligne 1 dans les périodes 3,4,5,6 et 7 , et donc on a une quantité de matière première utilisé pour la production de ce produit ; et aussi la variable X prend la valeur de 1 dans ces périodes sinon 0 ;

Et une production du produit 2 (tube de diamètre 500) dans la ligne 1 dans les périodes 2,3,4,5,6 et 7, et donc on a une quantité de matière première utilisé pour la production de ce produit ; et aussi la variable X prend la valeur de 1 dans ces périodes sinon 0 ;

Une production des produits 3,4 (tubes de diamètre 400 et 315) dans la ligne 2 dans les périodes 2,3,4,5,6 et 7, et donc on a une quantité de matière première utilisé pour la production de ce produit ; et aussi la variable X prend la valeur de 1 dans ces périodes sinon 0 ;

Une production des produits 5,6,7,8 et 9 (tubes de diamètre 250, 200, 160, 125 et 110) dans la ligne 2 dans les périodes 2,3,4,5,6 et 7, et donc on a une quantité de matière première utilisé pour la production de ce produit ; et aussi la variable X prend la valeur de 1 dans ces périodes sinon 0 ;

Une production des produits 10,11,12,13,14,15 et 17 (tubes de diamètre 100, 90, 80, 75,63, 50,32) dans la ligne 2 dans les périodes 2,3,4,5,6 et 7, et donc on a une quantité de matière première utilisé pour la production de ce produit ; et aussi la variable X prend la valeur de 1 dans ces périodes sinon 0 ;

Alors qu'on n'a pas eu une production des produit 16,18 et 19 (tubes de diamètre 40, 20 et 16) car on n'a pas eu une demande de production de ces produits ;

Dans les figures suivantes ; on va voir production de produit 1 (tube de diamètre 630) dans la 3,4,5,6 et 7ème périodes ; ainsi que la quantité de MP utilisé et la valeur de la variable X ;

↓ produit (taille 19)	↓ ligne (taille 4)	↓ periode (taille 8)	↓ Valeur
1	1	1	0
1	1	2	0
1	1	3	15
1	1	4	20
1	1	5	20
1	1	6	20
1	1	7	40
1	1	8	0

Figure 3.9 : qte produite du produit 1 dans ligne 1 pendant 8 jours

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

↓ matiere (taille 3)	↓ produit (taille 19)	↓ ligne (taille 4)	↓ periode (taille 8)	↓ Valeur
1	1	1	1	0
1	1	1	2	0
1	1	1	3	0.0131752305665349
1	1	1	4	0.0175669740887132
1	1	1	5	0.0175669740887132
1	1	1	6	0.0175669740887132
1	1	1	7	0.0351339481774264
1	1	1	8	0

Figure 3.10 : qte de MP (craie) utilisé pour la production du produit 1 dans ligne 1 pendant 8

2	1	1	1	0
2	1	1	2	0
2	1	1	3	0.00197628458498024
2	1	1	4	0.00263504611330698
2	1	1	5	0.00263504611330698
2	1	1	6	0.00263504611330698
2	1	1	7	0.00527009222661397
2	1	1	8	0

Figure 3.11 : qte de MP (stabilisant) utilisé pour la production du produit 1 dans ligne 1 pendant 8

3	1	1	1	0
3	1	1	2	0
3	1	1	3	0.0507246376811594
3	1	1	4	0.0676328502415459
3	1	1	5	0.0676328502415459
3	1	1	6	0.0676328502415459
3	1	1	7	0.135265700483092
3	1	1	8	0

Figure 3.12 : qte de MP (poudre PVC) utilisé pour la production du produit 1 dans ligne 1 pendant 8

↓ produit (taille 19)	↓ ligne (taille 4)	↓ periode (taille 8)	↓ Valeur
1	1	1	0
1	1	2	0
1	1	3	1
1	1	4	1
1	1	5	1
1	1	6	1
1	1	7	1
1	1	8	0

Figure 3.13 : valeur de la variable X

Chapitre 03 : optimisation du système de production des tubes PVC de l'entreprise CANAL PLAST

Pour la quantité de produit stocké ; on a obtenue les valeurs suivantes :

produit (taille 19)	periode (taille 8)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	25	5	0	0	0	0	20	0
2	25	0	0	0	0	0	25	0
3	33	0	0	0	0	0	33	0
4	33	0	0	0	0	0	33	0
5	41	0	0	0	0	0	41	0
6	50	0	0	0	0	0	50	0
7	50	0	0	0	0	0	50	0
8	50	0	0	0	0	0	50	0
9	58	0	0	0	0	0	58	0
10	66	0	0	0	0	0	66	0
11	66	0	0	0	0	0	66	0
12	66	0	0	0	0	0	66	0
13	66	0	0	0	0	0	66	0
14	75	0	0	0	0	0	75	0
15	75	0	0	0	0	0	75	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0
17	83	0	0	0	0	0	83	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 3.14 : qte de produit stocké

Et pour la quantité de produit vendues ; on a obtenue les valeurs suivantes :

produit (taille 19)	periode (taille 8)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	20	20	20	20	20	20	20
2	0	30	30	30	30	30	30	25
3	0	40	40	40	40	40	40	33
4	0	100	100	100	100	100	100	33
5	0	100	100	100	100	100	100	41
6	0	150	150	150	150	150	150	50
7	0	150	150	150	150	150	150	50
8	0	160	160	160	160	160	160	50
9	0	200	200	200	200	200	200	58
10	0	200	200	200	200	200	200	66
11	0	150	150	150	150	150	150	66
12	0	150	150	150	150	150	150	66
13	0	150	150	150	150	150	150	66
14	0	250	250	250	250	250	250	75
15	0	100	100	100	100	100	100	75
16	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	400	400	400	400	400	400	83
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 3.15 : qte de produits vendues

conclusion
générale

Dans ce travail nous nous sommes intéressés sur la gestion de la production pour l'entreprise CANAL PLAST qui est une entreprise responsable sur la production des tubes PVC et PEHD utilisés dans les réseaux d'assainissement, l'eau, gaz et de télécommunication.. ; Elle contient donc deux ateliers de production ; un atelier de production des tubes PVC et un atelier de production des tubes PEHD ; dont chaque atelier a un nombre de lignes de production (4 lignes en PVC et 6 lignes en PEHD) ;

Pour cela on a établi un modèle qui nous permet de simuler la production des tubes dans l'atelier de production des tubes PVC pour cette entreprise ; dont on a eu une quantité produite, stockée et vendue qui dépend des demandes clients ; ainsi que la matière première utilisée pour chaque type de produit, stockée et achetée ; et on a eu des résultats en utilisant le solveur CPLEX selon des demandes clients qu'on a proposées ;

On peut utiliser ce modèle et le résoudre avec le solveur CPLEX en utilisant des valeurs réelles des demandes clients dans des périodes prédéfinies par le gestionnaire de la production et le responsable commerciale ;

Référence et bibliographie :

1. <https://www.myfab.fr/expert/planification-production-ou-ordonnancement-quelle-solution-choisir/>
2. usinier J.-C ,Bourbonnais R.,op.cit, chapitre 1.
3. [Planification stratégique : 7 modèles et 8 outils pour vous lancer • Asana](#)
4. [Les étapes de la planification opérationnelle | Nutcache](#)
5. Livre logistique globale – supply chain management- André Marchal-2006
6. [Optimisation linéaire — Wikipédia \(wikipedia.org\)](#)
- 7.encylopédie de gestion et management, DALLOZ ,1996

Résumé :

Les systèmes de production sont devenues de plus en plus compliqués à cause de la variation des produits finis ;et donc les modes de gestion sont maintenant différents ; dont on doit gérer les différents fonctions des systèmes de façon d'atteindre les objectifs de l'entreprise et améliorer sa performance ; et ceci diffère d'une entreprise à une autre ; selon sa fonction ;pour cela il est très important de faire une bonne gestion de la production pour l'entreprise ; dans ce travail on va élaborer un modèle qui permet d'optimiser la la planification de la production de l'entreprise CANAL PLAST ;

ملخص

أصبحت أنظمة الإنتاج أكثر تعقيدًا بسبب تباين المنتجات النهائية ؛ وبالتالي أصبحت طرق الإدارة مختلفة الآن ؛ التي يجب علينا إدارة الوظائف المختلفة للأنظمة من أجل تحقيق أهداف الشركة وتحسين أدائها ؛ وهذا يختلف من شركة إلى أخرى ؛ وفقًا لوظيفتها ؛ لذلك من المهم جدًا إجراء إدارة جيدة للإنتاج للشركة ؛ في هذا العمل ، سنطور نموذجًا يسمح بتحسين تخطيط الإنتاج لشركة

Summary :

The production systems have become more and more complicated because of the variation of the finished products; and therefore the management methods are now different; of which we must manage the various functions of the systems in order to achieve the objectives of the company and improve its performance; and this differs from company to company; according to its function; for this it is very important to make a good management of the production for the company; in this work we will develop a model that allows to optimize the production planning of the company CANAL PLAST;