

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de Master**

En : Génie Industriel

**Spécialité** : Ingénierie de la Production

Par : BOUHAOUS Latifa & ABDERREZAGUE Aicha

### Intitulé

**Analyse et optimisation de la disposition des installations de l'entreprise « ECOPACK TLEMCCEN » pour améliorer son efficacité opérationnelle.**

Soutenu publiquement, le 09/06/2024, devant le jury composé de :

|                                      |            |                       |               |
|--------------------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| M <sup>me</sup> KOULOUGHLI Sihem     | Professeur | Université de Tlemcen | Présidente    |
| M <sup>me</sup> OUIS Amaria          | MCB        | Université de Tlemcen | Examinatrice  |
| M. KAHOUADJI Housseyn A.             | MCB        | Université de Tlemcen | Examineur     |
| M. Amine Hakim GUEZZEN               | MCA        | Université de Tlemcen | Encadrant     |
| M <sup>me</sup> MEGAIZ Sara F. Zohra | Grade      | Université de Tlemcen | Co-Encadrante |

**Année universitaire : 2023- 2024**

## *Dédicace*

Celui qui a dit « je peux » l'a réalisé. Je suis à elle, et même si elle refuse, je l'ai amenée. Le voyage n'a pas été court et le chemin n'a pas été facile, mais j'ai réussi. Merci à Dieu, qui a facilité les débuts et nous a permis d'atteindre les fins.

Mon master est presque terminé. Après des années de travail et d'efforts à rechercher des connaissances, emportant avec moi les vœux de la nuit, me voici aujourd'hui au seuil de mon diplôme, récoltant les fruits de mon travail et levant mon chapeau avec fierté. Merci à Dieu avant la satisfaction, merci à Dieu pendant la satisfaction, et merci à Dieu après la satisfaction.

Je ne peux que consacrer mon humble travail à toutes les personnes qui me sont chères, et notamment à celles à qui je dois ma réussite.

À moi-même, ambitieuse d'abord, à mon grand et fort moi qui a supporté tous les obstacles et a continué malgré les difficultés, qui a commencé avec ambition et a fini avec succès, puis à tous ceux qui m'ont aidée à terminer mon parcours universitaire."

À celui qui a embelli mon nom des plus beaux titres, à l'absent présent dans mon cœur "mon père", aujourd'hui je réalise ton souhait. Combien j'aurais aimé que tu sois là pour voir ma réussite et ma joie, mais je sais que tu m'accompagnes par ton esprit et ton amour éternel. Merci pour tout, je porterai ton souvenir dans mon cœur.

À celle pour qui Dieu a placé le paradis sous ses pieds, qui m'a enveloppé de son cœur avant ses mains et a facilité mes épreuves par ses prières, à ce cœur tendre et cette lumière qui a illuminé mes nuits sombres, mon premier et éternel soutien "ma mère".

À celles qui ont été un soutien inébranlable pour moi, mes merveilleuses sœurs, fleurs de ma vie, mon appui et ma force. Merci pour le soutien inconditionnel que vous m'avez montré à chaque étape de mon parcours « Amina, Houda, Ghanima »

Aux anges que Dieu m'a accordés pour connaître à travers elles la douceur de la vie, avec qui j'ai goûté les plus beaux moments, ceux qui me manqueront et que j'espère chérir encore longtemps, mes amies « Souhila, Nour El Houda ». Et je n'oublierai pas ma merveilleuse amie, ma partenaire dans ce travail modeste, « Latifa ». Je suis très reconnaissant pour tous les moments précieux que nous avons partagés pour mener à bien ce projet ensemble. Votre coopération et votre soutien ont joué un rôle déterminant dans notre réussite commune. Mon expérience d'obtention du diplôme ne sera pas la même sans vous.

À tous mes chers professeurs qui m'ont enseigné, guidé et dirigé.

Je vous dédie à tous cet humble travail et le fruit de mes efforts, et Dieu est le Donateur du succès.

**ABDERREZAGUE Aicha**

## *Dédicace*

Leur dernière invocation était : "Louange à Allah, Seigneur de l'univers". Celui qui a dit "Elle l'a atteint" ; le voyage n'était pas court et ne devrait pas l'être, le rêve n'était pas proche et le chemin n'était pas facile, mais je l'ai fait et je l'ai atteint. Louange à Allah par amour, gratitude et reconnaissance au début et à la fin. Maintenant, je dédie le fruit de mon humble travail :

À la main pure qui a écarté les épines de notre chemin et dessiné l'avenir avec des lignes d'espoir et de confiance, à mon idéal suprême et mon guide dans la vie, à mon père bien-aimé "AMERI ben Ammar". Toutes les paroles de remerciement et de gratitude ne sauraient te rendre justice, mon ange, que Dieu t'accorde le plus haut paradis pour chaque battement de cœur plein d'ardeur pour toi.

À celle à qui Dieu a fait du paradis un endroit sous ses pieds, qui m'a enlacé de son cœur avant ses mains et a facilité les difficultés par ses prières, à mon cœur tendre et à la bougie qui a brillé pour moi dans les nuits sombres, ma mère "AMERI Mansoura".

À celle qui a cru en mes capacités et a assuré mes jours, ma grande sœur et ma deuxième mère "AMERI Mebarka".

À ceux qui ont été un soutien pour moi et une force inébranlable, mes sœurs "AMERI Azza" et "AMERI Yamina".

Aux anges que Dieu m'a bénis avec, à travers eux, j'ai goûté la beauté de la vie, ces anges qui ont changé les concepts d'amour, d'amitié et de soutien dans ma vie, mes sœurs : BENADDA Souhila, BENZITOUNI Hafida, HMIDA Meriem, MEKDAD Nour El Houda

Sans oublier ma plus chère amie, toujours présente pour partager les joies et les peines, Halima GUENDOZ, je vous remercie infiniment.

À celle qui m'a soutenu alors que nous ouvrons notre chemin ensemble vers le succès dans notre carrière universitaire, ma chère amie : ABDERREZAGUE Aicha.

À celui qui était un frère et un ami précieux, à celui dont la mort l'a atteint alors qu'il était dans la fleur de l'âge, MADANI Alaa Eddine, que Dieu ait pitié de lui, Dans le jardin de mes souvenirs, tu fleuriras toujours.

À tous ceux que mon cœur aime et que ma plume n'a pas mentionnés.

**BOUHAOUS Latifa**

## *Remerciement*

Nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la force et la santé pour mener à bien ce travail.

Ce mémoire s'achève avec beaucoup d'émotion et nous souhaitons prendre un moment pour exprimer notre sincère gratitude à chacun d'entre vous.

Le résultat de ces travaux n'aurait pas été tel qu'il est sans la collaboration et l'aide de nombreuses personnes qui ont contribué à sa réalisation, directement ou indirectement.

Le début de ces travaux n'aurait pas pu être réalisé correctement et il n'aurait pas été possible de voir le jour sans l'aide et l'encadrement de **M. GUEZZEN Amine Hakim**. Nous vous remercions pour votre encadrement, votre patience et vos précieux conseils qui nous ont permis faire face aux difficultés et avancer dans ce travail. Votre présence, votre expérience et vos commentaires ont joué un rôle essentiel dans la réussite de notre projet d'étude.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude à **M<sup>me</sup> MEGAIZ Sara** pour sa présence à titre de superviseuse adjointe sur ce projet, ainsi que pour l'aide et les conseils précieux qui nous ont été d'un grand soutien.

Un merci tout spécial à **M<sup>me</sup>. KOULOUGHLI Sihem** pour ses efforts et son soutien. Ce sera un grand honneur pour nous de l'avoir comme Président du Jury.

Toutes mes appréciations et remerciements aux membres du jury, **M. KAHOUADJI Housseyn Amin** et **M<sup>me</sup>. OUIS Amaria** qu'ils sont consacrés leur temps et leur attention à évaluer ce travail, et nous espérons qu'il sera à la hauteur de leurs attentes.

Au sein de la société Ecopack, nous tenons tout d'abord à remercier **M. BOUABDALLAH Mohamed**, directeur de la société, de nous avoir donné cette opportunité, et pour sa précieuse coopération en nous fournissant des informations et des données sur l'entreprise. Et **M. BENSENANE Ziryab** pour nous avoir aidés à obtenir cette opportunité. Également, le responsable de production au sein de l'entreprise pour nous fournir des informations et des conseils dans sa spécialité et répondre à nos questions, et tous les employés et l'équipe Ecopack pour leur coopération et leur temps.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements au professeur **CHEIKH Mohammad Amin**, doyen de la faculté de Technologie, ainsi qu'à tous les professeurs, administrateurs et employés de la faculté de Technologie, qui ont contribué à notre formation.

**BOUHAOUS Latifa & ABDERREZAGUE Aicha**

# Table de matière

---

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduction Générale.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>Chapitre I Généralités sur la conception des installations .....</b>            | <b>6</b>  |
| I.1 Introduction .....   | 7         |
| I.2 Conception des installations (Facility design).....                            | 7         |
| I.2.1 Définition.....  | 8         |
| I.2.2 Objectifs.....   | 8         |
| I.2.3 Types d'aménagement des installations .....                                  | 8         |
| I.2.3.1 Disposition par ligne (Product Layout) .....                               | 8         |
| I.2.3.1.1 Avantage .....   | 9         |
| I.2.3.1.2 Inconvénients .....  | 9         |
| I.2.3.2 Disposition par processus (Process Layout).....                            | 9         |
| I.2.3.2.1 Avantage .....   | 10        |
| I.2.3.2.2 Inconvénients .....  | 10        |
| I.2.3.3 Aménagement combiné (Group Layout).....                                    | 10        |
| I.2.3.4 Disposition par position fixe (Fixed Product Layout).....                  | 11        |
| I.2.3.4.1 Avantage .....   | 11        |
| I.2.3.4.2 Inconvénients .....  | 11        |
| I.2.3.5 Aménagement par cellule (Cellular Layout) .....                            | 12        |
| I.2.3.5.1 Avantage .....   | 12        |
| I.2.3.5.2 Inconvénients .....  | 12        |
| I.2.3.6 Aménagement par services (Service Layout).....                             | 12        |
| I.2.4 Facteurs associés à la conception des installations .....                    | 13        |
| I.2.5 Avantages de la conception des installations.....                            | 14        |
| I.3 Approche SLP .....   | 14        |
| I.3.1 Définition.....  | 14        |
| I.3.2 Diagramme relationnel ( <i>Relationship chart</i> ).....                     | 14        |
| I.4 Gestion de production .....  | 15        |
| I.4.1 Système de production [11] .....   | 15        |
| I.4.2 Typologie de la production :.....  | 15        |
| I.4.2.1 Critère 1: Quantité et répétitivité .....                                  | 16        |
| I.4.2.2 Critère 02 : Organisation du flux et de production .....                   | 16        |
| I.4.2.3 Critère 03 : Relation avec le client.....                                  | 17        |
| I.4.2.4 Critère 04 : Structure du produit [12].....                                | 17        |
| I.5 Conclusion.....  | 18        |
| <b>Chapitre II. Analyse de la situation actuelle de l'entreprise Ecopack .....</b> | <b>20</b> |
| II.1 Introduction .....  | 21        |
| II.2 Généralité sur les boîtes de fromage.....                                     | 21        |

|   |  |                                    |
|---|--|------------------------------------|
| II.2.1  | Historique .....   | 21                                 |
| II.2.2  | Caractéristique .....  | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| II.2.3  | Types des boites de fromages .....   | 21                                 |
| II.3  | Présentation de l'entreprise Ecopack Tlemcen.....                                | 23                                 |
| II.3.1  | Historique .....   | 23                                 |
| II.3.2  | Gamme de produit.....  | 24                                 |
| II.3.3  | Organigramme de l'entreprise .....   | 25                                 |
| II.3.4  | Chaine logistique de l'entreprise.....   | 25                                 |
| II.3.5  | Gestion de Stock .....   | 26                                 |
| II.3.6  | Production.....  | 27                                 |
| II.3.6.1  | Matière première .....   | 27                                 |
| II.3.6.2  | Etape de fabrication des boites de fromage .....                                 | 28                                 |
| II.3.6.2.1  | Décorticage .....  | 28                                 |
| II.3.6.2.2  | Emboutissage et assemblage.....  | 29                                 |
| II.3.6.2.3  | Mise en caisse .....   | 29                                 |
| II.3.6.3  | Production des disques blancs .....  | 30                                 |
| II.3.6.4  | Production des intercales .....  | 30                                 |
| II.3.6.5  | Production de boites pliées .....  | 31                                 |
| II.3.7  | Moyens de manutention .....  | 31                                 |
| II.3.8  | Transport et logistique.....   | 32                                 |
| II.3.9  | Objectifs de l'entreprise .....  | 32                                 |
| II.4  | Conclusion.....  | 32                                 |
| <b>Chapitre III. Etat des lieux des installations et Proposition de solutions d'optimisation ....</b> |  | <b>27</b>                          |
| III.1   | Introduction .....   | 34                                 |
| III.2   | Aménagement actuel.....  | 34                                 |
| III.2.1   | Description détaillée des installations existantes.....                          | 34                                 |
| III.2.2   | Contrainte .....   | 35                                 |
| III.2.3   | Machines utilisées dans la production des boites .....                           | 36                                 |
| III.2.4   | Evaluation des performances actuelles.....                                       | 40                                 |
| III.2.4.1   | Calcul des flux et distances.....  | 40                                 |
| III.2.4.1.1   | Calcul des flux .....  | 41                                 |
| III.2.4.1.2   | Calcul des distances .....   | 56                                 |
| III.2.5   | Définition des relations entre les différents départements de l'entreprise ..... | 58                                 |
| III.2.5.1   | Diagramme de relation d'activité.....  | 59                                 |
| III.2.5.2   | Diagramme des relations spatiales.....   | 60                                 |
| III.2.6   | Critères d'évaluation de l'aménagement actuel .....                              | 61                                 |
| III.2.6.1   | Produits des matrices Flux×Distances.....  | 62                                 |
| III.2.6.2   | Calcul de fonction objectif .....  | 64                                 |
| III.2.7   | Identification des points forts et de faiblesse.....                             | 65                                 |
| III.3   | Alternatives proposées .....   | 65                                 |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| III.3.1  | Première Alternative .....                          | 65        |
| III.3.2  | Deuxième Alternative.....                           | 66        |
| III.3.3  | Evaluation des alternatives proposées.....          | 67        |
| III.3.3.1  | Calcul des flux et des distances .....              | 67        |
| III.3.3.2  | Produits des matrices Flux×Distances.....           | 69        |
| III.3.3.3  | Calcul de la fonction objectif.....                 | 71        |
| III.3.4  | Résultat et discussions.....                        | 73        |
| III.4  | Conclusion.....                                     | 73        |
| <b>Chapitre IV. Modélisation, Simulation et Analyse des Résultats.....</b> |   | <b>74</b> |
| IV.1   | Introduction .....                                  | 74        |
| IV.2   | Logiciel <i>visTABLE</i> .....                      | 74        |
| IV.3   | Composants du programme <i>visTABLE</i> .....       | 74        |
| IV.4   | Avantages offerts par <i>visTABLE</i> [18] .....    | 75        |
| IV.5   | Modélisation sous le Logiciel <i>visTABLE</i> ..... | 75        |
| IV.6   | Les alternatives proposées.....                     | 81        |
| IV.6.1   | Première Alternative .....                          | 81        |
| IV.6.2   | Deuxième Alternative.....                           | 82        |
| IV.7   | Conclusion.....                                     | 84        |
| <b><i>Conclusion Général</i>.....</b>                                      |   | <b>85</b> |
| <b>Références bibliographiques .....</b>                                   |   | <b>87</b> |
| <b>Résumé.....</b>   |   | <b>88</b> |

# Listes des figures

---

## Chapitre I

|  |    |
|--|----|
| Figure I.1: Disposition de ligne.....          | 9  |
| Figure I.2: Disposition par processus.....     | 10 |
| Figure I.3: Aménagement combiné.....           | 11 |
| Figure I.4: Disposition par position fixe..... | 11 |
| Figure I.5: Disposition cellulaire.....        | 12 |
| Figure I.6: Agencement des services.....       | 13 |
| Figure I.7: Job shop_Flow shop [19].....       | 16 |
| Figure I.8: Structure convergente.....         | 17 |
| Figure I.9: Structure divergente.....          | 18 |
| Figure I.10: Point de regroupement.....        | 18 |

## Chapitre II

|   |    |
|---|----|
| Figure II.1: Boite de fromage en plastique.....       | 22 |
| Figure II.2 :Boite de fromage métallique.....         | 22 |
| Figure II.3: Boite de fromage en carton.....          | 22 |
| Figure II.4: Boite de fromage en aluminium.....       | 23 |
| Figure II.5: Boite de fromage en verre.....           | 23 |
| Figure II.6: Ecopack Sarl [14].....                   | 24 |
| Figure II.7: Boite ronde pour fromage fondu [20]..... | 24 |
| Figure II.8: Boite agro-alimentaire [14].....         | 24 |
| Figure II.9: Secteur de l'industrie [14].....         | 24 |
| Figure II.10: Organigramme de l'entreprise.....       | 25 |
| Figure II.11: Procédure d'opération standard.....     | 26 |
| Figure II.12: Gestion de stock.....                   | 27 |
| Figure II.13: Bobines.....                            | 27 |
| Figure II.14: Palettes.....                           | 28 |
| Figure II.15: Etapes de fabrication.....              | 28 |
| Figure II.16: Processus de décorticage.....           | 29 |
| Figure II.17: Emboutissage [14].....                  | 29 |
| Figure II.18: Assemblage [14].....                    | 29 |
| Figure II.19: Mise en caisse [14].....                | 30 |
| Figure II.21: Chariot élévateur.....                  | 31 |
| Figure II.20: Gerbeur électrique.....                 | 31 |
| Figure II.22: Chariot à mat rétractable.....          | 31 |
| Figure II.23: Transpalette manuel.....                | 31 |

## Chapitre III

|   |    |
|---|----|
| Figure III.1: Atelier de production.....                                    | 34 |
| Figure III.2: Plan de stock.....  | 35 |
| Figure III.3: Décortiqueuse [21].....                                       | 37 |
| Figure III.4: Découpeuse des feuilles [22].....                             | 37 |
| Figure III.5: Autoplatine [23].....   | 38 |
| Figure III.6: Compacteuse [24].....   | 38 |
| Figure III.7: Machine Pliante [27].....                                     | 39 |
| Figure III.8: Découpeuse des intercale [28].....                            | 39 |
| Figure III.9: Impression [25].....  | 40 |
| Figure III.10: Ligne de production (Assemblage) [26].....                   | 40 |
| Figure III.11: Ligne de production (Emboutissage) [26].....                 | 40 |
| Figure III.12: Flux de matière.....   | 41 |
| Figure III.16: Distance euclidienne.....                                    | 56 |
| Figure III.13: Tableau relationnel (Relationship chart).....                | 59 |
| Figure III.14: Diagramme de relation d'activité (Relationship Diagram)..... | 60 |

|  |    |
|--|----|
| Figure III.15: Diagramme des relations spatiales (Space Relationship chart)..... | 61 |
| Figure III.17: Première alternative. ....  | 66 |
| Figure III.18: Deuxième alternative. ....  | 66 |

#### **Chapitre IV**

|   |    |
|---|----|
| Figure IV.1: visTABLE icône [17]. ....                              | 74 |
| Figure IV.2: Composants du visTABLE [18]. ....                      | 75 |
| Figure IV.3: Aménagement actuel en 3D .....                         | 76 |
| Figure IV.4: Zone de stockage.....                                  | 76 |
| Figure IV.5: Atelier de production. ....                            | 77 |
| Figure IV.6: Zone de l'administration. ....                         | 77 |
| Figure IV.7: Aménagement actuel en 2D avec les différents flux..... | 78 |
| Figure IV.8: Flux de la matière première. ....                      | 78 |
| Figure IV.9: Flux du produit fini.....                              | 78 |
| Figure IV.10: Bilan des zones.....                                  | 79 |
| Figure IV.11: Différents départements en blocks. ....               | 80 |
| Figure IV.12: Evaluation de la logistique.....                      | 81 |
| Figure IV.13: Alternative N°01 avec 45% .....                       | 82 |
| Figure IV.14: Alternative N°01 en 3D .....                          | 82 |
| Figure IV.15 : Evaluation de la logistique N°01.....                | 82 |
| Figure IV.16: Alternative N°01 avec 51% .....                       | 83 |

## Liste des tableaux

---

|  |    |
|--|----|
| Tableau I.1: Codes utilisés pour L'ARC [8]. .....                                | 15 |
| Tableau III.1: Références des machines par numéro. ....                          | 60 |
| Tableau III.2: Calcul de fonction objectif pour la disposition actuel.....       | 64 |
| Tableau III.3: Calcul de la fonction objectif pour la première alternative. .... | 71 |
| Tableau III.4: calcul de fonction objective pour la deuxième alternative. ....   | 72 |

## Listes d'abréviations

---

**JIT** : Juste In Time.  
**Mp** : Matière Première.  
**SLP** : Systématique layout planning.  
**Smp** : Stock Matière Première.  
**Ss** : Sous-Stock.  
**Dc1** : Décourtillage 01.  
**Dc2** : Décourtillage 02.  
**Ap** : Autoplatine.  
**Dcp** : Découpeur.  
**Di** : Découpeur (intercale).  
**Cmp** : Compacteuse.  
**Mp** : Machine Pliante.  
**Df** : Découpeur (feuilles).  
**Imp** : Impression.  
**L1** : Ligne 01.  
**L3** : Ligne 03.  
**L4** : Ligne 04.  
**L5** : Ligne 05.  
**L6** : Ligne 06.  
**L7** : Ligne 07.  
**L8** : Ligne 08.  
**ARC** : Activity Relationship Chart.

---

# *Introduction Générale*

---

L'industrie est aujourd'hui, comme elle l'a toujours été, une pierre angulaire de l'économie pour chaque pays développé. À l'aube du 21ème siècle, les entreprises industrielles font face à un marché de plus en plus changeant et une demande de client davantage variable. [1]

À la lumière de ces évolutions rapides du marché, les entreprises industrielles sont confrontées à des défis et à des obstacles imprévisibles. Pour réduire les coûts et respecter les rendez-vous avec le client, en plus d'améliorer la qualité de la production.

Par conséquent, pour que l'entreprise puisse balayer le marché et assurer sa rentabilité, elle doit comprendre comment rester stable à la lumière de tous ces changements et acquérir la capacité de s'adapter à tous les obstacles présentés par les nouveaux marchés.

Pour garantir que ces besoins soient satisfaits, les entreprises doivent être capables de maîtriser la conception de leur usine afin de s'adapter à tous types de changements non comptabilisés. Par conséquent, une bonne conception des installations est une méthode qui consiste à déterminer l'emplacement des machines de manière organisée au sein de l'atelier de production.

Lorsqu'ils envisagent de construire une nouvelle installation ou de rénover une installation existante, les dirigeants de l'industrie manufacturière doivent prendre en compte plusieurs facteurs pour obtenir le meilleur retour sur investissement. Dans le passé, l'efficacité opérationnelle était souvent la considération la plus importante, voire la seule. Mais aujourd'hui, les caractéristiques physiques d'une usine de fabrication doivent désormais aller au-delà de l'excellence opérationnelle. La présence du bâtiment ou du campus doit désormais également servir d'outil de recrutement, de renforcement de la marque, de témoignage de la mission et des valeurs de l'entreprise, sans oublier de contribuer à l'esthétique globale de la communauté pour assurer le soutien du gouvernement et du quartier. [2]

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été réalisés sur la base du besoin de l'entreprise Ecopack pour le but d'étudier et développer la conception de son unité de production.

Dans le cadre de notre travail, nous avons eu l'opportunité de travailler au sein de l'entreprise Ecopack. C'est une entreprise reconnue nationalement dans le domaine de la production des boîtes rondes en carton pour fromage fondu. Grâce à la grande expérience de ses employés et à la compétence de ses ouvriers, Ecopack est connue pour la qualité distinguée de ses produits.

Nous avons concentré notre étude sur la conception d'une ligne de production garantissant d'atteindre les niveaux de productivité maximaux, tout en respectant certaines contraintes. A travers ce mémoire, nous devons étudier les alternatives proposées, en tenant compte des sections qui doivent être adjacentes les unes aux autres pour garantir des résultats satisfaisants. Nous nous engageons à respecter le délai qui nous a été imparti pour réaliser ce projet tout en s'assurant de fournir des solutions répondant aux besoins de l'entreprise.

En réalisant ce travail, notre projet consiste notamment à répondre aux points suivants :

- ✓ Étudier et analyser le système de production actuel de l'entreprise.
- ✓ Réaliser une étude de conception de l'atelier basée sur la conception de l'aménagement des installations
- ✓ Proposer des alternatives d'amélioration
- ✓ Étudier et analyser les alternatives, notamment en fournissant la solution optimale

Pour organiser notre mémoire, il sera divisé en quatre chapitres principaux :

Dans le premier chapitre, nous commençons par présenter les concepts de base et les principaux points liés au domaine couvert par notre projet. Afin que nous puissions exploiter ce domaine à son plein potentiel.

Tout d'abord, nous fournirons un aperçu de **la conception des installations**, en nous concentrant sur l'impact d'une bonne conception des installations sur le processus de production. En outre, nous identifierons des obstacles qui pourraient influencer la réoptimisation de la conception de l'atelier de production.

Ensuite, nous aborderons **la gestion de production**, définissant son concept général ainsi que ses différents types.

Dans ce deuxième chapitre, nous présenterons tout ce qui concerne notre cas étude. Ce chapitre comprend deux axes principaux :

Nous avons commencé par des généralités sur les boîtes de fromage, Où nous donnerons un aperçu des différents types des boîtes de fromages et de leurs caractéristiques.

Par la suite nous avons abordé une présentation de l'entreprise ECOPACK. Dans un premier temps, Nous avons débuté par une introduction de l'entreprise, suivie par la définition de ses tâches et de son système de production.

Dans le troisième chapitre, nous procéderons à l'étude de la conception, à l'analyse des exigences, à l'identification des forces et des faiblesses, ainsi qu'à la proposition de la solution optimale. Ce chapitre comprendra également deux points principaux : l'état des lieux des installations et la proposition de solutions d'optimisation.

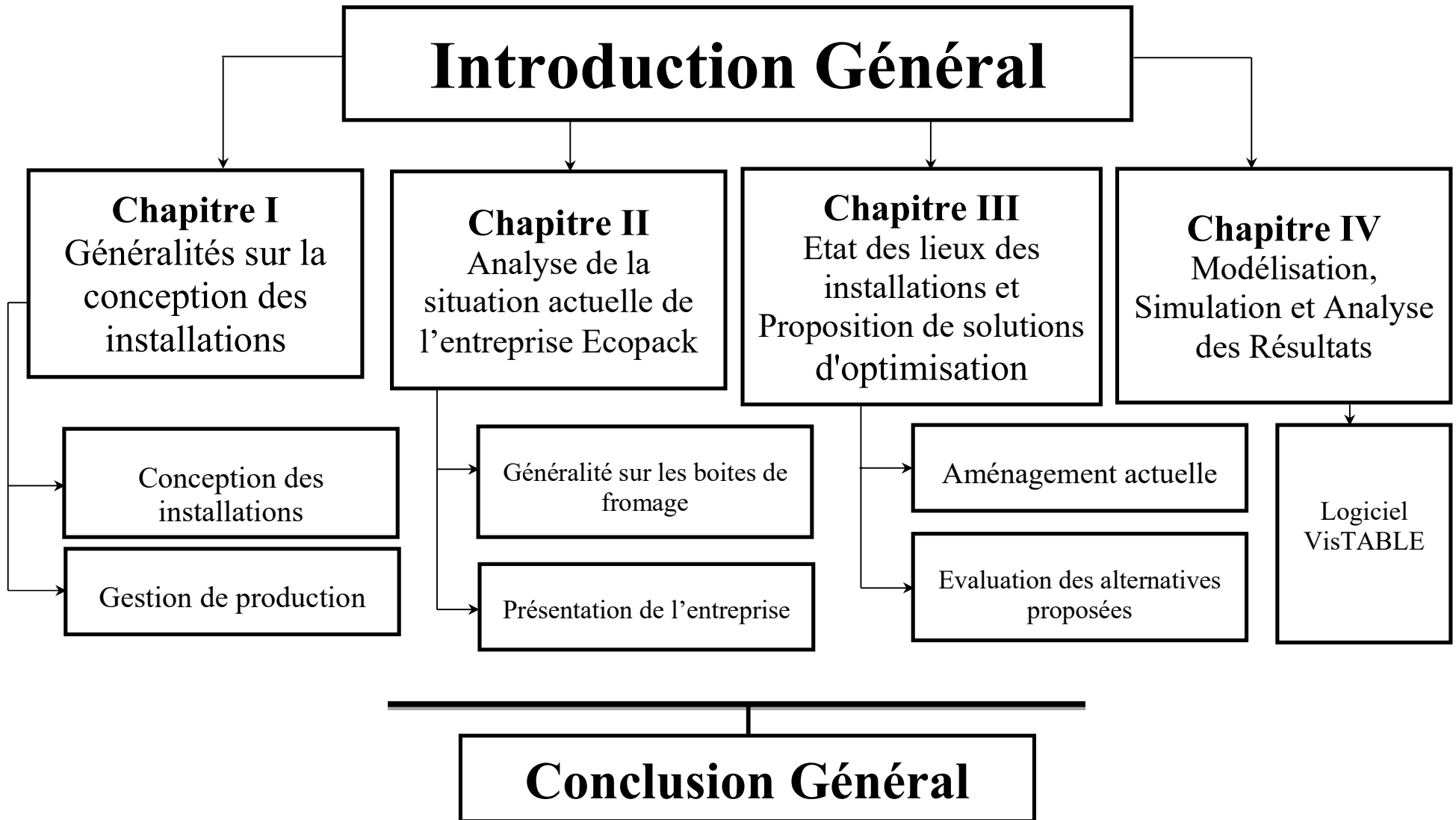
Dans le premier point, nous passerons en revue et analyserons la conception actuelle de l'entreprise, en déterminant sa capacité de production ; ensuite, en calculant les flux et les distances entre les différents départements.

Par la suite, nous proposerons des alternatives d'optimisation basées sur nos conclusions précédentes. Ensuite, nous étudierons chacune de ces alternatives en détail avant de recommander la conception optimale.

Le quatrième chapitre sera consacré à la modélisation, à la simulation et à l'analyse des résultats trouvés par l'exploitation du logiciel *visTABLE*.

Nous commencerons par une introduction au logiciel *visTABLE*, suivie d'une visualisation 3D de la conception actuelle de l'entreprise, y compris les alternatives proposées.

Enfin, nous terminerons notre mémoire par une conclusion générale et un résumé de notre travail, en plus d'une liste de références contenant tous les documents sur lesquels nous sommes appuyés pour mener à bien ce travail.



# *Chapitre I.*

---

## *Généralités sur la conception des installations*

---

## I.1 Introduction

À la lumière du développement technologique continu et de l'émergence de nouvelles technologies qui rendent la fonction de production plus difficile et avec l'instabilité du marché et le grand nombre de concurrents, les entreprises industrielles sont désormais confrontées au problème de fabriquer des produits de bonne qualité à un prix compétitif pour maintenir leur position sur le marché. L'un des facteurs les plus importants affectant les coûts est la mauvaise conception des usines.

En effet, le succès de nombreuses entreprises et leur acquisition d'une plus grande part de marché est lié à la qualité de la conception de leurs installations. Nous n'oublions pas non plus qu'une bonne conception des installations a un impact significatif sur l'augmentation de l'efficacité des travailleurs et des matériaux, car elle nous amène à minimiser les pertes et à maximiser la production. La conception des installations peut être appliquée à différents espaces tels que les bureaux d'affaires, les chantiers de construction, etc., et pas seulement aux installations de fabrication.

Parmi les raisons qui nous obligent à repenser de toute urgence à la bonne étude de conception des installations : le surpeuplement et la mauvaise utilisation de l'espace, les longues distances pendant le processus de production, les travailleurs hautement qualifiés effectuant des opérations simples et la difficulté de contrôler les processus et les travailleurs.

Dans ce chapitre, nous donnerons un aperçu de **la conception des installations**. Son importance et ses objectifs, en plus des facteurs qui peuvent affecter la conception de l'usine de production, et nous verrons également les différents types d'aménagement des installations existantes afin de les comprendre et de déterminer les caractéristiques qui doivent être prises en compte lors de la conception de l'usine.

Puisque nous parlons d'usine de production, nous ne pouvons pas passer sans parler de gestion de production, car elle représente également un facteur essentiel dans la continuité et le développement des usines. La gestion de la production vise à assurer la cohérence globale en conception, la conduite ainsi que la supervision des systèmes de production et de distribution. [9]

Par conséquent, dans ce chapitre, nous fournirons également un aperçu de la gestion de la production et des points de base qui y sont associés.

## I.2 Conception des installations (Facility design)

Selon *James Lundy* « *La Conception des installations* implique de façon identique l'allocation d'espace et la disposition des équipements de manière à minimiser les coûts d'exploitation globaux » [3].

**La conception des installations** est le processus de planification et de conception d'espaces physiques pour répondre à des exigences ou à des objectifs spécifiques ; Tels que l'amélioration de l'efficacité, productivité, sécurité, etc... Cela peut inclure la localisation des

postes de travail, des équipements, d'un entrepôt et d'autres éléments pour améliorer le flux de travail et une meilleure utilisation de l'espace, d'une manière qui peut réduire le coût opérationnel global.

### **I.2.1 Définition**

La conception des installations dans le contexte industriel, consiste à planifier, concevoir et améliorer les installations industrielles, y compris les équipements, les processus, les zones de stockage, les postes de travaux, les moyennes de manutention, etc.

Son objectif est de créer des environnements de production plus efficace afin de réduire les couts, et garantir la sécurité des employés, pour un environnement durable, fiable, et rentables sur le long terme.

Comme le disent **Sansonneti et Malilick** (*Factory management Vol. 103*) « *la Conception des installations* c'est prévoir le bon équipement au bon endroit, pour permettre le traitement d'une unité de produit de la manière la plus efficace, sur la distance la plus courte possible et dans les plus brefs délais [3].

### **I.2.2 Objectifs**

- ✓ Réduire les mouvements des opérateurs et les moyennes de manutention.
- ✓ Réduire les délais d'attente pour les produits semi-finis.
- ✓ La bonne utilisation de l'équipement et de l'espace.
- ✓ Augmenter la capacité de production.
- ✓ Réduire les risques pouvant survenir aux travailleurs.
- ✓ Éliminez les goulots d'étranglement.
- ✓ Faciliter le mouvement des produits entre les lignes de production.
- ✓ Réduire le temps de cycle de fabrication/temps de service client.

### **I.2.3 Types d'aménagement des installations**

#### **I.2.3.1 Disposition par ligne (Product Layout)**

Disposition par ligne, ou ce qu'on appelle flow shop, est utilisée dans le but de traiter de grandes quantités d'un produit en continu, où les machines sont disposées sur une seule ligne en fonction de la séquence des opérations.

Autrement dit, les matières premières sont introduites dans la première machine et sont automatiquement transférées dans toutes les machines en séquence, jusqu'à ce que les produits finaux sortent de la dernière machine (la sortie d'une machine devient l'entrée de la machine suivante).

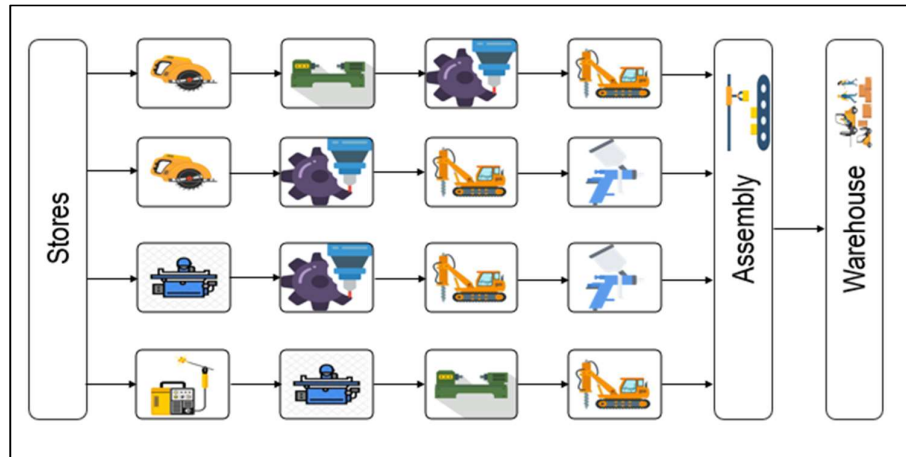


Figure I.1: Disposition de ligne.

#### I.2.3.1.1 Avantage

- ✓ Il consomme moins d'espace par unité de production.
- ✓ Réduire les déchets et les coûts généraux de production, y compris les coûts de manutention.
- ✓ Réduire les délais de production et de livraison.
- ✓ Meilleure coordination et contrôle de la production.

#### I.2.3.1.2 Inconvénients

- ✓ En raison de la disposition séquentielle des équipements, si un dysfonctionnement survient dans l'une des machines, cela entraîne la perturbation de l'ensemble de la ligne de production.
- ✓ Manque de flexibilité.
- ✓ Le taux de travail est déterminé par le taux de sortie de la machine goulot, ce qui entraîne l'arrêt des autres machines si la chaîne de production n'est pas équilibrée.

#### I.2.3.2 Disposition par processus (Process Layout)

La disposition par processus ou job shop regroupe les machines effectuant le même travail dans un même département, c'est-à-dire qu'il regroupe les machines en fonction de leurs fonctions.

Généralement, la disposition par processus est adoptée lorsqu'il existe des variations de produits et que la production peut élever, l'objectif étant d'atteindre une flexibilité et une efficacité maximales dans les opérations.

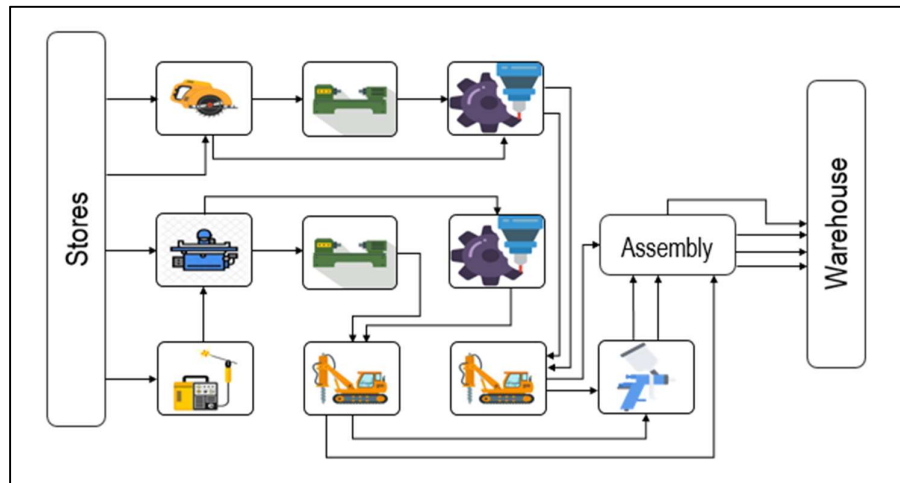


Figure I.2: Disposition par processus.

#### I.2.3.2.1 Avantage

- ✓ Grande flexibilité de production.
- ✓ Utilisation optimale des équipements et des ressources disponibles.
- ✓ Un encadrement plus efficace, qui donne un produit de haute qualité

#### I.2.3.2.2 Inconvénients

- ✓ Il nécessite une très grande espace.
- ✓ Consomme plus de temps pour la production.
- ✓ Difficulté à contrôler le mouvement des matériaux.

#### I.2.3.3 Aménagement combiné (Group Layout)

Aménagement combiné ou aménagement hybride, permet d'effectuer une série d'opérations sur un groupe de produits similaires ; il combine les avantages de la disposition par produit et par processus (les usines ne sont jamais disposées de manière pure), La fabrication utilise la disposition des processus, tandis que les zones d'assemblage utilisent souvent la disposition des produits. [4]

Les départements de fabrication sont organisés selon un diagramme de processus qui contient une variété de produits ou familles de produits.

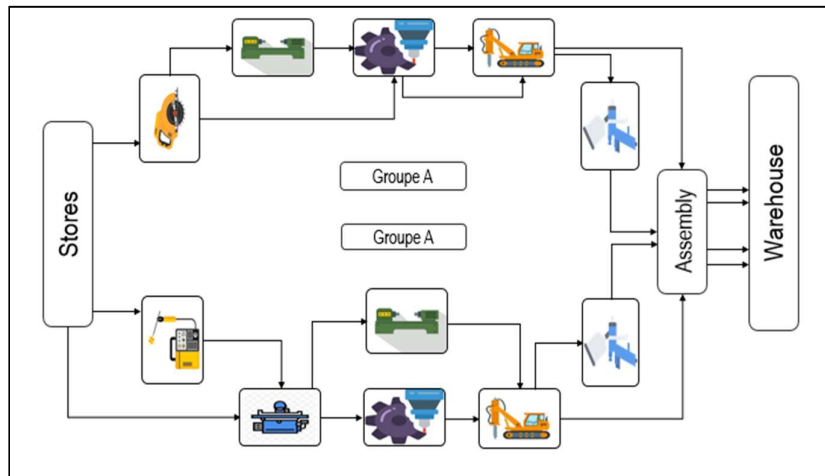


Figure I.3: Aménagement combiné.

#### I.2.3.4 Disposition par position fixe (Fixed Product Layout)

Disposition par position fixe, Cela comprend l'installation du produit en un seul endroit et le déplacement des machines et des travailleurs vers celui-ci selon les besoins tels que la fabrication d'automobiles et d'avions...

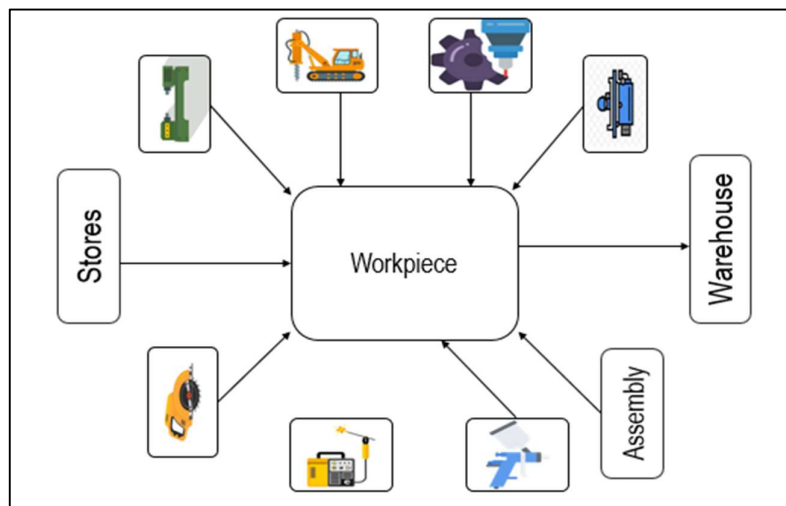


Figure I.4: Disposition par position fixe.

##### I.2.3.4.1 Avantage

- ✓ Moins de mouvements de matière.
- ✓ Grande flexibilité pouvant s'adapter à tous les changements du produit et du processus.
- ✓ Différents projets peuvent être mis en œuvre avec le même design.

##### I.2.3.4.2 Inconvénients

- ✓ Cela nécessite des travailleurs hautement qualifiés.
- ✓ Coûts élevés de maintenance des équipements.

### I.2.3.5 Aménagement par cellule (Cellular Layout)

Les machines sont regroupées en cellules. Les cellules de travail sont de petites unités de production autonomes qui comprennent plusieurs machines et travailleurs disposés dans un ordre compact et séquentiel. Chaque cellule de travail effectue la totalité ou la plupart des tâches nécessaires à l'exécution d'un ordre de fabrication. Il y a généralement cinq à dix ouvriers dans une cellule, et ils sont formés pour être capables d'effectuer n'importe quelle étape du processus de production. L'objectif est de créer un environnement d'équipe dans lequel les membres de l'équipe sont impliqués dans la production du début à la fin. [5].

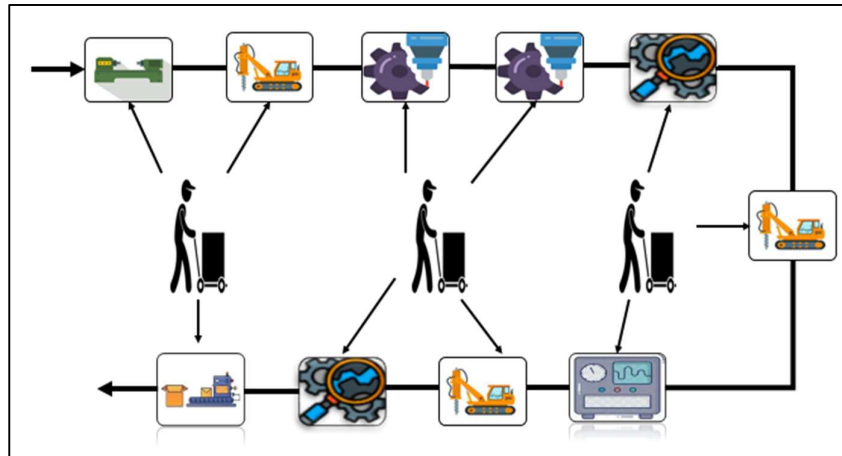


Figure I.5: Disposition cellulaire.

#### I.2.3.5.1 Avantage

- ✓ La flexibilité.
- ✓ Utilisation accrue de la machine.
- ✓ Faible coût de production.

#### I.2.3.5.2 Inconvénients

- ✓ Formation et planification élargies des travailleurs.

### I.2.3.6 Aménagement par services (Service Layout)

L'agencement des services vise à créer des zones fonctionnelles claires, c'est-à-dire la conception et l'organisation de l'espace en fonction des besoins des clients et des employés pour leur faciliter l'accès aux installations.

- Il existe deux types d'aménagements d'agencement des services :
  - Conçu autour du client (tel que les banques)
  - Conçu autour de la technologie (les hôpitaux...).

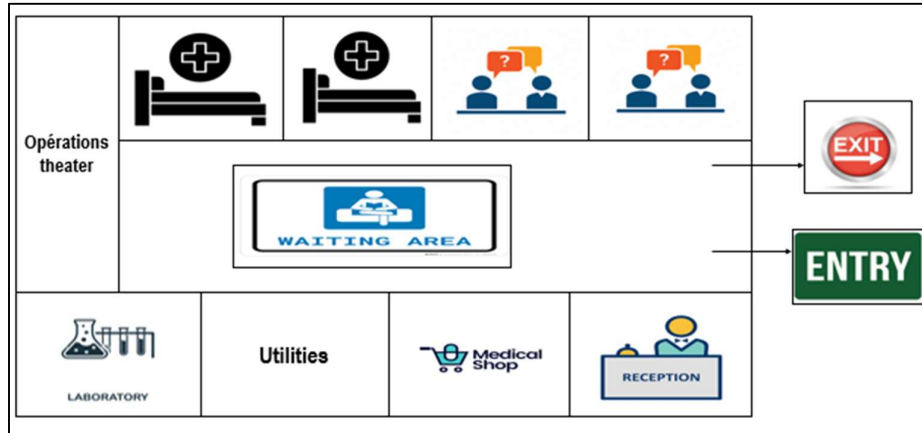


Figure I.6: Agencement des services.

#### I.2.4 Facteurs associés à la conception des installations

Lors de la conception d'une usine, de nombreux facteurs influents doivent être pris en considération. Voici quelques-unes des principales catégories que nous pouvons classer :

- **Facteurs techniques** : La répartition et la disposition des équipements et des machines dépendent du type d'industrie et des caractéristiques du produit qui sera traité.
- **Facteurs spatiaux** : Prise en compte de la taille et de la capacité de l'usine et de l'espace disponible, en plus de concevoir les voies de mouvement et de flux.
- **Facteurs humains** : fournir des installations de soutien aux employés, telles que des bureaux, des salles de réunion et des zones de repos.
- **Facteurs environnementaux et durabilité** : sécurité des employés, conditions d'éclairage, ventilation, température, bruit, durabilité environnementale, économies d'énergie et gestion des déchets.
- **Facteurs économiques** : Le coût des composants de base de l'usine, comme les machines, doit être pris en compte, en plus des coûts de fonctionnement quotidiens, comme l'électricité, l'eau et la main d'œuvre.
- **Facteurs juridiques et réglementaires** : L'usine doit être conçue conformément aux normes industrielles et aux réglementations environnementales locales et mondiales pour garantir la conformité et la durabilité.
- **Facteurs technologiques** : Utilisation de technologies avancées dans la production et le contrôle afin d'améliorer l'efficacité et la productivité.

### I.2.5 Avantages de la conception des installations

- ✓ **Améliorer l'organisation de l'espace et le flux de travail :** la conception de l'installation permet une utilisation optimale et efficace de l'espace, ce qui contribue à faciliter le mouvement des travailleurs et des équipements, ce qui conduit à réduire la congestion et à augmenter l'efficacité et la productivité du travail.
- ✓ **Maximiser l'efficacité de l'utilisation des ressources et des équipements :** une bonne utilisation de l'espace nous permet de tirer le meilleur parti de l'espace disponible et d'éviter le gaspillage de ressources, ce qui permet d'économiser du temps et de l'argent.
- ✓ **Contribuer à l'amélioration de la sécurité des employés :** à travers la mise en place des signaux d'urgence, des issues de secours et des lieux de premiers secours. Cela protège les employés des accidents du travail et offre un environnement sûr.
- ✓ **Réduire les coûts de maintenance et de réparation des équipements :** grâce à la conception de l'installation, des endroits spéciaux peuvent être prévus pour la maintenance et le stockage des pièces de rechange, ce qui rend le processus de maintenance plus facile et plus efficace.
- ✓ **Préparation à l'agrandissement :** La conception de l'installation doit offrir la possibilité d'un agrandissement ou d'ajouter des modifications dans le futur (Projets extensions).

## I.3 Approche SLP (Systématique layout planning)

Lorsque nous parlons de conception d'installations, nous parlons de nombreuses technologies qui ont été développées à cet égard. Parmi eux se trouve la méthode SLP, qui est une technologie qui permet la conception ou la refonte efficace d'une installation industrielle. En plus d'être considérée comme la plus simple des techniques disponibles, elle a également la propriété de nous offrir plus d'une alternative d'amélioration. Dans la suite, nous fournirons une explication détaillée sur l'approche SLP et son processus d'implémentation.

### I.3.1 Définition

La planification systématique de l'aménagement, également connue sous le nom de SLP, est une méthode utilisée pour organiser et optimiser l'aménagement d'une installation de fabrication. L'objectif de SLP est d'améliorer l'efficacité et la productivité de l'installation en réduisant les déchets, en augmentant le débit et en minimisant la distance que les matériaux et les produits doivent parcourir. L'approche SLP est une approche structurée et systématique qui peut être appliquée à tout type d'installation, y compris les usines, les entrepôts et les centres de distribution [6].

### I.3.2 Diagramme relationnel (*Relationship chart*)

Le diagramme des relations des activités désigne la relation entre les activités dans l'atelier de n'importe quelle industrie. Les activités peuvent être entre machines, départements,

bureaux, stockages, etc. de l'industrie. La relation entre les activités peut être importante, sans importance ou parfois indésirable [7]. Ceux-ci sont représentés à l'aide d'un graphique, c'est-à-dire « Activité Tableau des relations ». La relation est représentée par certaines notations, appelées notation de proximité [8].

Les notes de proximité sont indiquées dans le tableau suivant :

| Lettre | Description                |
|--------|----------------------------|
| A      | Absolument important       |
| E      | Particulièrement important |
| I      | Important                  |
| O      | Ordinaire                  |
| U      | Sans importance            |
| X      | Indésirable                |

Tableau I.1: Codes utilisés pour L'ARC [8].

## I.4 Gestion de production

La gestion de la production, également connue sous le nom de gestion de la production et des opérations, est l'ensemble des activités visant à concevoir, planifier, coordonner, diriger et surveiller les activités de production, y compris la fabrication et la distribution de biens et services dans l'entreprise [10].

### I.4.1 Système de production [11]

Un système de production ou système logique est un processus d'addition de valeur à des biens ou à des services répondant à des impératifs de qualité-prix, qualité-délai.

Le processus de production est formé par un ensemble d'action élémentaire :

- ✓ **Opération** : action de transformation ajoutant de la valeur.
- ✓ **Transport** : action de déplacement agissant sur la localisation de la matière.
- ✓ **Stockage** : action d'attente ou de non flux.
- ✓ **Transaction** : action de modification des données de gestion.

### I.4.2 Typologie de la production :

On peut classer les différents types de production selon plusieurs critères :

- ✓ **Critère 1** : Quantité et répétitivité.
- ✓ **Critère 2** : Organisation du flux de production.
- ✓ **Critère 3** : Relation avec le client.
- ✓ **Critère 4** : Structure du produit.

### I.4.2.1 Critère 1 : Quantité et répétitivité

La répétitivité de la production fait référence à la variation des commandes de produits, qui peut être périodique et instable. Cette variation affecte la quantité de produits fabriqués :

- ⇒ Production unitaire.
- ⇒ Production par petites séries (100).
- ⇒ Production par moyennes séries (1000).
- ⇒ Production par grandes séries (100000).

### I.4.2.2 Critère 02 : Organisation du flux et de production

Choix de l'organisation est souvent contraint par la nature du produit fabriqué ; Il peut être divisé en trois catégories :

#### ✓ Production en continue (industrie de process)

Typique des industries de processus comme la chimie, la pétrochimie, la cimenterie et l'agroalimentaire, où les matières premières entrent et sortent du processus de fabrication de manière continue sans interruption.

#### ✓ Production en discontinue : enchaînement d'opérations élémentaires

Ce type de production implique une série de processus distincts où chaque produit passe par des étapes spécifiques du processus de fabrication.

Il existe deux principaux types :

(Flow shop) : Les produits suivent une séquence de production prédéfinie avec peu ou pas de variation entre les produits.

(Job-shop) : Les produits passent par différentes étapes de production en fonction de leurs caractéristiques spécifiques ou des besoins du client.

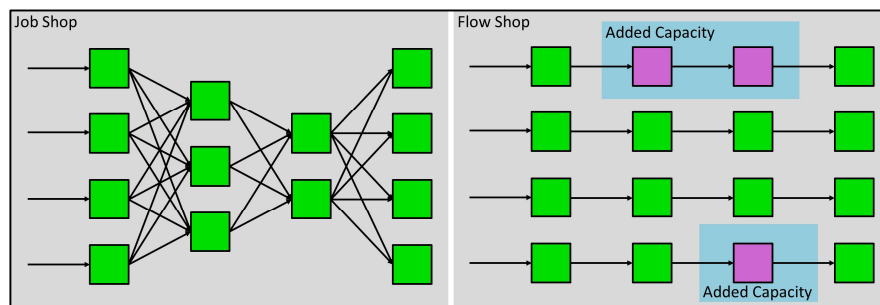


Figure 1.7: Job shop — Flow shop [19].

#### ✓ Production par projet

Dans ce type de production, chaque produit est spécifiquement conçu et fabriqué selon la demande du client.

### I.4.2.3 Critère 03 : Relation avec le client

La relation avec le client dans la gestion de la production peut varier selon les principes de production approuvés par l'entreprise :

- **Production à la commande**

Il s'agit de fabriquer uniquement ce qui est requis au moment précis de la commande, ce qui nécessite une réactivité accrue et une organisation efficace.

- **Assemblage sous ordre**

L'objectif est de fournir des produits très diversifiés à de nombreux clients et de fabriquer des produits standards que l'on assemble au moment où la demande du client.

- **Production sur stock**

Les produits sont fabriqués à l'avance, offrant des avantages en termes de délais de livraison mais pouvant entraîner des coûts de stockage et des risques d'obsolescence.

Ce choix nécessite une stabilité de la demande ou des cycles de vie longs des produits.

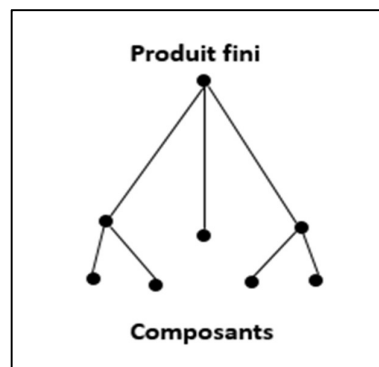
### I.4.2.4 Critère 04 : Structure du produit [12]

- **Structure convergente**

⇒ Peu de produits.

⇒ Beaucoup de composants.

**Ex.** ensembles électroniques.



*Figure I.8: Structure convergente.*

- **Structure divergente**

⇒ Beaucoup de produits.

⇒ Peu de composants.

**Ex.** produits laitiers.

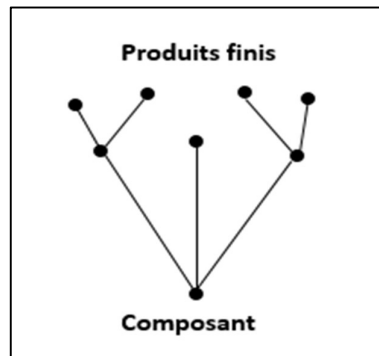


Figure I.9: Structure divergente.

- **Structure à point de regroupement**
  - ⇒ Beaucoup de produits finis.
  - ⇒ Beaucoup de composants.
  - ⇒ Sous-ensembles standards.

Ex. automobile.

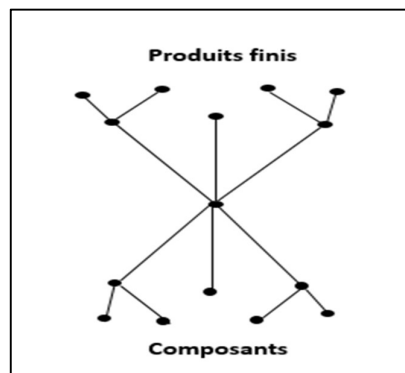


Figure I.10: Point de regroupement.

- **Structure Parallèle**
  - ⇒ Des matières premières différentes pour des produits finis différents.

## I.5 Conclusion

La conception des installations est un élément très important dans la mise en place d'une usine. Qu'il s'agisse d'améliorer l'efficacité de la production ou d'offrir un environnement de travail confortable aux travailleurs.

Pour qu'une entreprise puisse garantir une unité de production performante, il est important de porter une attention particulière aux installations de conception. C'est pourquoi les chercheurs dans ce domaine s'appuient sur l'approche SLP, puisqu'elle a été largement adoptée dans de nombreuses études.

Aussi, la gestion de la production occupe une place plus importante dans l'entreprise car elle joue un rôle majeur dans l'amélioration du processus de valeur ajoutée à travers l'amélioration continue des flux depuis les fournisseurs vers les clients.

Dans une entreprise de production chaque entreprise est unique de par son implantation et l'organisation et la spécificité de la production. [13]

Dans le prochain chapitre, nous explorerons l'histoire de la production de boîtes de fromage, puis nous aborderons la présentation de l'entreprise que nous avons prise comme exemple dans notre étude.

## *Chapitre II.*

---

### *Analyse de la situation actuelle de l'entreprise Ecopack*

---

## **II.1 Introduction**

L'opportunité qu'elle nous a donnée l'entreprise Ecopack de connaître l'impact de notre étude sur sa rentabilité nous a incités à entreprendre ce projet. Comme c'est le cas, dans ce chapitre nous présenterons Ecopack, une entreprise algérienne majeure spécialisée dans la fabrication de boîtes rondes en carton pour fromage fondu.

Avant cela, nous ferons un tour d'horizon de la production des boites de fromages, leur histoire, ainsi que de leur impact sur les consommateurs et l'environnement.

Nous reviendrons ensuite sur l'entreprise d'accueil, en présentons brièvement son histoire, son type de production qu'elle propose, et ses aspirations futures, tout en clarifiant sa chaîne de production.

## **II.2 Généralité sur les boîtes de fromage**

### **II.2.1 Historique**

Les caisses à fromages datent du XIXe siècle, Quand il a commencé à gagner en popularité auprès des fabricants et des consommateurs.

Au début, le processus de production des boîtes de fromages commençait avec des méthodes très simples, utilisant de l'étain ou de l'acier inoxydable, et étaient souvent soudées manuellement.

Puis, à l'ère moderne, avec l'avancée de la technologie et le développement des procédés de fabrication, en plus des améliorations dans la conception et les matériaux utilisés, la production de boîtes de fromages est devenue plus précise, rapide et efficace. Cependant, les fabricants doivent encore rechercher des solutions d'emballage plus respectueuses de l'environnement.

### **II.2.2 Caractéristique**

- ✓ Protection contre la contamination et garantie de la sécurité alimentaire.
- ✓ Faciliter le transport et la distribution.
- ✓ Fournir des informations aux consommateurs telles que la durée de conservation, les instructions de stockage, les ingrédients, la marque santé... etc.

### **II.2.3 Types des boîtes de fromages**

Il existe une grande variété de types de boîtes à fromage, qui diffèrent les unes des autres par leur conception et les matériaux utilisés dans la production. Parmi les types les plus courants figurent :

- **Récipients en plastique** : le type le plus courant. Ils offrent une bonne protection contre l'air et leur transparence permet de voir facilement ce qu'ils contiennent.



Figure II.1: Boite de fromage en plastique.

- **Boîtes métalliques** : Ils offrent une bonne protection contre la lumière et l'humidité car ils sont en étain ou en acier.



Figure II.2 Boite de fromage métallique.

- **Boîtes en carton** : utilisées pour les fromages frais ou instantanés.



Figure II.3: Boite de fromage en carton.

- **Boîtes en aluminium** : utilisées pour le fromage liquide ou fondu. Elles offrent une bonne protection et sont faciles à conserver.



Figure II.4: Boîte de fromage en aluminium.

- **Récipients en verre** : Bien qu'ils soient moins courants, ces types de boîtes offrent l'avantage de pouvoir être facilement recyclés.



Figure II.5: Boîte de fromage en verre.

## II.3 Présentation de l'entreprise Ecopack Tlemcen

### II.3.1 Historique

Fondée en 1963 par M. Mohamed-Chérif BOUABDALLAH, un expert du métier de cartonnier-imprimeur, ECOPACK est une entreprise familiale dirigée depuis 1995 par son fils, Mohamed BOUABDALLAH, actuel manager de la société. Doté d'une solide formation en emballage et logistique de l'université de Lausanne en Suisse, il a contribué à consolider l'expertise de l'entreprise dans la conception et la fabrication de boîtes en carton compact.

En 1986, ECOPACK a marqué l'histoire industrielle en Algérie en introduisant la première ligne de production entièrement automatisée et en lançant la première boîte ronde emboutie pour 8 et 16 portions, créant ainsi un précédent dans le secteur.

Leader incontesté dans la production de boîtes rondes pour fromage fondu, ECOPACK propose également une gamme diversifiée de boîtes pliantes en carton compact sous la marque "SUNBOX". [14]



Figure II.6: Ecopack Sarl [14].

### II.3.2 Gamme de produit

- ✓ Des boîtes en carton rondes embouties pour fromage fondu de 8, 16, 24, 32 portions.



Figure II.7: Boîte ronde pour fromage fondu [20].

- ✓ Boîtes pliées utilisées dans plusieurs domaines. (Industrie, Boîte agro-alimentaire...).



Figure II.9: Secteur de l'industrie [14].

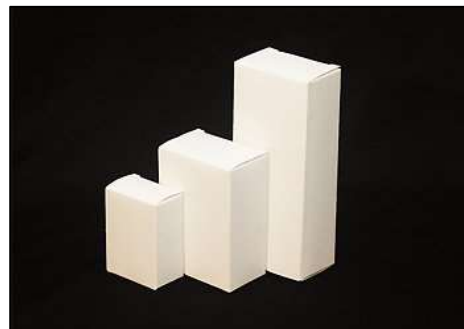


Figure II.8: Boîte agro-alimentaire [14].

### II.3.3 Organigramme de l'entreprise

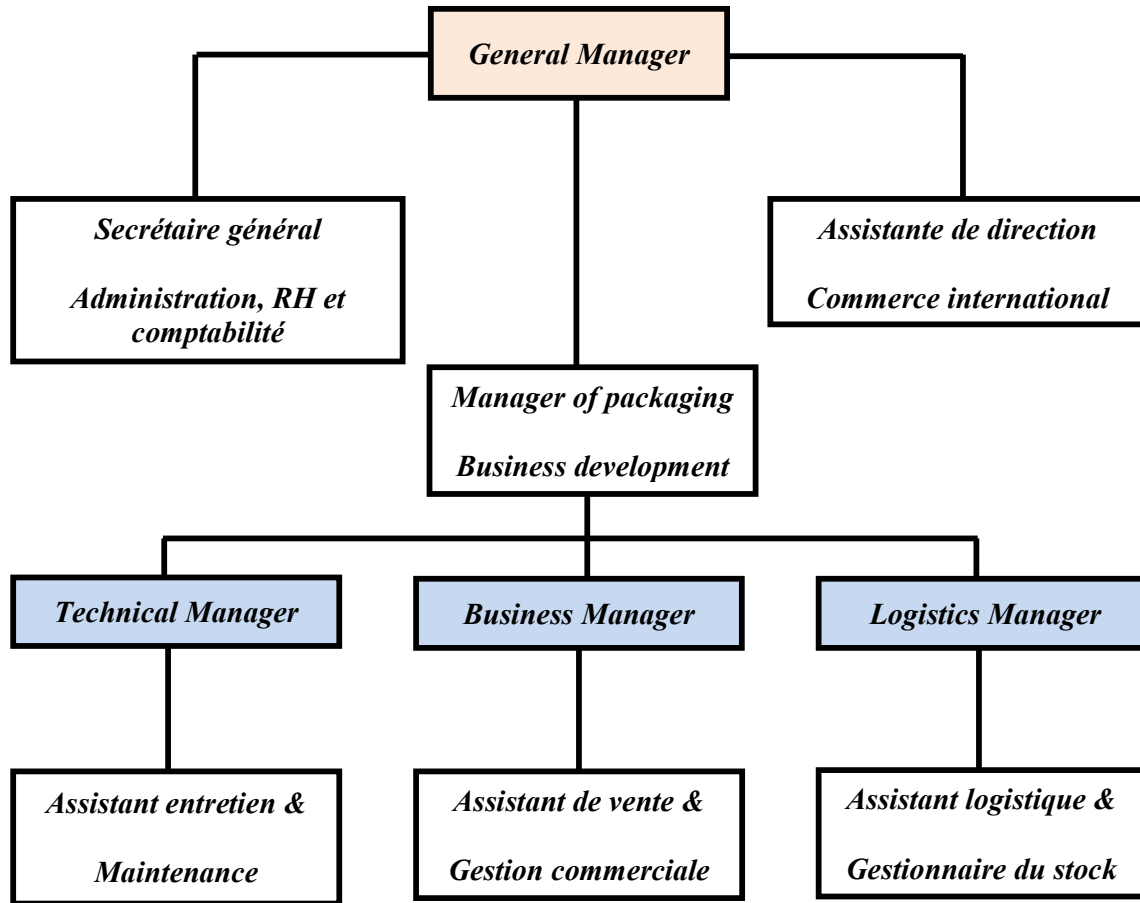


Figure II.10: Organigramme de l'entreprise

### II.3.4 Chaîne logistique de l'entreprise

La chaîne logistique d'une entreprise est un élément crucial de son fonctionnement. Elle englobe toutes les étapes impliquées dans la gestion des flux de produits, depuis leur conception jusqu'à leur livraison finale au client. Cette chaîne comprend notamment l'approvisionnement en matières premières, la production, le stockage, la distribution et la gestion des retours. Une bonne gestion de la chaîne logistique permet d'optimiser les coûts, d'améliorer l'efficacité opérationnelle et de répondre efficacement aux demandes des clients. En somme, une chaîne logistique bien organisée est un atout majeur pour une entreprise, lui permettant de rester compétitive sur le marché.

D'après la procédure d'opération standard, le responsable commercial reçoit la commande et cordonne avec la secrétaire pour la confirmation et la préparation du planning commercial et le donne au responsable de production logistique, c'est ce qu'on appelle le flux d'information.

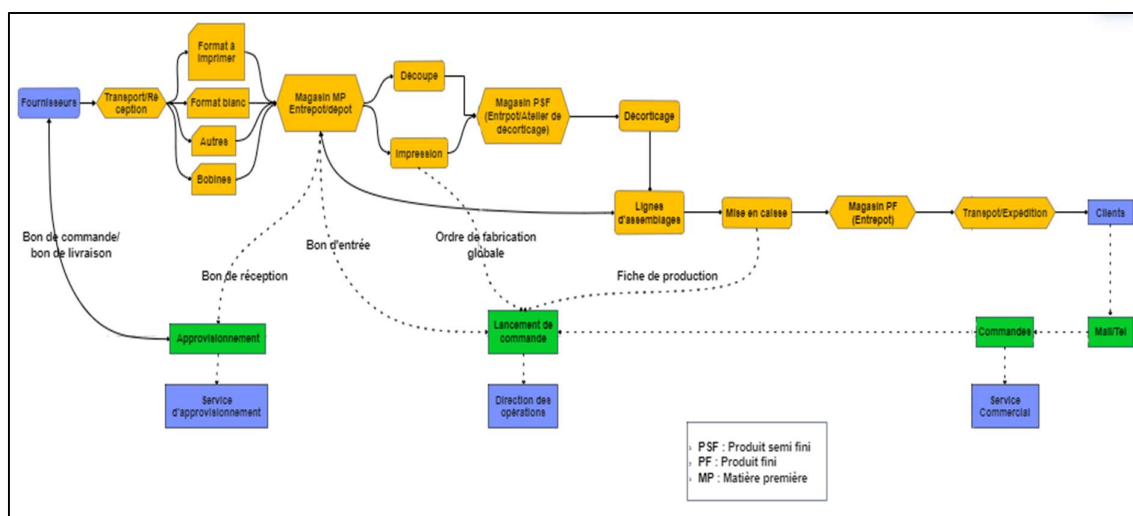


Figure II.11: Procédure d'opération standard.

### II.3.5 Gestion de Stock

Ecopack utilise principalement deux types de matières premières, chacune stockée dans des zones distinctes. La première catégorie est composée de plaques de carton Compact non imprimée. Elles sont entreposées dans un dépôt séparé de l'usine dans le but d'optimiser l'espace de stockage et d'améliorer la gestion des stocks. Et la deuxième catégorie contient les bobines et les palettes imprimées stockés dans l'entrepôt. Étant donné que le produit de l'entreprise est volumineux et occupe énormément d'espace, Ecopack a décidé de diviser l'entrepôt en zones :

- ✓ Zones T1 et T2 appelés zones tompan : Les caisses de produits finis sont stockées à l'entrée pour faciliter le chargement à l'arrivée du livreur.
- ✓ Zones A et D : pour stockés les produits semi fini (disques imprimés avant décortilage)
- ✓ La zone C : les produits d'emballage
- ✓ Zone B : les matières premières y compris des Bobines, des formats pour les intercales et les fonds non imprimés.
- ✓ Enfin, zones E1 et E2 : dédiées aux disques imprimés stockés dans des caisses réutilisables.

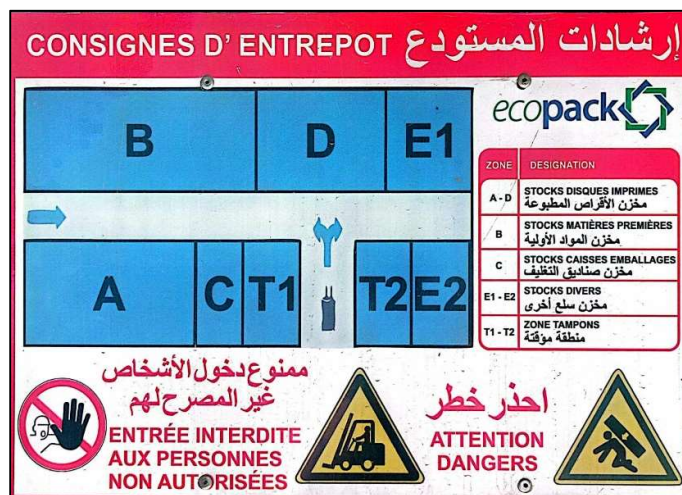


Figure II.12: Gestion de stock.

### II.3.6 Production

ECOPACK produit 10 à 12 millions de cartons par mois ; elle s'efforce constamment de fournir les meilleures matières premières.

#### II.3.6.1 Matière première

L'entreprise utilise plusieurs matériaux dans sa production qui se répartissent en deux catégories :

- **Les bobines de cartons**

- ⇒ Bobine de petite taille (380 mm) : pour fabriquer Le collier de boîte.
- ⇒ Bobine de grande taille (720 mm) : pour les disques non imprimables et les intercales.



Figure II.13: Bobines.

- **Les palettes**

- ⇒ Feuille non imprimé : pour les intercales

⇒ Les feuilles imprimées : D'où nous découpons les disques.  
Et les cartons pour la mise en caisse.

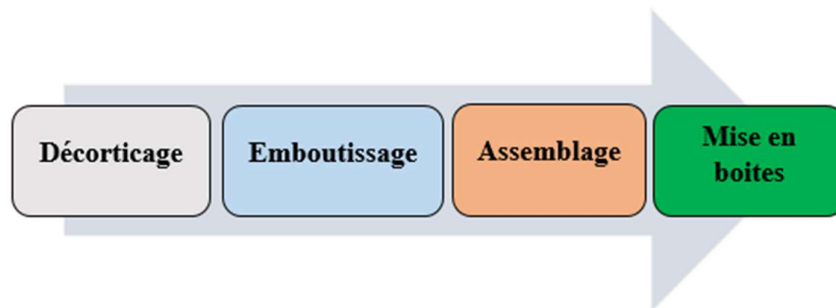


*Figure II.14: Palettes.*

### **II.3.6.2 Etape de fabrication des boites de fromage**

La chaîne de production commence par l'envoi de la matière première (carton brut) à l'imprimeur située à Alger afin d'obtenir les disques imprimés, soit le couvercle et le fond, ou uniquement le couvercle, ce qui prend environ une semaine.

Ensuite, ces formats imprimés (produit semi-fini) passent par les étapes suivantes :



*Figure II.15: Etapes de fabrication.*

#### **II.3.6.2.1 Décorticage**

L'entreprise ECOPACK dispose de deux décortiqueuses, les formats imprimés sont placés manuellement sur ses une machines spécialisées dans le décorticage.

Une fois que les différents capteurs détectent la présence de ces derniers, le processus de décortilage démarre automatiquement.

Après avoir terminé ce processus, les ouvriers stockent les disques dans un endroit désigné jusqu'à ce qu'ils passent à l'étape suivante.



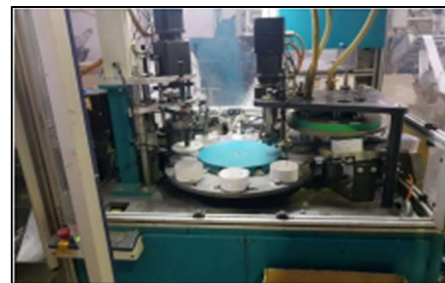
Figure II.16: Processus de décortilage.

### II.3.6.2 Emboutissage et assemblage

Les disques sont envoyés vers les lignes de production où ils passent d'abord par l'emboutisseuse qui plie les deux côtés du disque pour former un couvercle de boîte ronde. Nous avons donc deux lignes parallèles pour les deux côtés de la boîte. Lequel va ensuite au collage du collier dont les pièces sont dimensionnées pour correspondre au type de boîte fabriquée (8, 16, 24 ou 32P), on obtient ainsi une boîte ronde en un temps record.



II.18: Figure II.17: Emboutissage [14].



Assemblage [14].

### II.3.6.2.3 Mise en caisse

Il s'agit de la dernière étape de la production, où les ouvriers mettent les boîtes dans des cartons. Et les stockent dans l'entrepôt jusqu'à deux jours maximums pour être distribués aux clients. Le nombre de boîtes à l'intérieur de chaque carton varie en fonction de la taille de la boîte.



*Figure II.19: Mise en caisse [14].*

L'entreprise ECOPACK fonctionne selon le principe du Juste-à-Temps (**JIT**), qui implique la fabrication de produits exactement au moment requis, dans les quantités précises et avec la qualité souhaitée. Le JIT vise à produire les biens nécessaires au moment opportun, éliminant ainsi les gaspillages de stockage et les surplus inutiles.

### **II.3.6.3 Production des disques blancs**

Il existe quelques entreprises de production de fromage qui utilisent des boîtes rondes à fond blanc, et comme Ecopack s'efforce toujours de satisfaire les exigences de ses clients, il est de leur devoir d'être à la hauteur de leurs attentes.

Par conséquent, la production des disques blancs se fait ; Grâce à la " découpeuse", ce qui coupe les disques de la bobine.

Une fois le produit fini, il est stocké dans des cartons dans le sous-stock avant de passer à l'étape de l'emboutissage.

### **II.3.6.4 Production des intercales**

Les intercales sont produites de deux manières différentes.

- La première méthode se déroule en deux étapes :

Tout d'abord, l'ouvrier amène une palette contenant des feuilles à faire passer dans la découpeuse (feuilles) pour les diviser en deux parties.

Ensuite, les feuilles découpées vont vers l'autoplatine sur une palette pour être découpés et construire les intercales.

- La deuxième manière se fait en une seule étape grâce à la machine "découpeuse (intercale)", ce qui coupe les intercales de la bobine.

Une fois les intercales produits, elles sont conservées dans des cartons jusqu'à leur livraison au client.

### II.3.6.5 Production de boîtes pliées

En plus des boîtes à fromage en carton, Ecopack propose également une ligne de production de boîtes pliantes.

Le processus de production de la boîte pliée passe par trois étapes :

L'ouvrier passe d'abord les palettes dans la machine de découpe (découpeuse des feuilles) pour obtenir la forme souhaitée de la boîte.

Ensuite les papiers partent en impression (le processus d'impression se fait sur place) pour imprimer les données du client (logo, forme du produit...)

Un maximum d'une ou deux couleurs peut être utilisé lors de l'impression. Enfin, ils passent à la machine pliante pour former la boîte.

### II.3.7 Moyens de manutention

Afin de faciliter le passage de produits entre le stock et les lignes de production, l'entreprise dispose de quatre types de moyens de manutention, des transpalettes manuels, des gerbeurs électriques, des chariots élévateurs et des chariots à mat rétractable.



Figure II.20: Chariot élévateur.



Figure II.21: Gerbeur électrique.



Figure II.23: Transpalette manuel.



Figure II.22: Chariot à mat rétractable.

### **II.3.8 Transport et logistique**

L'entreprise a toujours accordé une grande attention aux services logistiques. Cela lui a donné l'opportunité de faire une différence.

Quant au transport de marchandises. ECOPACK a donc décidé de recourir à la sous-traitance et gère actuellement 14 camions et 2 semi-remorques. La capacité de chacun d'eux est d'environ 190 à 200 cartons. Exporter environ 7 chargements par jour.

C'est ce qui rend l'entreprise très soucieuse du respect des rendez-vous par les chauffeurs. Ceci afin de garantir qu'il n'y ait aucun retard dans la livraison des commandes.

### **II.3.9 Objectifs de l'entreprise**

- ✓ ECOPACK cherche toujours à améliorer la qualité de ses produits afin de maintenir la confiance de ses clients et ainsi conserver son nom de leader sur le marché.
- ✓ Actuellement, l'entreprise recycle tous ses déchets de produits et les exporte vers des entreprises locales intéressées par la collecte des déchets de papier.
- ✓ L'entreprise cherche à augmenter sa production en ouvrant un deuxième site de production.

## **II.4 Conclusion**

Cette opportunité que nous a donnée Ecopack, en plus de la bonne impression que nous avons eue lors de notre première visite, a renforcé notre vision en tant que futurs ingénieurs, ce qui a été une grande motivation pour contribuer à donner de la valeur ajoutée à l'entreprise.

Afin d'apporter de meilleures solutions d'amélioration, dans le prochain chapitre, nous commencerons à étudier la chaîne de production actuelle de l'entreprise, y compris l'emplacement des machines et les différents services.

## *Chapitre III.*

---

*Etat des lieux des installations  
et Proposition de solutions  
d'optimisation*

---

### III.1 Introduction

Toute entreprise industrielle cherche toujours à augmenter sa productivité, à réduire ses coûts et à respecter les délais prévus avec ses clients. C'est pour cette raison qu'elle doit accorder une grande attention à la conception de ses installations.

Dans ce chapitre, nous examinerons d'abord la conception actuelle d'Ecopack, y compris les emplacements des machines, les matrices de flux et de distance, ainsi que les limites associées.

Ensuite, nous explorerons des alternatives d'amélioration en examinant chaque cas, puis nous comparerons les résultats pour proposer enfin la meilleure solution.

### III.2 Aménagement actuel

#### III.2.1 Description détaillée des installations existantes

L'entreprise dispose d'un atelier de production divisé en trois zones. La première zone, qui est la zone principale, a une superficie de 5 62.6 m<sup>2</sup>, et contient les machines suivantes (Les 8 Lignes, Décorticage 01 et 02, Découpeuse, Autoplatine, sous-stock). La deuxième zone, elle comprend les machines suivantes : (Découpeuse (feuilles), L'impression,) et sa superficie est de 1 14.1 m<sup>2</sup>. Quant à la dernière zone, elle comprend (Une machine Pliante, Découpeuse (intercale)) et sa superficie est de 1 49.7 m<sup>2</sup>. Comme la montre la figure ci-dessous.

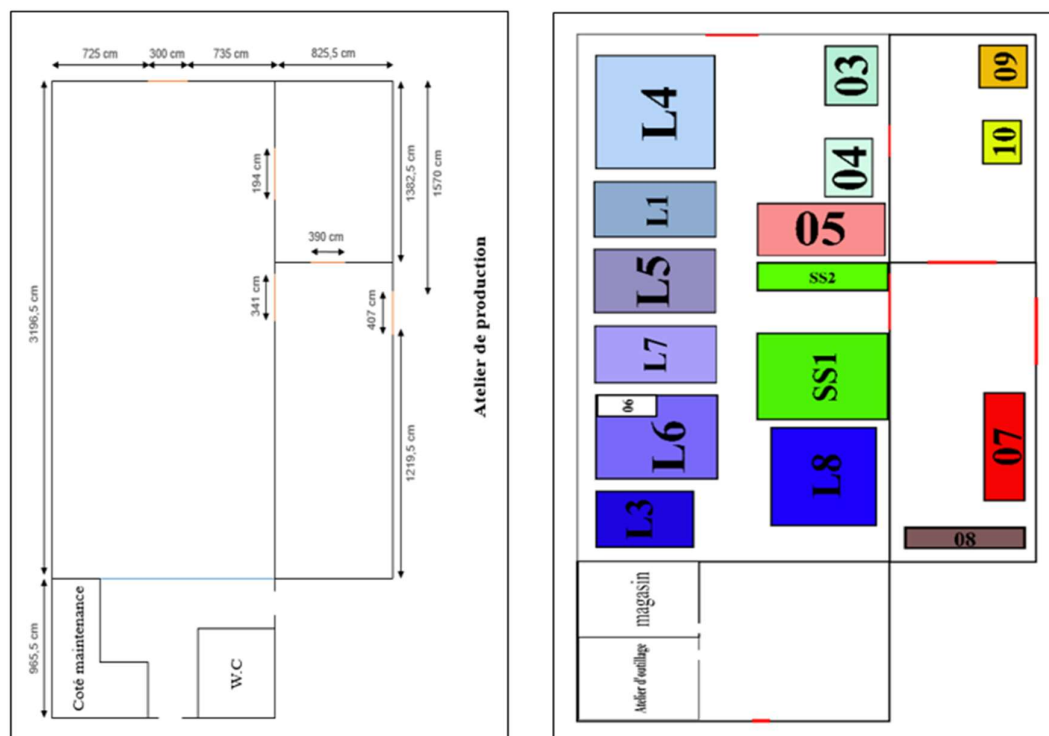


Figure III.1: Atelier de production.

L'entreprise dispose également d'une zone de stockage spéciale d'une superficie de 660,1m<sup>2</sup>. Comme le montre la figure III 2.

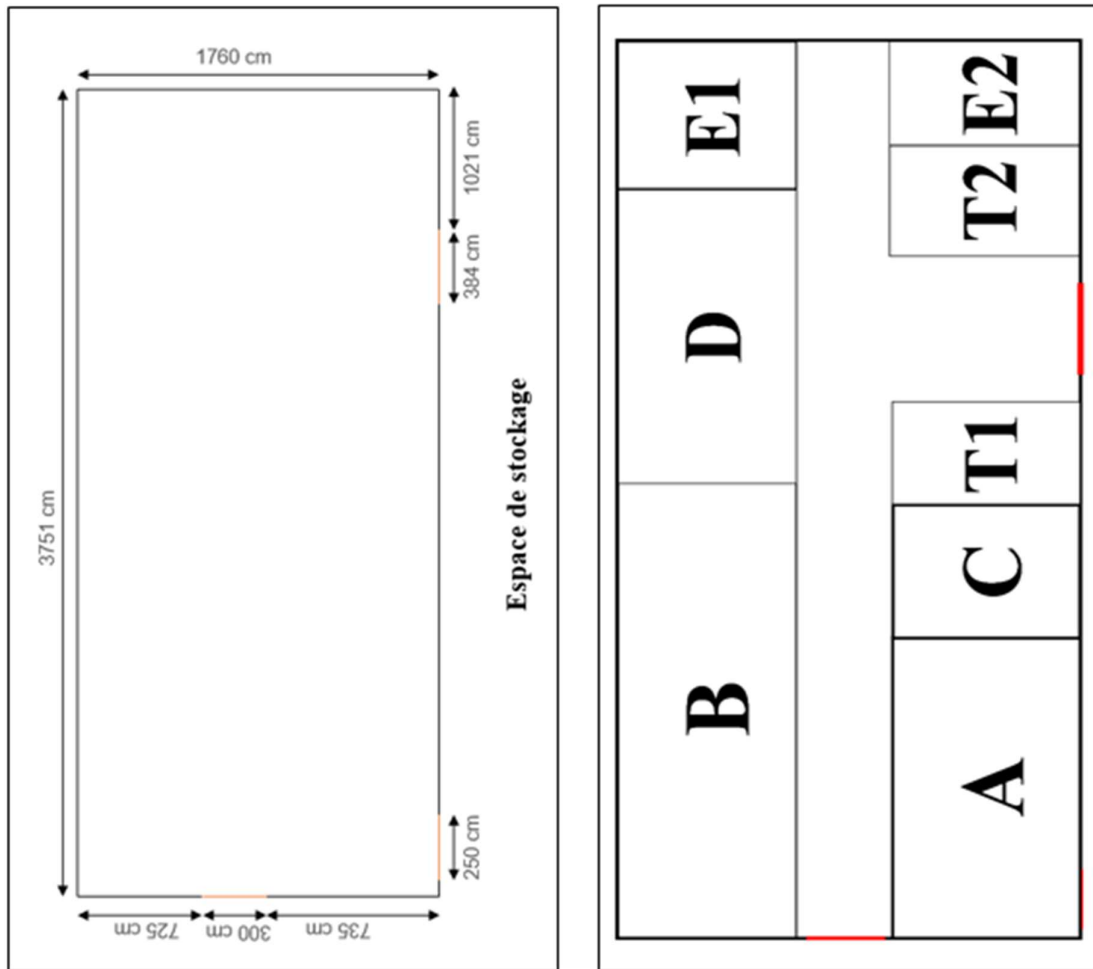


Figure III.2: Plan de stock.

### III.2.2 Contrainte

Pour faire l'étude de l'amélioration de l'usine, certaines règles doivent être prises en considération :

- Il n'est pas possible de modifier l'emplacement du stock de matières premières car sa construction est déjà achevée, et tout changement serait difficile et coûteux.
- L'introduction de la Compacteuse dans l'usine est impossible en raison du chaos et du gaspillage qu'elle entraînerait, ce qui constitue une contrainte imposée par l'entreprise.
- Utilisation inefficace de l'espace en raison de la division de l'atelier de production en trois zones et de la présence de murs.

### III.2.3 Machines utilisées dans la production des boîtes

Toute entreprise disposant de divers moyens et équipements de production, il est nécessaire de connaître et de déterminer sa capacité de production. Cette évaluation permet d'identifier ses opportunités en termes de compétitivité.

Dans notre cas, le taux de rebut est négligeable par l'entreprise et les capacités de production sont déjà définies par l'entreprise.

| <b>Machine</b>                    | <b>Dimensions (cm)<br/>L × l × H</b> | <b>Surface<br/>(m<sup>2</sup>)</b> | <b>Capacité de<br/>production</b> |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Décourtillage 01</b>           | 295,5 × 350 × 204                    | 10,3                               | 2300<br>(feuille/hr)              |
| <b>Décourtillage 02</b>           | 269 × 355 × 204                      | 9,5                                | 2300<br>(feuille/hr)              |
| <b>Découpeuse</b>                 | 130 × 285 × 188                      | 3,7                                | 80 (coupes/min)                   |
| <b>Découpeuse (feuilles)</b>      | 256 × 268 × 188                      | 6,9                                | 4000<br>(feuille/hr)              |
| <b>Autoplatine</b>                | 720 × 316,5 × 300                    | 22,8                               | 4000<br>(feuille/min)             |
| <b>Compacteuse</b>                | 100 × 100 × 250                      | 1                                  | 18(tan/jour)                      |
| <b>Machine pliante</b>            | 675 × 125 × 100                      | 8,4                                | 100000(boite/hr)                  |
| <b>Découpeuse<br/>(intercale)</b> | 650,1 × 230 × 200                    | 15                                 | 320<br>(coupe/min)                |
| <b>L'impression</b>               | 260 × 219,5 × 188                    | 5,7                                | 7000<br>(feuille/hr)              |
| <b>Ligne 01</b>                   | 685,6 × 336 × 204                    | 23                                 | 3600<br>(boites/hr)               |
| <b>Ligne 03</b>                   | 550 × 340 × 204                      | 18,7                               | 3600<br>(boites/hr)               |
| <b>Ligne 04</b>                   | 686 × 671 × 204                      | 46                                 | 5200<br>(boites/hr)               |
| <b>Ligne 05</b>                   | 685,6 × 385 × 204                    | 26,4                               | 4200<br>(boites/hr)               |
| <b>Ligne 06</b>                   | 685,6 × 508,1 × 204                  | 34,8                               | 4600<br>(boites/hr)               |
| <b>Ligne 07</b>                   | 685,6 × 346 × 204                    | 23,7                               | 4600<br>(boites/hr)               |
| <b>Ligne 08</b>                   | 594,5 × 592,8 × 204                  | 35,2                               | 5300<br>(boites/hr)               |

*Tableau III.1: Machines utilisées dans la production.*

- **Décorticage** : Le décorticage est le processus au cours duquel cette machine est utilisée pour découper et extraire les disques.



*Figure III.3: Décortiqueuse [21].*

- **Découpeuse** : Le découpeur est l'équipement utilisé pour produire les disques blancs.
- **Découpeuse des feuilles** : La découpeuse des feuilles est chargée de découper les feuilles avant qu'elles ne soient envoyées à l'impression ou à l'Autoplatine.



*Figure III.4: Découpeuse des feuilles [22].*

- **Autoplatine** : Le maillon indispensable dans le processus de fabrication des intercalaires est l'Autoplatine. Cette machine alimentée en feuilles est essentielle à la découpe et au façonnage pour produire les intercalaires requis. Grâce à son fonctionnement efficace et automatisé, il peut garantir une production rapide et de haute qualité, répondant aux exigences de fabrication et garantissant des résultats cohérents et fiables.



*Figure III.5: Autoplatine [23].*

- **Compacteuse** : Le compacteur joue un rôle essentiel dans la gestion des déchets en compactant efficacement les matières résiduelles, réduisant ainsi leur volume et facilitant leur élimination. Grâce au processus de compactage des déchets, il permet de maximiser l'espace de stockage et d'économiser les frais de transport et d'élimination. Son utilisation régulière permet de maintenir un environnement de travail propre et organisé tout en encourageant les pratiques respectueuses de l'environnement et en réduisant l'empreinte environnementale de l'entreprise.



*Figure III.6: Compacteuse [24].*

- **Machine pliante** : cette machine est essentielle dans la fabrication des boîtes pliées, elle assure un pliage précis et automatisé des feuilles. Son efficacité garantit la qualité et la cohérence des boîtes produites, contribuant ainsi à répondre aux exigences du marché en matière d'emballage.



*Figure III.7: Machine Pliante [27].*

- **Découpeuse (intercale)** : La découpeuse est spécifiquement conçue pour la fabrication des intercalaires, étant alimentée par des bobines. Son rôle crucial dans le processus de production réside dans sa capacité à découper précisément les matériaux en intercalaires de dimensions spécifiques, Son fonctionnement efficace et automatisé permet de répondre aux besoins de production tout en optimisant les flux de travail.



*Figure III.8: Découpeuse des intercale [28].*

- **L'impression** : La machine d'impression est chargée de l'impression des boîtes pliées, ajoutant des éléments graphiques, des informations ou des images selon les spécifications requises.



Figure III.9: Impression [25].

- Les 8 lignes de production principales pour former les boîtes de fromage.

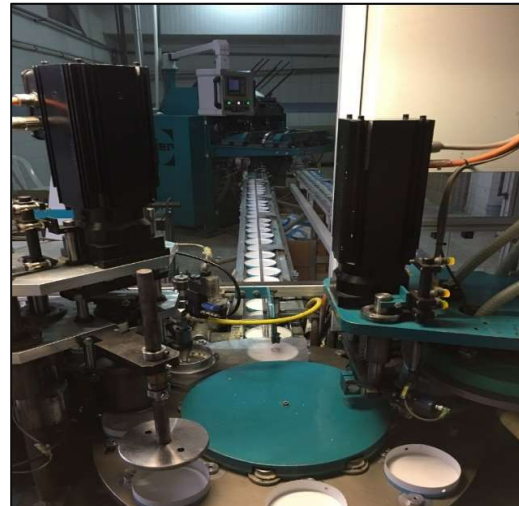


Figure III.11: Ligne de production (Emboutissage) [26]. Figure III.10: Ligne de production (Assemblage) [26].

### III.2.4 Evaluation des performances actuelles

#### III.2.4.1 Calcul des flux et distances

Le processus de fabrication des boîtes à fromage en carton comprend la réception des matières premières, la production des boîtes, le stockage des produits finis et l'expédition.

Le flux de matière est présenté comme suit :

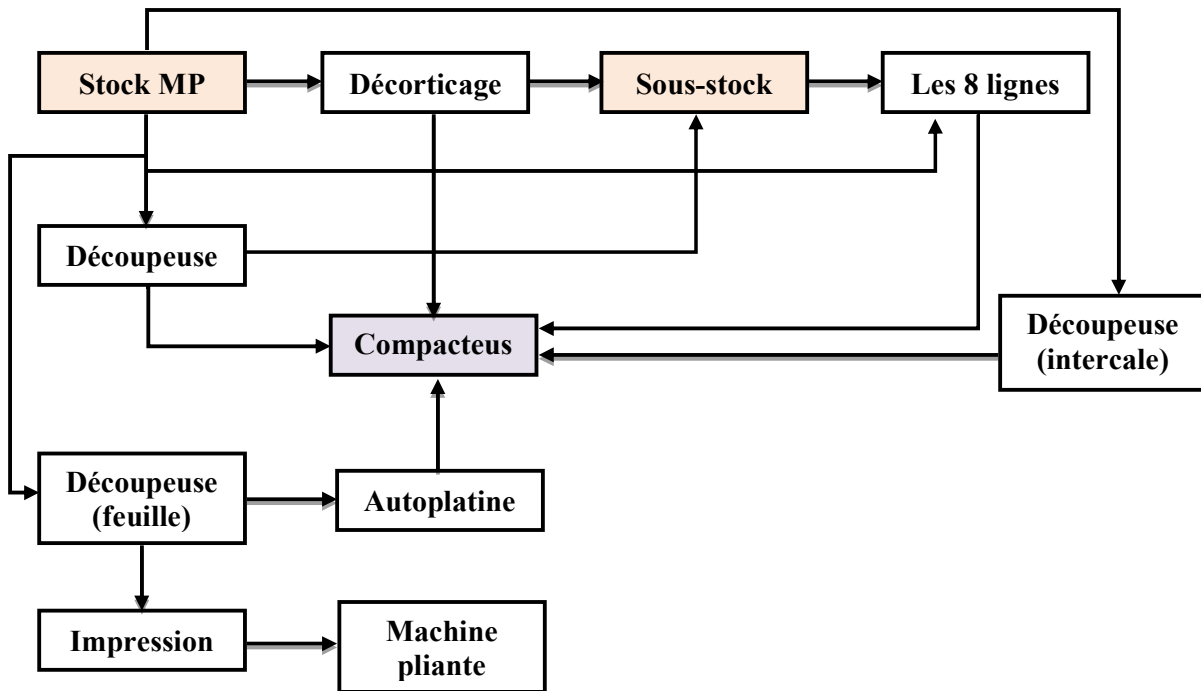


Figure III.12: Flux de matière.

Afin de déterminer la configuration optimale, nous allons déterminer la matrice des flux ainsi que la matrice des distances.

#### III.2.4.1.1 Calcul des flux

- **Stock MP → Décortilage**

Le flux entre le stock de matières premières et la machine de décortilage est déterminé par le nombre de déplacements effectués par jour, soit 16 heures de fonctionnement. Pour ce faire, nous avons calculé la quantité de matière première consommée.

La consommation de la matière première est de 2300 feuilles/heure.

Sachant que les feuilles sont livrées dans des palettes, et chaque palette contient 1700 feuilles, alors :

La consommation de 1700 feuilles prend 44.4 min.

En 16 heures :

$$\frac{16 \times 60}{44.4} = 21.62 \text{ déplacements.}$$

D'où le nombre de déplacement en 16 heures est de **22 déplacements**.

Ce calcul comprend les deux décortiqueuses.

- **Stock MP → Découpeuse**

La machine de découpe est alimentée par bobine.

Sa capacité est de 80 coupes/min, sachant que 1 coupe = 3 disques.

|  |
|--|
| <b>Les informations de la bobine :</b> |
|--|

|  |
|--|
| Dimension = 720 mm<br>Métrage = 4000 m |
|--|

Nous tenons compte du fait que la longueur de coupe dépend de la largeur du disque qui est égale à 136 mm.

Donc :

$$1 \text{ coupe} = 136 \text{ mm} \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow 80 \text{ coupes} = 10880 \text{ mm} = 10,88 \text{ m.}$$

$$4000 / 10,88 = 367,6 \text{ min.}$$

$$367,6 / 60 = 6,12 \text{ heures.}$$

$$16 / 6,12 = 2,61 \text{ déplacements.}$$

D'où le nombre de déplacement en 16 heures est de **3 déplacements**.

- **Stock MP → Découpeuse (feuilles)**

Le flux entre le stock de la MP et la découpeuse (feuilles) est déterminé par le transfert des palettes, sachant que chaque palette contient 1700 feuilles.

La capacité de la découpeuse des feuilles est de 4000 feuilles/hr.

Donc, la consommation de 1700 feuilles se fait en 25,5 min.

En 16 heures :

$$\frac{16 \times 60}{25.5} = 37,64 \text{ déplacements.}$$

D'où le nombre de déplacement en 16 heures est de **38 déplacements**.

- **Stock MP → Découpeuse (intercale)**

La découpeuse (intercale) est alimentée par bobine.

Les informations de la bobine sont déjà prédéfinies.

La capacité de la découpeuse (intercale) est de : 320 coupe/min, sachant que 1 coupe = 7 intercale.

Nous tenons compte du fait que la longueur de la coupe dépend de la largeur d'intercale qui est égale à 105 mm.

Donc :

$$1 \text{ coupe} = 105 \text{ mm} \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow 320 \text{ coupes} = 33600 \text{ mm} = 33,6 \text{ m.}$$

$$4000 / 33,6 = 119,04 \text{ min.}$$

$$119,04 / 60 = 1,9 \text{ heure.}$$

$$16 / 1,9 = 8,42 \text{ déplacements.}$$

D'où le nombre de déplacement en 16 heures est de **9 déplacements**.

- **Décortilage**  $\longrightarrow$  **sous-stock**

La décortiqueuse produit 2300 feuilles par heure et chaque feuille comprend 38 disques.

Donc, elle produit 87400 disques par heure.

Le déchargement se fait par palette, et chaque palette contient un carton qui contient à son tour 45828 disques.

Dans une heure :

$$87400 / 45828 = 1.9 \text{ carton.}$$

En 16 heures :

$$16 \times 2 = 32 \text{ déplacements.}$$

D'où le nombre de déplacement en 16 heures est de **32 déplacements**.

Ce calcul comprend les deux décortiqueuses.

- **Décortilage**  $\longrightarrow$  **Compacteuse**

Le flux entre la décortiqueuse et la Compacteuse est déterminé par le transfert des palettes. Chaque palette comprend autour de 2010 feuille.

Et comme nous l'avons souligné précédemment la capacité de la décortiqueuse est de 2300 feuilles/heure.

En 16 heures :

$$2300 \times 16 = 36800 \text{ feuilles.}$$

$$36800 / 2010 = 18.3 \text{ palettes.}$$

D'où le nombre de déplacement en 16 heures est de **19 déplacements**.

- **Découpeuse**  $\longrightarrow$  **sous-stock**

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la capacité de découpeur est de 80 coupes/min.

Sachant que 1 coupe = 3 disques.

En 16 heures :

$$80 \times 16 \times 60 \times 3 = 230400 \text{ disques.}$$

Le débit entre la découpeuse et le sous-stock est déterminé par carton qui contient 45828 disques.

Donc :

$$230400 / 45828 = 5.02 \text{ cartons.}$$

D'où le nombre de déplacement en 16 heures est de **6 déplacements**.

- **Découpeuse  $\longrightarrow$  Compacteuse**

Après la fin des travaux, chaque groupe récupère les déchets et les transfère à la Compacteuse.

En 16 heures il y a 2 groupes.

D'où le nombre de déplacement en 16 heures et de **2 déplacements**.

- **Découpeuse (intercale)  $\longrightarrow$  Compacteuse**

Après la fin des travaux, chaque groupe récupère les déchets et les transfère à la Compacteuse.

En 16 heures il y a deux groupes.

Le nombre de déplacement en 16 heures et de **2 déplacements**.

- **Stock MP  $\longrightarrow$  Ligne 01**

Le flux consiste à transférer la bobine du stock de la MP vers la ligne 01.

| Les informations de la bobine : |
|---------------------------------|
|---------------------------------|

|   |
|---|
| Dimension = 380 mm<br>Métrage = 7492 m<br>Surface = 2848 m <sup>2</sup> |
|---|

|  |
|--|
| Cette bobine utilisée pour découper les bandes qui représentent la hauteur de la boîte et qui adhèrent au disque inférieur |
|--|

Comme nous l'avons mentionné précédemment cette ligne à une capacité de 3600 boites / heure, et produit uniquement les boites de 16 portions.

Les dimensions de la bande de cette boite sont :  $L = 345 \text{ mm}$ ,  $l = 33 \text{ mm}$ .

Nous devons maintenant calculer combien de temps il faudra pour consommer complètement une bobine.

Par heure :

$$33 \times 3600 = 118800 \text{ mm} = 118,8 \text{ m de la bobine.}$$

Donc :

$$7492 / 118,8 = 63,06 \text{ heures.}$$

$$63,06 / 16 = 3,9 \text{ jours.}$$

D'où le nombre de déplacement est **une fois chaque 4 jours**.

#### • Stock MP $\longrightarrow$ Ligne 03

Le flux consiste à transférer la bobine du stock de la MP vers la ligne 03.

Comme nous l'avons déjà mentionné précédemment cette ligne à une capacité de 3600 boites / heure, elle produit uniquement les boites de 8 portions.

Les dimensions de la bande de cette boite sont :  $L = 345 \text{ mm}$ ,  $l = 20 \text{ mm}$ .

Par heure :

$$20 \times 3600 = 72000 \text{ mm} = 72 \text{ m de la bobine.}$$

Donc :

$$7492 / 72 = 104,05 \text{ heures.}$$

$$104,05 / 16 = 6,5 \text{ jours.}$$

D'où le nombre de déplacement est **une fois chaque 7 jours**.

#### • Stock MP $\longrightarrow$ Ligne 04

Le flux consiste à transférer la bobine du stock de la MP vers la ligne 04.

Comme nous l'avons mentionné précédemment cette ligne à une capacité de 5200 boites / heure, elle produit uniquement les boites de 16 et 24 portions.

|                        | Boite de 16 portions  | Boite de 24 portions  |
|------------------------|---|---|
| Dimensions de la bande | $L = 345 \text{ mm}$ , $l = 33 \text{ mm}$ .                                  | $L = 345 \text{ mm}$ , $l = 46 \text{ mm}$ .                                  |
| La consommation est de | $33 \times 5200 = 171600 \text{ mm} = 171,6 \text{ m}$ .                      | $46 \times 5200 = 239200 \text{ mm} = 239,2 \text{ m}$ .                      |
| Donc                   | $7492 / 171,6 = 43,65 \text{ heures}$ .<br>$43,65 / 16 = 2,7 \text{ jours}$ . | $7492 / 239,2 = 31,32 \text{ heures}$ .<br>$31,32 / 16 = 1,9 \text{ jours}$ . |

|                          |                                 |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Le nombre de déplacement | <b>Une fois chaque 3 jours.</b> | <b>Une fois chaque 2 jours.</b> |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|

• **Stock MP → Lignes 05 et 07**

Le flux consiste à transférer la bobine du stock de la MP vers les lignes 05 et 07.

Comme nous l'avons déjà mentionné cette ligne à une capacité de 4200 boîtes / heure, elle produit uniquement les boîtes de 8 et 16 portions.

Les dimensions de la bande relatives aux deux portions ont été mentionnées précédemment.

|                          | Boîte de 8 portions   | Boîte de 16 portions   |
|--------------------------|---|--|
| La consommation est de   | $20 \times 4200 = 84000 \text{ mm} = 84 \text{ m.}$                       | $33 \times 4200 = 138600 \text{ mm} = 138,6 \text{ m.}$                      |
| Donc :                   | $7492 / 84 = 89,19 \text{ heures.}$<br>$89,19 / 16 = 5,57 \text{ jours.}$ | $7492 / 138,6 = 54,05 \text{ heures.}$<br>$54,05 / 16 = 3,37 \text{ jours.}$ |
| Le nombre de déplacement | <b>Une fois chaque 6 jours.</b>   | <b>Une fois chaque 4 jours.</b>  |

• **Stock MP → Ligne 06**

Le flux consiste à transférer la bobine du stock de la MP vers la ligne 06.

Comme nous l'avons déjà mentionné cette ligne à une capacité de 4600 boîtes / heure, elle produit uniquement les boîtes de 16 et 24 et 32(H54 ; H59) portions.

Les dimensions de la bande de 32 portions sont :

- H 54 : L = 345 mm, l = 54 mm.
- H 59 : L = 345 mm, l = 59 mm.

|                           | Boîte de 16 portions   | Boîte de 24 portions.  | Boîte de 32 portions (H54)   | Boîte de 32 portions (H59)   |
|---------------------------|--|--|--|--|
| La consommation par heure | $33 \times 4600 = 151800 \text{ mm} = 151,8 \text{ m.}$                      | $46 \times 4600 = 211600 \text{ mm} = 211,6 \text{ m.}$                    | $54 \times 4600 = 248400 \text{ mm} = 248,4 \text{ m.}$                    | $59 \times 4600 = 271400 \text{ mm} = 271,4 \text{ m.}$                  |
| Donc                      | $7492 / 151,8 = 49,35 \text{ heures.}$<br>$49,35 / 16 = 3,08 \text{ jours.}$ | $7492 / 211,6 = 35,4 \text{ heures.}$<br>$35,4 / 16 = 2,21 \text{ jours.}$ | $7492 / 248,4 = 30,16 \text{ heures.}$<br>$30,16 / 16 = 1,8 \text{ jour.}$ | $7492 / 271,4 = 27,6 \text{ heures.}$<br>$27,6 / 16 = 1,7 \text{ jour.}$ |
| Le nombre de déplacement  | <b>Une fois chaque 4 jours.</b>  | <b>Une fois chaque 3 jours.</b>  | <b>Une fois chaque 2 jours.</b>  | <b>Une fois chaque 2 jours.</b>  |

- **Stock MP ➡ Ligne 08**

Le flux consiste à transférer la bobine du stock de la MP vers la ligne 08.

Comme nous l'avons déjà mentionné cette ligne à une capacité de 5300 boîtes / heure, elle produit les boîtes de 8 et 16 et 24 et 32(H54 ; H59) portions.

Puisqu'il existe une ligne désignée pour les boîtes de 8 portions et une autre pour 16 portions, cette ligne n'est utilisée que pour les boîtes de 24 et 32 portions.

Les dimensions de la bande relatives aux deux portions ont été mentionnées précédemment.

|                          | Boîte de 24 portions  | Boîte de 32 portions (H54)  | Boîte de 32 portions (H59)  |
|--------------------------|---|---|---|
| Par heure il consomme de | $46 \times 5300 = 243800$<br>mm = 243,8 m.                        | $54 \times 5300 = 286200$<br>mm = 286,2 m.                        | $59 \times 5300 = 312700$<br>mm = 312,7 m.                        |
| Donc                     | $7492 / 243,8 = 30,73$<br>heures.<br>$30,73 / 16 = 1,92$<br>jour. | $7492 / 286,2 = 26,17$<br>heures.<br>$26,17 / 16 = 1,63$<br>jour. | $7492 / 312,7 = 23,95$<br>heures.<br>$23,95 / 16 = 1,49$<br>jour. |
| Le nombre de déplacement | <b>Une fois chaque 2 jours.</b>                                   | <b>Une fois chaque 2 jours.</b>                                   | <b>Une fois chaque 2 jours.</b>                                   |

- **Sous-stock ➡ Ligne 01**

Sachant que le sous-stock ne contient que des cartons de disques.

Lorsque nous parlons d'une boîte, nous entendons le disque supérieur et le disque inférieur, nous avons donc besoin de deux cartons.

Un carton contient 45828 disques.

En 16 heures :

$$3600 \times 16 = 57600 \text{ boîtes.}$$

$$57600 / 45828 = 1.2 \text{ cartons.}$$

Donc nous avons besoin 4 cartons (2 pour les disques supérieur et 2 pour les disques inférieur).

D'où le nombre de déplacement en 16 heures et de **4 déplacements.**

- **Sous-stock ➡ Ligne 03**

La capacité de la ligne 03 est de 3600 boîte/heure, la même que la ligne 01, alors les résultats sont les mêmes.

**4 déplacements** en 16 heures.

- **Sous-stock ➡ Ligne 04**

En 16 heures

$$5200 \times 16 = 83200 \text{ boites.}$$

$$83200 / 45828 = 1.8 \text{ cartons.}$$

Donc nous avons besoin 4 cartons (2 pour les disques supérieur et 2 pour les disques inférieur).

D'où le nombre de déplacement en 16 heures et de **4 déplacements**

- **Sous-stock ➡ Lignes 05 et 07**

En 16 heures :

$$4200 \times 16 = 67200 \text{ boites.}$$

$$67200 / 45828 = 1.4 \text{ cartons.}$$

Donc nous avons besoin 4 cartons (2 pour les disques supérieur et 2 pour les disques inférieur).

D'où le nombre de déplacement en 16 heures et de **4 déplacements.**

- **Sous-stock ➡ Ligne 06**

En 16 heures :

$$4600 \times 16 = 73600 \text{ boites.}$$

$$73600 / 45828 = 1.6 \text{ cartons.}$$

Donc nous avons besoin 4 cartons (2 pour les disques supérieur et 2 pour les disques inférieur).

D'où le nombre de déplacement en 16 heures et de **4 déplacements.**

- **Sous-stock ➡ Ligne 08**

En 16 heures :

$$5300 \times 16 = 84800 \text{ boites.}$$

$$84800 / 45828 = 1.8 \text{ cartons.}$$

Donc nous avons besoin 4 cartons (2 pour les disques supérieur et 2 pour les disques inférieur).

D'où le nombre de déplacement en 16 heures et de **4 déplacements.**

- **Les 08 Lignes ➡ Compacteuse**

Dans chaque ligne, après la fin des travaux, chaque groupe récupère les excédents et les transfère à la Compacteuse.

En 16 heures il y a 2 groupes.

D'où le nombre de déplacement en 16 heures pour chaque ligne est de **2 déplacements**.

- **Découpeuse (feuilles) ➡ Autoplatine**

La capacité de l'autoplatine est de 4000 feuilles/min.

Le flux entre la découpeuse et l'autoplatine est déterminé par le transfert des palettes.

Sachant que chaque palette comprend 3400 feuilles.

**Note :** une palette de 1700 feuilles est consommée par la découpeuse qui la découpe ensuite en deux parties. De là, 3400 feuilles de papier sont récupérées. Pour passer directement à l'opération suivante.

Donc, la consommation de 3400 feuilles dans l'autoplatine prend 0,85 min.

En 16 heures :

$$\frac{16 \times 60}{0.85} = 1129,4 \text{ déplacements.}$$

D'où, le nombre de déplacement en 16 heures est de **1130 déplacements**.

- **Autoplatine ➡ Compacteuse**

Pour le flux entre l'autoplatine et la Compacteuse est le même que le flux entre les 8 lignes et la Compacteuse.

D'où le nombre de déplacement en 16 heures est de **2 déplacements**.

- **Découpeuse (feuilles) ➡ L'impression**

La capacité de l'impression est de 7000 feuilles / heure.

Le flux entre la découpeuse (feuilles) et l'impression est déterminé par le transfert des palettes. Sachant que chaque palette comprend 3400 feuilles.

La consommation de 3400 feuilles dans l'impression prend 29,14 min.

En 16 heures :

$$\frac{16 \times 60}{29.14} = 32,94 \text{ déplacements.}$$

D'où, le nombre de déplacement en 16 heures est de **33 déplacements**.

- **L'impression ➡ Machine pliante**

La capacité de la machine pliante est de 100 000 boites / heure.

Le flux entre l'impression et la machine pliante est déterminé par le transfert des palettes. Sachant que chaque palette comprend 7000 feuilles (boites).

La consommation de 7000 feuilles dans la machine pliante prend 4,2 min.

En 16 heures :

$$\frac{16 \times 60}{4.2} = 228,57 \text{ déplacements.}$$

D'où, le nombre de déplacement en 16 heures est de **229 déplacements**.

- **Ligne 01** **➡** **Stock MP**

Le flux consiste à transférer les cartons des produits finis de la ligne 01 vers le stock de la MP.

Sachant que cette ligne à une capacité de 3600 boites / heure, et produit uniquement les boites de 16 portions.

Les cartons des produits finis sont transportés dans une palette, chaque palette comprend 8 cartons. On prend en considération qu'un carton comprend 560 boites.

Donc :

$$560 \times 8 = 4480 \text{ boites.}$$

Afin de produire 4480 boites, cette ligne prend 74,6 min.

En 16 heures :

$$\frac{16 \times 60}{74.6} = 12,8 \text{ déplacements.}$$

D'où, le nombre de déplacement en 16 heures est de **13 déplacements**.

- **Ligne 03** **➡** **Stock MP**

Le flux consiste à transférer les cartons des produits finis de la ligne 03 vers le stock MP.

Sachant que cette ligne à une capacité de 3600 boites / heure, et produit uniquement les boites de 8 portions.

Les cartons des produits finis sont transportés dans une palette, chaque palette comprend 8 cartons. On prend en considération qu'un carton comprend 945 boites.

Donc :

$$945 \times 8 = 7560 \text{ boites.}$$

Afin de produire 7560 boites, cette ligne prend 126 min.

En 16 heures :

$$\frac{16 \times 60}{126} = 7,6 \text{ déplacements.}$$

D'où, le nombre de déplacement en 16 heures est de **8 déplacements**.

- **Ligne 04** **➡** **Stock MP**

Le flux consiste à transférer les cartons des produits finis de la ligne 04 vers le stock MP.

Sachant que cette ligne à une capacité de 5200 boites / heure, et produit uniquement les boites de 16 et 24 portions.

Les cartons des produits finis sont transportés dans une palette, chaque palette comprend 8 cartons.

|  | Boites de 16 portions              | Boites de 24 portions              |
|--|------------------------------------|------------------------------------|
| Nombre de boites dans un carton              | 560 boites.                        | 420 boites.                        |
| Donc   | $560 \times 8 = 4480$ cartons.     | $420 \times 8 = 3360$ boites.      |
| Le temps nécessaire pour produire les boites | 51,6 min.                          | 38,7 min.                          |
| En 16 heures                                 | $\frac{16 \times 60}{51.6} = 18,6$ | $\frac{16 \times 60}{38.7} = 24,8$ |
|  | déplacements.                      | déplacements                       |
| Le nombre de déplacement en 16 heures        | <b>19 déplacements.</b>            | <b>25 déplacements.</b>            |

• **Ligne 05 et 07 → Stock MP**

Le flux consiste à transférer les cartons des produits finis dès les lignes 05 et 07 vers le stock MP.

Sachant que ces deux lignes à une capacité de 4200 boites / heure, et produit uniquement les boites de 8 et 16 portions.

Les cartons des produits finis sont transportés dans une palette, chaque palette comprend 8 cartons.

|  | Boites de 8 portions             | Boites de 16 portions          |
|--|----------------------------------|--------------------------------|
| Nombre de boites dans un carton              | 945 boites.                      | 560 boites.                    |
| Donc   | $945 \times 8 = 7560$ cartons.   | $560 \times 8 = 4480$ boites.  |
| Le temps nécessaire pour produire les boites | 108 min.                         | 64 min.                        |
| En 16 heures                                 | $\frac{16 \times 60}{108} = 8,8$ | $\frac{16 \times 60}{64} = 15$ |
|  | déplacements.                    | déplacements                   |
| Le nombre de déplacement en 16 heures        | <b>9 déplacements.</b>           | <b>15 déplacements.</b>        |

• **Ligne 06** **→** **Stock MP**

Le flux consiste à transférer les cartons des produits finis de la ligne 06 vers le stock MP.

Sachant que cette ligne à une capacité de 4600 boites / heure, et produit les boites de 16 et 24 et 32 portions.

Les cartons des produits finis sont transportés dans une palette, chaque palette comprend 8 cartons.

|  | Boites de 16 portions                            | Boites de 24 portions                            | Boites de 32 portions                            |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  | H 54   | H 59   |
| Nombre de boites dans un carton              | 560 boites.                                      | 420 boites.                                      | 350 boites.                                      | 315 boites.                                      |
| Donc   | $560 \times 8 = 4480$ cartons.                   | $420 \times 8 = 3360$ boites.                    | $350 \times 8 = 2800$ boites.                    | $315 \times 8 = 2520$ boites.                    |
| Le temps nécessaire pour produire les boites | 58,4 min.  | 43,8 min.  | 36,5 min.  | 32,8 min.  |
| En 16 heures                                 | $\frac{16 \times 60}{58.4} = 16,4$ déplacements. | $\frac{16 \times 60}{43.8} = 21,9$ déplacements. | $\frac{16 \times 60}{36.5} = 26,3$ déplacements. | $\frac{16 \times 60}{32.8} = 29,2$ déplacements. |
| Le nombre de déplacement en 16 heures        | <b>17 déplacements.</b>                          | <b>22 déplacements.</b>                          | <b>27 déplacements.</b>                          | <b>30 déplacements.</b>                          |

• **Ligne 08** **→** **Stock MP**

Le flux consiste à transférer les cartons des produits finis de la ligne 06 vers le stock MP.

Sachant que cette ligne à une capacité de 5300 boites / heure, et produit les boites de 8 et 16 et 24 et 32 portions.

Puisqu'il existe une ligne désignée pour les boites de 8 portions et une autre pour 16 portions, cette ligne n'est utilisée que pour les boites de 24 et 32 portions.

Les cartons des produits finis sont transportés dans une palette, chaque palette comprend 8 cartons.

|  | Boites de 24 portions                              | Boite de 32portions                                |  |
|--|--|--|--|
|  |  | H 54   | H 59   |
| Nombre de boites dans un carton.             | 420 boites.  | 350 boites.  | 315 boites.  |
| Donc   | $420 \times 8 = 3360$ boites.                      | $350 \times 8 = 2800$ boites.                      | $315 \times 8 = 2520$ boites.                      |
| Le temps nécessaire pour produire les boites | 38,03 min.   | 31,69 min.   | 28,52 min.   |
| En 16 heures                                 | $\frac{16 \times 60}{38.03} = 25,24$ déplacements. | $\frac{16 \times 60}{31.69} = 30,29$ déplacements. | $\frac{16 \times 60}{28.52} = 33,66$ déplacements. |
| Le nombre de déplacement en 16 heures        | <b>26 déplacements.</b>                            | <b>31 déplacements.</b>                            | <b>34 déplacements.</b>                            |

- **Les matrices des flux pour la disposition actuelle**

L'analyse de la configuration actuelle des opérations d'EcoPack nécessite l'utilisation de matrices de flux. Ces matrices permettent d'illustrer de manière méthodique le flux de matériaux, d'informations et d'activités dans la structure actuelle de l'entreprise. En analysant ces matrices, EcoPack a la possibilité d'approfondir sa compréhension de l'efficacité du déplacement des ressources dans différentes zones de l'installation, de repérer les obstacles ou les faiblesses potentielles, et de développer des stratégies d'amélioration pour optimiser la disposition afin d'améliorer la productivité et le flux de travail.

⇒ **Matrice « de\_à » :**

La matrice de\_à représente le flux d'un département à l'autre.

|            | <i>smp</i> | <i>ss</i> | <i>dc1</i> | <i>dc2</i> | <i>ap</i> | <i>dcp</i> | <i>di</i> | <i>cmp</i> | <i>mp</i> | <i>df</i> | <i>imp</i> | <i>l1</i> | <i>l3</i> | <i>l4</i> | <i>l5</i> | <i>l6</i> | <i>l7</i> | <i>l8</i> |
|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>smp</i> | 0          | 0         | 22         | 22         | 0         | 3          | 9         | 0          | 0         | 38        | 0          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <i>ss</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         |
| <i>dc1</i> | 0          | 32        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 19         | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>dc2</i> | 0          | 32        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 19         | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>ap</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>dcp</i> | 0          | 6         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>di</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>cmp</i> | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>mp</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>df</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 1130      | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 33         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>imp</i> | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 299       | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l1</i>  | 13         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l3</i>  | 8          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l4</i>  | 22         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l5</i>  | 12         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l6</i>  | 24         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l7</i>  | 12         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l8</i>  | 31         | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |

⇒ **Matrice « entre » :**

La matrice entre représente le flux entre deux départements. Par exemple, le flux entre les départements A et B est la somme du flux allant du département A vers le département B et du flux allant du département B vers le département A."

|            |            |           |            |            |           |            |           |            |           |           |            |           |           |           |           |           |           |           |
|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | <i>smp</i> | <i>ss</i> | <i>dc1</i> | <i>dc2</i> | <i>ap</i> | <i>dcp</i> | <i>di</i> | <i>cmp</i> | <i>mp</i> | <i>df</i> | <i>imp</i> | <i>l1</i> | <i>l3</i> | <i>l4</i> | <i>l5</i> | <i>l6</i> | <i>l7</i> | <i>l8</i> |
| <i>smp</i> | 0          | 0         | 22         | 22         | 0         | 3          | 9         | 0          | 0         | 38        | 0          | 14        | 9         | 23        | 13        | 25        | 13        | 32        |
| <i>ss</i>  | 0          | 0         | 32         | 32         | 0         | 6          | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         |
| <i>dc1</i> | 22         | 32        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 19         | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>dc2</i> | 22         | 32        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 19         | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>ap</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 1130      | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>dcp</i> | 3          | 6         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>di</i>  | 9          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>cmp</i> | 0          | 0         | 19         | 19         | 2         | 2          | 2         | 0          | 0         | 0         | 0          | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         |
| <i>mp</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 299        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>df</i>  | 38         | 0         | 0          | 0          | 1130      | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 33         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>imp</i> | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 299       | 33        | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l1</i>  | 14         | 4         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l3</i>  | 9          | 4         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l4</i>  | 23         | 4         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l5</i>  | 13         | 4         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l6</i>  | 25         | 4         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l7</i>  | 13         | 4         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l8</i>  | 32         | 4         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 2          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |

### III.2.4.1.2 Calcul des distances

La détermination des distances est une étape essentielle pour définir la matrice de distance pour l'organisation actuelle d'EcoPack. Cela nécessite d'évaluer les distances physiques entre divers points essentiels de l'installation, comme les postes de travail, les espaces de stockage et les voies de transport. En mesurant précisément ces distances, EcoPack peut définir une matrice de distance globale qui évalue la proximité ou l'accessibilité entre divers endroits. Toutes les distances ci-dessous sont calculées en utilisant la distance euclidienne.

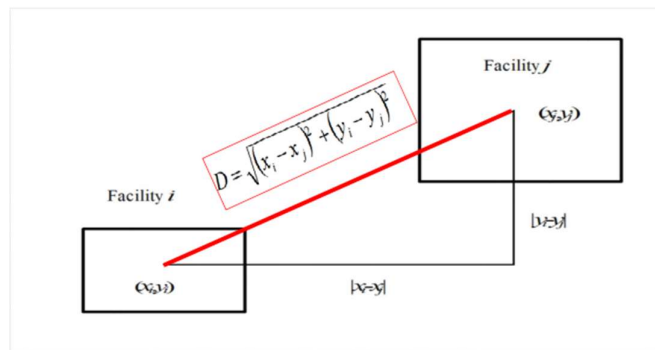


Figure III.13: Distance euclidienne.

- **La matrice des distances pour la disposition actuelle**

|            |            |           |            |            |           |            |           |            |           |           |            |           |           |           |           |           |           |           |
|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | <i>smp</i> | <i>ss</i> | <i>dc1</i> | <i>dc2</i> | <i>ap</i> | <i>dcp</i> | <i>di</i> | <i>cmp</i> | <i>mp</i> | <i>df</i> | <i>imp</i> | <i>l1</i> | <i>l3</i> | <i>l4</i> | <i>l5</i> | <i>l6</i> | <i>l7</i> | <i>l8</i> |
| <i>smp</i> | 0          | –         | 6.64       | 2          | –         | 23.19      | 28.34     | –          | –         | 12.79     | –          | 9.6       | 30.04     | 1.97      | 14.3      | 22.87     | 18.74     | 25.04     |
| <i>ss</i>  | –          | 0         | 4.08       | 9.33       | –         | 7.36       | –         | –          | –         | –         | –          | 2.63      | 6.33      | 5.34      | 2.56      | 5.8       | 2.56      | 5.2       |
| <i>dc1</i> | 6.64       | 4.08      | 0          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>dc2</i> | 2          | 9.33      | –          | 0          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>ap</i>  | –          | –         | –          | –          | 0         | –          | –         | –          | –         | 16.32     | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>dcp</i> | 23.19      | 7.36      | –          | –          | –         | 0          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>di</i>  | 28.34      | –         | –          | –          | –         | –          | 0         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>cmp</i> | –          | –         | –          | –          | –         | –          | –         | 0          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>mp</i>  | –          | –         | –          | –          | –         | –          | –         | –          | 0         | –         | 23.2       | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>df</i>  | 12.79      | –         | –          | –          | 16.32     | –          | –         | –          | –         | 0         | 1.43       | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>imp</i> | –          | –         | –          | –          | –         | –          | –         | –          | 23.2      | 1.43      | 0          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l1</i>  | 9.6        | 2.63      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | 0         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l3</i>  | 30.04      | 6.33      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | 0         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l4</i>  | 1.97       | 5.34      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | 0         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l5</i>  | 14.31      | 2.56      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | 0         | –         | –         | –         |
| <i>l6</i>  | 22.87      | 5.8       | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | 0         | –         | –         |
| <i>l7</i>  | 18.74      | 2.56      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | 0         | –         |
| <i>l8</i>  | 25.04      | 5.2       | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | 0         |

La détermination des distances est une étape essentielle pour définir la matrice de distance pour l'organisation actuelle d'EcoPack. Cela nécessite d'évaluer les distances physiques entre divers points essentiels de l'installation, comme les postes de travail, les espaces de stockage et les voies de transport. En mesurant précisément ces distances, EcoPack peut définir une matrice de distance globale qui évalue la proximité ou l'accessibilité entre divers endroits.

### III.2.5 Définition des relations entre les différents départements de l'entreprise

Relationship chart nous a permis d'identifier facilement les relations entre les différents départements et de comprendre comment ils interagissent les uns avec les autres.

À partir de là, nous pouvons identifier les points forts et les faiblesses, ainsi que les liens clés et les opportunités potentielles.

Les relations entre les différents départements de l'entreprise Ecopack, sont présentées dans le diagramme suivant :

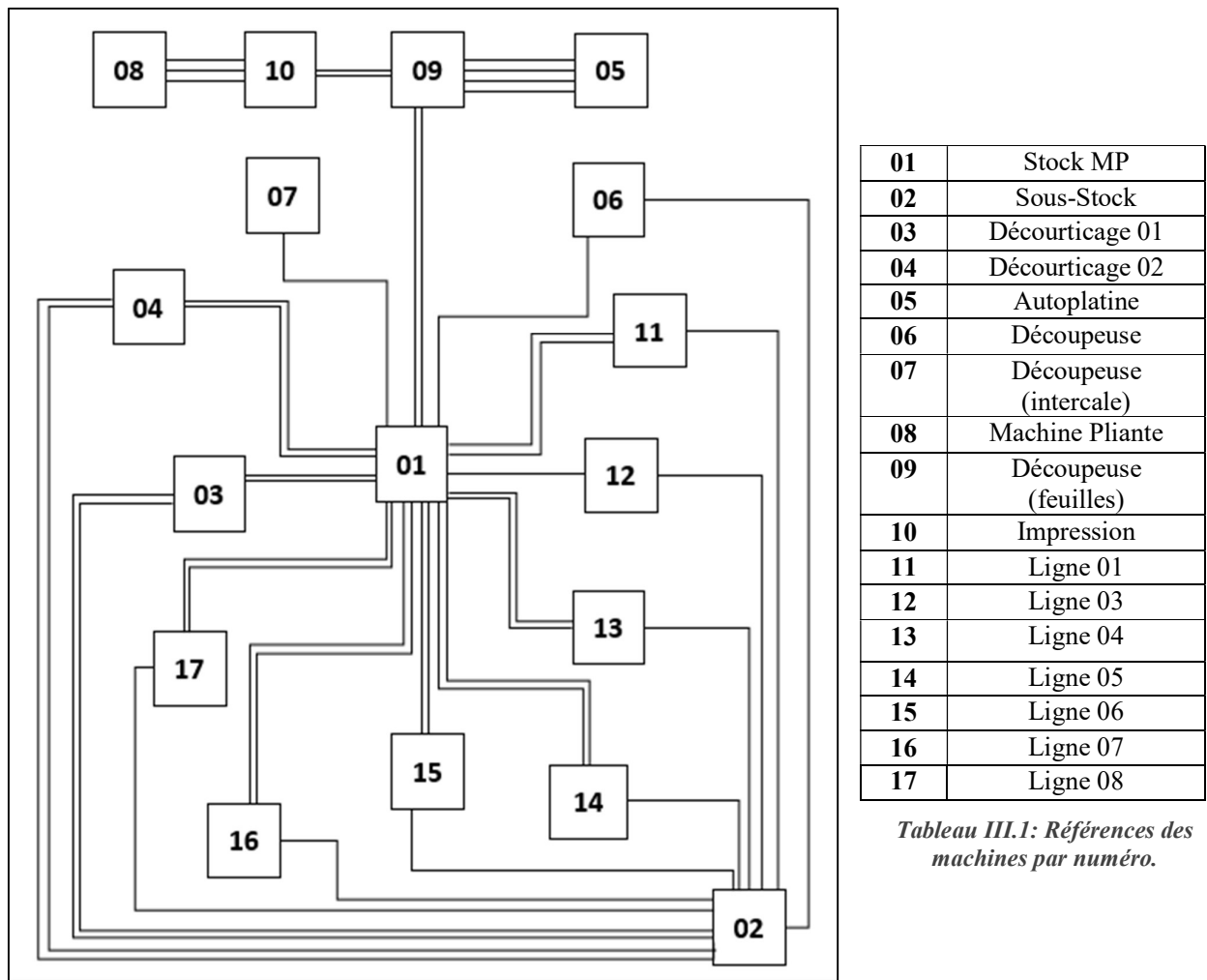
| Lettre | Description                | Symbole | Flux concerné (Quantité) |
|--------|----------------------------|---------|--------------------------|
| A      | Absolument important       | =====   | 1130                     |
| E      | Particulièrement important | =====   | 299                      |
| I      | Important                  | =====   | [13 ; 38]                |
| O      | Ordinaire                  | -----   | [2 ; 9]                  |
| U      | Sans importante            | -----   | 0                        |
| X      | Indésirable                |         | /                        |

Tableau III.2: Codes utilisées pour l'ARC.

L'utilisation des codes présentés dans le tableau III-2 nous donne alors :

|            |           |           |            |            |           |            |           |            |           |           |            |           |           |           |           |           |           |           |
|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | <i>sm</i> | <i>ss</i> | <i>dc1</i> | <i>dc2</i> | <i>ap</i> | <i>dcp</i> | <i>di</i> | <i>cmp</i> | <i>mp</i> | <i>df</i> | <i>imp</i> | <i>l1</i> | <i>l3</i> | <i>l4</i> | <i>l5</i> | <i>l6</i> | <i>l7</i> | <i>l8</i> |
| <i>sm</i>  | <b>0</b>  | U         | I          | I          | U         | O          | O         | U          | U         | I         | U          | I         | O         | I         | I         | I         | I         | I         |
| <i>ss</i>  | U         | <b>0</b>  | I          | I          | U         | O          | U         | U          | U         | U         | U          | O         | O         | O         | O         | O         | O         | O         |
| <i>dc1</i> | I         | I         | <b>0</b>   | U          | U         | U          | U         | I          | U         | U         | U          | U         | U         | U         | U         | U         | U         | U         |
| <i>dc2</i> | I         | I         | U          | <b>0</b>   | U         | U          | U         | I          | U         | U         | U          | U         | U         | U         | U         | U         | U         | U         |
| <i>ap</i>  | U         | U         | U          | U          | <b>0</b>  | U          | U         | O          | U         | A         | U          | U         | U         | U         | U         | U         | U         | U         |
| <i>dcp</i> | O         | O         | U          | U          | U         | <b>0</b>   | U         | O          | U         | U         | U          | U         | U         | U         | U         | U         | U         | U         |
| <i>di</i>  | O         | U         | U          | U          | U         | U          | <b>0</b>  | O          | U         | U         | U          | U         | U         | U         | U         | U         | U         | U         |
| <i>cmp</i> | U         | U         | I          | I          | O         | O          | O         | <b>0</b>   | U         | U         | U          | O         | O         | O         | O         | O         | O         | O         |
| <i>mp</i>  | U         | U         | U          | U          | U         | U          | U         | U          | <b>0</b>  | U         | E          | U         | U         | U         | U         | U         | U         | U         |
| <i>df</i>  | I         | U         | U          | U          | A         | U          | U         | U          | U         | <b>0</b>  | I          | U         | U         | U         | U         | U         | U         | U         |
| <i>imp</i> | U         | U         | U          | U          | U         | U          | U         | U          | U         | E         | I          | <b>0</b>  | U         | U         | U         | U         | U         | U         |
| <i>l1</i>  | I         | O         | U          | U          | U         | U          | U         | O          | U         | U         | U          | <b>0</b>  | U         | U         | U         | U         | U         | U         |
| <i>l3</i>  | O         | O         | U          | U          | U         | U          | U         | O          | U         | U         | U          | U         | <b>0</b>  | U         | U         | U         | U         | U         |
| <i>l4</i>  | I         | O         | U          | U          | U         | U          | U         | O          | U         | U         | U          | U         | U         | <b>0</b>  | U         | U         | U         | U         |
| <i>l5</i>  | I         | O         | U          | U          | U         | U          | U         | O          | U         | U         | U          | U         | U         | U         | <b>0</b>  | U         | U         | U         |
| <i>l6</i>  | I         | O         | U          | U          | U         | U          | U         | O          | U         | U         | U          | U         | U         | U         | U         | <b>0</b>  | U         | U         |
| <i>l7</i>  | I         | O         | U          | U          | U         | U          | U         | O          | U         | U         | U          | U         | U         | U         | U         | U         | <b>0</b>  | U         |
| <i>l8</i>  | I         | O         | U          | U          | U         | U          | U         | O          | U         | U         | U          | U         | U         | U         | U         | U         | U         | <b>0</b>  |





*Tableau III.1: Références des machines par numéro.*

*Figure III.15: Diagramme de relation d'activité (Relationship Diagram)*

Nous avons obtenu le diagramme de relations en analysant les zones d'activités de l'établissement et en évaluant leur proximité idéale, sur la base des résultats présentés dans le tableau relationnel.

### III.2.5.2 Diagramme des relations spatiales

L'objectif du diagramme de relations spatiales est de prendre en compte les contraintes spatiales dans le diagramme de relations, car il s'agit des modèles d'espace nécessaires au département (un modèle plus naturel). Cela facilite la compréhension de la configuration physique des éléments. [16]

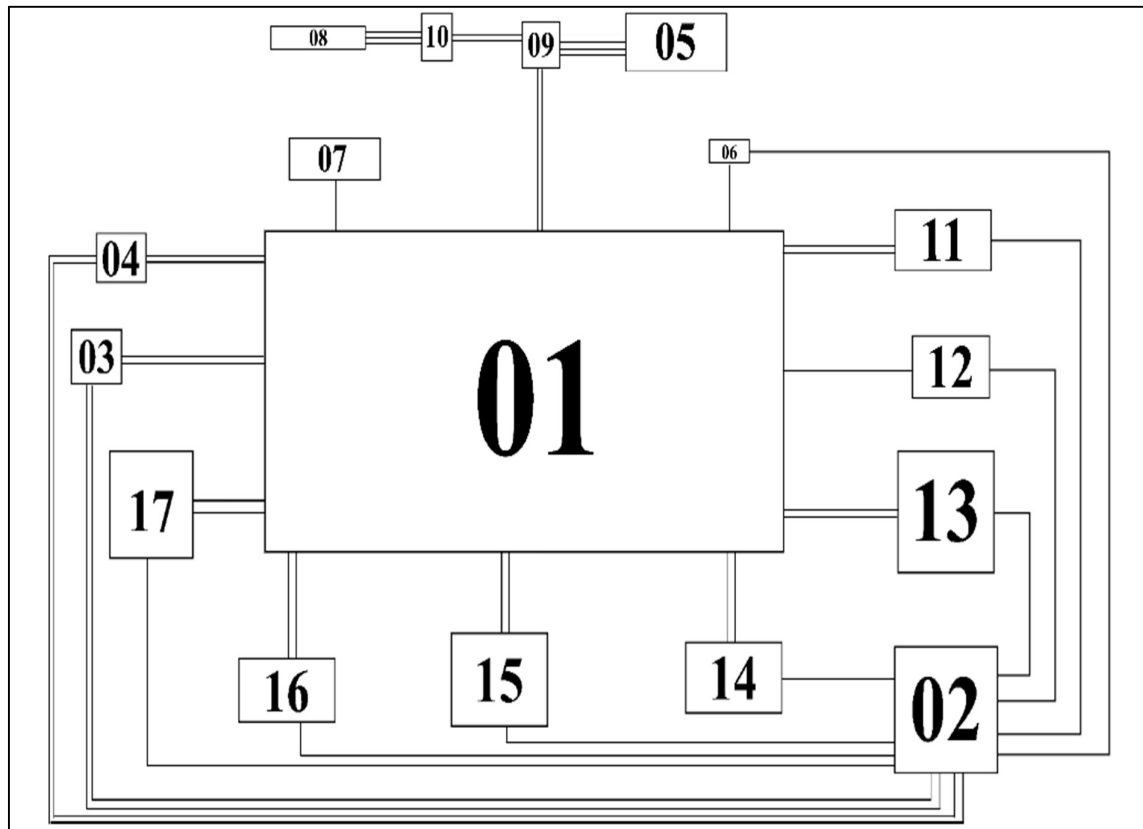


Figure III.16: Diagramme des relations spatiales (Space Relationship chart)

### III.2.6 Critères d'évaluation de l'aménagement actuel

Dans cette section, nous approfondirons les critères utilisés pour évaluer l'efficacité et l'efficacité de la disposition actuelle d'EcoPack. L'évaluation de la disposition des éléments opérationnels au sein de l'entreprise est cruciale pour identifier les forces, les faiblesses et les domaines à améliorer. En établissant des critères d'évaluation clairs, EcoPack peut analyser systématiquement divers aspects de son agencement, tels que l'optimisation du flux de travail, l'utilisation des ressources, l'efficacité spatiale et les considérations ergonomiques. Ce processus d'évaluation complet fournira des informations précieuses sur les performances de l'aménagement actuel et guidera la prise de décision vers l'amélioration de la productivité et de l'efficacité opérationnelle.

Pour ce fait nous essayons de minimiser la fonction objective présentée dans la formule suivante :

$$\sum_i \sum_j c_{ij} f_{ij} d_{ij}$$

D'où :

- $c_{ij}$  Le coût de déplacement d'une unité de charge de matériau sur une distance unitaire entre les départements i et j.
- $f_{ij}$  Ce critère évalue l'efficacité de la disposition en évaluant la fréquence de déplacement des matériaux ou des produits entre les différents départements. Un aménagement efficace devrait réduire au minimum le nombre de charges ou de déplacements requis, ce qui peut entraîner une diminution des dépenses liées à la main-d'œuvre, au temps et aux ressources. Il est également possible d'améliorer la productivité et de réduire les délais en diminuant le nombre de trajets entre les départements. Il s'agit d'un élément essentiel pour améliorer les processus de production et de distribution.
- $d_{ij}$  La distance entre les départements i et j. Cette mesure évalue la distance physique entre les départements spécifiques dans l'aménagement, ce qui peut avoir un impact sur le temps de déplacement, la facilité de circulation, et d'autres aspects de l'efficacité opérationnelle. Dans certains cas, l'objectif de la conception d'un aménagement est de minimiser la distance entre les départements pertinents afin de réduire les coûts de déplacement des matériaux, d'améliorer l'efficacité de la production ou de faciliter la communication et la coordination entre les départements.

### III.2.6.1 Produits des matrices Flux×Distances

Étant donné que nous avons déjà déterminé les matrices de flux et de distances dans les sections précédentes, nous pouvons maintenant passer au calcul du produit de ces matrices ( $c_{ij} \times f_{ij} \times d_{ij}$ ). Le coefficient  $C_i$  représente le coût de déplacement, où chaque mètre parcouru est équivalent à une unité.

Après calcul nous obtenons la matrice suivante :

|            | <i>smp</i> | <i>ss</i> | <i>dc1</i> | <i>dc2</i> | <i>ap</i> | <i>dcp</i> | <i>di</i> | <i>cmp</i> | <i>mp</i> | <i>df</i> | <i>imp</i> | <i>l1</i> | <i>l3</i> | <i>l4</i> | <i>l5</i> | <i>l6</i> | <i>l7</i> | <i>l8</i> |
|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>smp</i> | 3253.48    | 911.67    | 0          | 0          | 620.16    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 54.34      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>ss</i>  | 882.71     | 587.6     | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>dc1</i> | 0          | 0         | 276.64     | 342.56     | 0         | 745.7      | 623.48    | 0          | 0         | 281.38    | 0          | 295.36    | 863.44    | 214.22    | 396.52    | 688.74    | 494.2     | 717.28    |
| <i>dc2</i> | 0          | 0         | 276.64     | 342.56     | 0         | 745.7      | 623.48    | 0          | 0         | 281.38    | 0          | 295.36    | 863.44    | 214.22    | 396.52    | 688.74    | 494.2     | 717.28    |
| <i>ap</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>dcp</i> | 0          | 0         | 40.32      | 52.65      | 0         | 106.37     | 85.02     | 0          | 0         | 38.37     | 0          | 41.95     | 121.77    | 32.61     | 55.7      | 97.61     | 69.02     | 101.12    |
| <i>di</i>  | 0          | 0         | 59.76      | 18         | 0         | 208.71     | 255.06    | 0          | 0         | 115.11    | 0          | 86.4      | 270.36    | 17.73     | 128.7     | 205.83    | 168.66    | 225.36    |
| <i>cmp</i> | 503.72     | 316.94    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 32.64     | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>mp</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 6936.8    | 427.57    | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>df</i>  | 0          | 0         | 252.32     | 76         | 0         | 881.22     | 1076.92   | 0          | 765.6     | 18974.8   | 0          | 364.8     | 1141.52   | 74.86     | 543.4     | 869.06    | 712.12    | 951.52    |
| <i>imp</i> | 422.07     | 0         | 0          | 0          | 538.56    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 6983.99    | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l1</i>  | 0          | 0         | 109.28     | 65.32      | 0         | 354.1      | 396.76    | 0          | 0         | 179.06    | 0          | 144.92    | 445.88    | 48.94     | 210.44    | 343.38    | 272.6     | 371.36    |
| <i>l3</i>  | 0          | 0         | 76.08      | 55.32      | 0         | 238.15     | 255.06    | 0          | 0         | 115.11    | 0          | 96.92     | 295.68    | 39.09     | 138.94    | 229.03    | 178.9     | 246.16    |
| <i>l4</i>  | 0          | 0         | 169.04     | 83.32      | 0         | 562.81     | 651.82    | 0          | 0         | 294.17    | 0          | 231.32    | 716.24    | 66.67     | 339.14    | 549.21    | 441.26    | 596.72    |
| <i>l5</i>  | 0          | 0         | 102.64     | 63.32      | 0         | 330.91     | 368.42    | 0          | 0         | 166.27    | 0          | 135.32    | 415.84    | 46.97     | 196.14    | 320.51    | 253.86    | 346.32    |
| <i>l6</i>  | 0          | 0         | 182.32     | 87.32      | 0         | 609.19     | 708.5     | 0          | 0         | 319.75    | 0          | 250.52    | 776.32    | 70.61     | 367.74    | 594.95    | 478.74    | 646.8     |
| <i>l7</i>  | 0          | 0         | 102.64     | 63.32      | 0         | 330.91     | 368.42    | 0          | 0         | 166.27    | 0          | 135.32    | 415.84    | 46.97     | 196.14    | 320.51    | 253.86    | 346.32    |
| <i>l8</i>  | 0          | 0         | 228.8      | 101.32     | 0         | 771.52     | 906.88    | 0          | 0         | 409.28    | 0          | 317.72    | 986.6     | 84.4      | 467.84    | 755.04    | 609.92    | 822.08    |

### III.2.6.2 Calcul de fonction objectif

Le calcul de la fonction objectif pour la disposition actuelle implique l'évaluation des coûts de déplacement entre les départements, des distances parcourues, et d'autres contraintes spatiales. L'objectif est de minimiser les coûts de déplacement des unités de charge tout en optimisant l'efficacité opérationnelle. Après calcul nous obtenons :

Tableau III.2: Calcul de fonction objectif pour la disposition actuel.

|                 | smp     | ss      | dc1     | dc2     | ap      | dcp     | di      | cmp | mp     | df      | imp     | l1      | l3      | l4     | l5      | l6      | l7      | l8      | $\Sigma X_{ij}$ |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| smp             | 3253,48 | 911,67  | 0       | 0       | 620,16  | 0       | 0       | 0   | 0      | 0       | 54,34   | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 4839,65         |
| ss              | 882,71  | 587,6   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0   | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 1470,31         |
| dc1             | 0       | 0       | 276,64  | 342,56  | 0       | 745,7   | 623,48  | 0   | 0      | 281,38  | 0       | 295,36  | 863,44  | 214,22 | 396,52  | 688,74  | 494,2   | 717,28  | 5939,52         |
| dc2             | 0       | 0       | 276,64  | 342,56  | 0       | 745,7   | 623,48  | 0   | 0      | 281,38  | 0       | 295,36  | 863,44  | 214,22 | 396,52  | 688,74  | 494,2   | 717,28  | 5939,52         |
| ap              | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0   | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0               |
| dcp             | 0       | 0       | 40,32   | 52,65   | 0       | 106,37  | 85,02   | 0   | 0      | 38,37   | 0       | 41,95   | 121,77  | 32,61  | 55,7    | 97,61   | 69,02   | 101,12  | 842,51          |
| di              | 0       | 0       | 59,76   | 18      | 0       | 208,71  | 255,06  | 0   | 0      | 115,11  | 0       | 86,4    | 270,36  | 17,73  | 128,7   | 205,83  | 168,66  | 225,36  | 1759,68         |
| cmp             | 503,72  | 316,94  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0   | 0      | 32,64   | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 853,3           |
| mp              | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0   | 6936,8 | 427,57  | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 7364,37         |
| df              | 0       | 0       | 252,32  | 76      | 0       | 881,22  | 1076,92 | 0   | 765,6  | 18974,8 | 0       | 364,8   | 1141,52 | 74,86  | 543,4   | 869,06  | 712,12  | 951,52  | 26684,15        |
| imp             | 422,07  | 0       | 0       | 0       | 538,56  | 0       | 0       | 0   | 0      | 0       | 6983,99 | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 7944,62         |
| l1              | 0       | 0       | 109,28  | 65,32   | 0       | 354,1   | 396,76  | 0   | 0      | 179,06  | 0       | 144,92  | 445,88  | 48,94  | 210,44  | 343,38  | 272,6   | 371,36  | 2942,04         |
| l3              | 0       | 0       | 76,08   | 55,32   | 0       | 238,15  | 255,06  | 0   | 0      | 115,11  | 0       | 96,92   | 295,68  | 39,09  | 138,94  | 229,03  | 178,9   | 246,16  | 1964,44         |
| l4              | 0       | 0       | 169,04  | 83,32   | 0       | 562,81  | 651,82  | 0   | 0      | 294,17  | 0       | 231,32  | 716,24  | 66,67  | 339,14  | 549,21  | 441,26  | 596,72  | 4701,72         |
| l5              | 0       | 0       | 102,64  | 63,32   | 0       | 330,91  | 368,42  | 0   | 0      | 166,27  | 0       | 135,32  | 415,84  | 46,97  | 196,14  | 320,51  | 253,86  | 346,32  | 2746,52         |
| l6              | 0       | 0       | 182,32  | 87,32   | 0       | 609,19  | 708,5   | 0   | 0      | 319,75  | 0       | 250,52  | 776,32  | 70,61  | 367,74  | 594,95  | 478,74  | 646,8   | 5092,76         |
| l7              | 0       | 0       | 102,64  | 63,32   | 0       | 330,91  | 368,42  | 0   | 0      | 166,27  | 0       | 135,32  | 415,84  | 46,97  | 196,14  | 320,51  | 253,86  | 346,32  | 2746,52         |
| l8              | 0       | 0       | 228,8   | 101,32  | 0       | 771,52  | 906,88  | 0   | 0      | 409,28  | 0       | 317,72  | 986,6   | 84,4   | 467,84  | 755,04  | 609,92  | 822,08  | 6461,4          |
| $\Sigma X_{ij}$ | 5061,98 | 1816,21 | 1876,48 | 1351,01 | 1158,72 | 5885,29 | 6319,82 | 0   | 7702,4 | 21801,2 | 7038,33 | 2395,91 | 7312,93 | 957,29 | 3437,22 | 5662,61 | 4427,34 | 6088,32 | 90293,03        |

**F1 = 90293.03**

La valeur de la fonction objective est de 90293.03. Cette valeur servira de référence pour comparer les différentes alternatives proposées et déterminer laquelle offre la meilleure optimisation de la disposition actuelle.

### III.2.7 Identification des points forts et de faiblesse

Pour améliorer la productivité d'une usine, il est essentiel d'évaluer les points forts et les faiblesses de sa conception actuelle:

- Parmi les forts potentiels de la conception de cette usine figurent :
  - ⇒ Utilisation de matériaux durables et respectueux de l'environnement pour les boîtes de fromages.
  - ⇒ Processus de fabrication efficace permettent de produire de grandes quantités de boîtes en un minimum de temps.
  - ⇒ Contrôle qualité strict pour assurer la haute qualité des boîtes de fromages en carton.
  - ⇒ La capacité de la production à s'adapter aux fluctuations de la demande du marché.
- Concernant les faiblesses on distingue:
  - ⇒ Inefficacité dans la gestion des stocks de matières premières pouvant causer des retards de production.
  - ⇒ La nécessité d'améliorer l'ergonomie de travail pour assurer la motivation des employés et prévenir les blessures.
  - ⇒ Espace de production limitée.
  - ⇒ Les risques de pannes des machines pouvant interrompre la production

## III.3 Alternatives proposées

### III.3.1 Première Alternative

Nous avons réorganisé la disposition des machines dans l'atelier de production pour améliorer le flux de travail.

Nous avons remplacé l'Autoplatine par la découpeuse des intercales dans l'atelier de production.

En conséquence, nous avons opté pour le placement de l'Autoplatine dans la zone 1, à proximité de la découpeuse des feuilles, afin de réduire la distance par rapport au flux principal.

De plus nous avons changé la disposition de l'impression de la zone 1 vers la zone 2 à côté de la machine pliante.

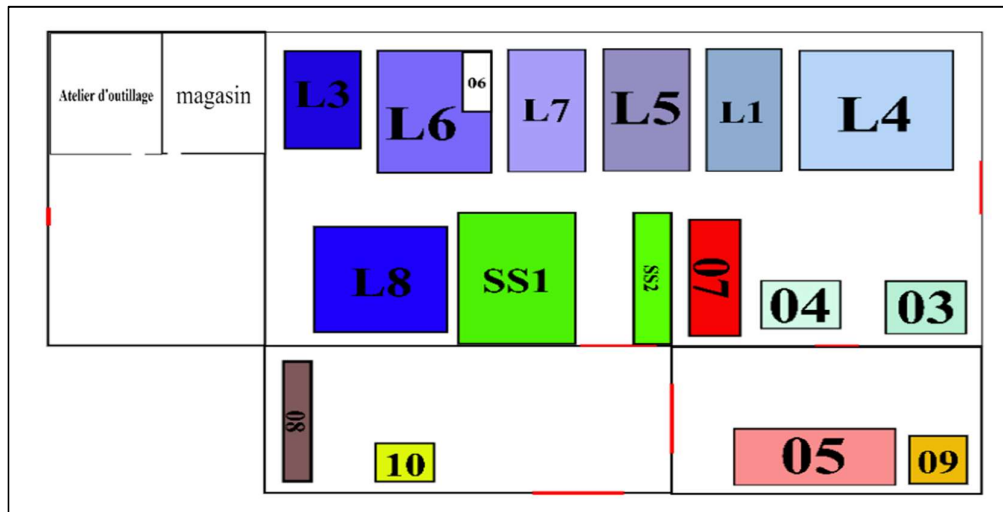


Figure III.17: Première alternative.

### III.3.2 Deuxième Alternative

Dans cette alternative, La machine pliante a été déplacée près de l'impression dans la zone de production 1.

Tandis que l'autoplatine a été placé à côté de la découpeuse de feuilles dans la même zone. Parce qu'il y a un grand flux entre eux.

Dans l'atelier de production, la découpeuse des intercales est placée à côté de la décortiqueuse à la place de l'autoplatine.

Les lignes ont ensuite été classées selon le flux de produit fini; la disposition de la ligne 8 a été modifiée pour se trouver à proximité du stock de matières premières, suivie de la ligne 6, puis les lignes 4, 1, 7 et 3. Enfin, la ligne 5 a été positionnée à côté du sous-stock.

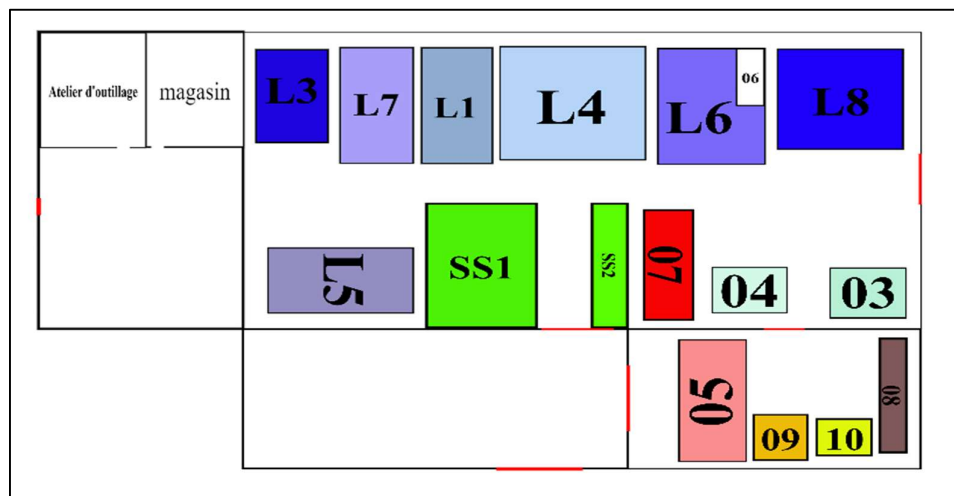


Figure III.18: Deuxième alternative.

### III.3.3 Evaluation des alternatives proposées

#### III.3.3.1 Calcul des flux et des distances

Pour les flux entre les départements, les deux alternatives que nous avons proposées présentent les mêmes schémas de flux que ceux observés dans la disposition actuelle. Cela signifie que, bien que nous ayons envisagé des changements dans la disposition des équipements, les flux entre les départements restent inchangés par rapport à la disposition actuelle. Cela peut avoir des implications sur l'efficacité opérationnelle et la circulation du matériel au sein de l'entreprise.

- **La matrice des distances de la première alternative**

|            |            |           |            |            |           |            |           |            |           |           |            |           |           |           |           |           |           |           |
|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | <i>smp</i> | <i>ss</i> | <i>dc1</i> | <i>dc2</i> | <i>ap</i> | <i>dcp</i> | <i>di</i> | <i>cmp</i> | <i>mp</i> | <i>df</i> | <i>imp</i> | <i>l1</i> | <i>l3</i> | <i>l4</i> | <i>l5</i> | <i>l6</i> | <i>l7</i> | <i>l8</i> |
| <i>smp</i> | 0          | –         | 6.64       | 2          | –         | 23.19      | 10.44     | –          | –         | 13.04     | –          | 9.6       | 30.04     | 1.97      | 14.3      | 22.87     | 18.74     | 25.04     |
| <i>ss</i>  | –          | 0         | 4.08       | 9.33       | –         | 7.36       | –         | –          | –         | –         | –          | 2.63      | 6.33      | 5.34      | 2.56      | 5.8       | 2.56      | 5.2       |
| <i>dc1</i> | 6.64       | 4.08      | 0          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>dc2</i> | 2          | 9.33      | –          | 0          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>ap</i>  | –          | –         | –          | –          | 0         | –          | –         | –          | –         | 1         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>dcp</i> | 23.19      | 7.36      | –          | –          | –         | 0          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>di</i>  | 10.44      | –         | –          | –          | –         | –          | 0         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>cmp</i> | –          | –         | –          | –          | –         | –          | –         | 0          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>mp</i>  | –          | –         | –          | –          | –         | –          | –         | –          | 0         | –         | 1          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>df</i>  | 13.04      | –         | –          | –          | 1         | –          | –         | –          | –         | 0         | 23.6       | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>imp</i> | –          | –         | –          | –          | –         | –          | –         | –          | 1         | 23.6      | 0          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l1</i>  | 9.6        | 2.63      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | 0         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l3</i>  | 30.04      | 6.33      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | 0         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l4</i>  | 1.97       | 5.34      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | 0         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l5</i>  | 14.3       | 2.56      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | 0         | –         | –         | –         |
| <i>l6</i>  | 22.87      | 5.8       | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | 0         | –         | –         |
| <i>l7</i>  | 18.74      | 2.56      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | 0         | –         |
| <i>l8</i>  | 25.04      | 5.2       | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | 0         |

• La matrice des distances pour la deuxième alternative

|            |            |           |            |            |           |            |           |            |           |           |            |           |           |           |           |           |           |           |
|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | <i>smp</i> | <i>ss</i> | <i>dc1</i> | <i>dc2</i> | <i>ap</i> | <i>dcp</i> | <i>di</i> | <i>cmp</i> | <i>mp</i> | <i>df</i> | <i>imp</i> | <i>l1</i> | <i>l3</i> | <i>l4</i> | <i>l5</i> | <i>l6</i> | <i>l7</i> | <i>l8</i> |
| <i>smp</i> | 0          | –         | 6.64       | 2          | –         | 8.48       | 10.44     | –          | –         | 12.65     | –          | 23.24     | 31.81     | 15.95     | 25.03     | 8.8       | 26.97     | 1.97      |
| <i>ss</i>  | –          | 0         | 4.08       | 9.33       | –         | 6.98       | –         | –          | –         | –         | –          | 2.63      | 6.33      | 5.34      | 2.56      | 5.8       | 2.56      | 5.2       |
| <i>dc1</i> | 6.64       | 4.08      | 0          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>dc2</i> | 2          | 9.33      | –          | 0          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>ap</i>  | –          | –         | –          | –          | 0         | –          | –         | –          | –         | 1         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>dcp</i> | 8.48       | 6.98      | –          | –          | –         | 0          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>di</i>  | 10.44      | –         | –          | –          | –         | –          | 0         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>cmp</i> | –          | –         | –          | –          | –         | –          | –         | 0          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>mp</i>  | –          | –         | –          | –          | –         | –          | –         | –          | 0         | –         | 1          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>df</i>  | 12.65      | –         | –          | –          | 1         | –          | –         | –          | –         | 0         | 1.43       | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>imp</i> | –          | –         | –          | –          | –         | –          | –         | –          | 1         | 1.43      | 0          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l1</i>  | 23.24      | 2.63      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | 0         | –         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l3</i>  | 31.81      | 6.33      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | 0         | –         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l4</i>  | 15.95      | 5.34      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | 0         | –         | –         | –         | –         |
| <i>l5</i>  | 25.03      | 2.56      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | 0         | –         | –         | –         |
| <i>l6</i>  | 8.8        | 5.8       | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | 0         | –         | –         |
| <i>l7</i>  | 26.97      | 2.56      | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | 0         | –         |
| <i>l8</i>  | 1.97       | 5.2       | –          | –          | –         | –          | –         | –          | –         | –         | –          | –         | –         | –         | –         | –         | –         | 0         |

Dans les deux alternatives, la matrice des distances présente un changement par rapport à la disposition actuelle. Ce changement dans la matrice des distances pourrait avoir un impact significatif sur la logistique interne de l'entreprise Ecopack, influençant les temps de déplacement, les coûts opérationnels et potentiellement la productivité globale.

**III.3.3.2 Produits des matrices Flux×Distances**

De la même manière que dans la section précédente, étant donné que nous avons déjà déterminé les matrices de flux et de distances, nous pouvons maintenant procéder au calcul du produit de ces matrices ( $c_{ij} \times f_{ij} \times d_{ij}$ ). Le coefficient  $C_i$  représente le coût de déplacement, où chaque mètre parcouru est équivalent à une unité.

Après calcul, nous obtenons les résultats suivants :

- **Le produit des matrices pour la première alternative**

|            | <i>smp</i> | <i>ss</i> | <i>dc1</i> | <i>dc2</i> | <i>ap</i> | <i>dcp</i> | <i>di</i> | <i>cmp</i> | <i>mp</i> | <i>df</i> | <i>imp</i> | <i>l1</i> | <i>l3</i> | <i>l4</i> | <i>l5</i> | <i>l6</i> | <i>l7</i> | <i>l8</i> |
|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>smp</i> | 3101.75    | 911.67    | 0          | 0          | 38        | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 896.8      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>ss</i>  | 882.67     | 587.6     | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>dc1</i> | 0          | 0         | 276.64     | 342.56     | 0         | 745.7      | 229.68    | 0          | 0         | 286.88    | 0          | 295.36    | 863.44    | 214.22    | 396.52    | 688.74    | 494.2     | 717.28    |
| <i>dc2</i> | 0          | 0         | 276.64     | 342.56     | 0         | 745.7      | 229.68    | 0          | 0         | 286.88    | 0          | 295.36    | 863.44    | 214.22    | 396.52    | 688.74    | 494.2     | 717.28    |
| <i>ap</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>dcp</i> | 0          | 0         | 40.32      | 52.65      | 0         | 106.37     | 31.32     | 0          | 0         | 39.12     | 0          | 41.95     | 121.77    | 32.61     | 55.7      | 97.61     | 69.02     | 101.12    |
| <i>di</i>  | 0          | 0         | 59.76      | 18         | 0         | 208.71     | 93.96     | 0          | 0         | 117.36    | 0          | 86.4      | 270.36    | 17.73     | 128.7     | 205.83    | 168.66    | 225.36    |
| <i>cmp</i> | 467.9      | 316.94    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 2         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>mp</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 299       | 7056.4    | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>df</i>  | 0          | 0         | 252.32     | 76         | 0         | 881.22     | 396.72    | 0          | 33        | 2404.32   | 0          | 364.8     | 1141.52   | 74.86     | 543.4     | 869.06    | 712.12    | 951.52    |
| <i>imp</i> | 430.32     | 0         | 0          | 0          | 33        | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 1077.8     | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l1</i>  | 0          | 0         | 109.28     | 65.32      | 0         | 354.1      | 146.16    | 0          | 0         | 182.56    | 0          | 144.92    | 445.88    | 48.94     | 210.44    | 343.38    | 272.6     | 371.36    |
| <i>l3</i>  | 0          | 0         | 76.08      | 55.32      | 0         | 238.15     | 93.96     | 0          | 0         | 117.36    | 0          | 96.92     | 295.68    | 39.09     | 138.94    | 229.03    | 178.9     | 246.16    |
| <i>l4</i>  | 0          | 0         | 169.04     | 83.32      | 0         | 562.81     | 240.12    | 0          | 0         | 299.92    | 0          | 231.32    | 716.24    | 66.67     | 339.14    | 549.21    | 441.26    | 596.72    |
| <i>l5</i>  | 0          | 0         | 102.64     | 63.32      | 0         | 330.91     | 135.72    | 0          | 0         | 169.52    | 0          | 135.32    | 415.84    | 46.97     | 196.14    | 320.51    | 253.86    | 346.32    |
| <i>l6</i>  | 0          | 0         | 182.32     | 87.32      | 0         | 609.19     | 261       | 0          | 0         | 326       | 0          | 250.52    | 776.32    | 70.61     | 367.74    | 594.95    | 478.74    | 646.8     |
| <i>l7</i>  | 0          | 0         | 102.64     | 63.32      | 0         | 330.91     | 135.72    | 0          | 0         | 169.52    | 0          | 135.32    | 415.84    | 46.97     | 196.14    | 320.51    | 253.86    | 346.32    |
| <i>l8</i>  | 0          | 0         | 228.8      | 101.32     | 0         | 771.52     | 334.08    | 0          | 0         | 417.28    | 0          | 317.72    | 986.6     | 84.4      | 467.84    | 755.04    | 609.92    | 822.08    |

- **Le produit des matrices pour la deuxième alternative**

|            |            |           |            |            |           |            |           |            |           |           |            |           |           |           |           |           |           |           |
|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | <i>smp</i> | <i>ss</i> | <i>dc1</i> | <i>dc2</i> | <i>ap</i> | <i>dcp</i> | <i>di</i> | <i>cmp</i> | <i>mp</i> | <i>df</i> | <i>imp</i> | <i>l1</i> | <i>l3</i> | <i>l4</i> | <i>l5</i> | <i>l6</i> | <i>l7</i> | <i>l8</i> |
| <i>smp</i> | 2727.7     | 910.53    | 0          | 0          | 38        | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 54.34      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>ss</i>  | 853.96     | 585.7     | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>dc1</i> | 0          | 0         | 276.64     | 342.56     | 0         | 409.92     | 229.68    | 0          | 0         | 278.3     | 0          | 595.44    | 902.38    | 521.78    | 632.58    | 379.2     | 675.26    | 209.74    |
| <i>dc2</i> | 0          | 0         | 276.64     | 342.56     | 0         | 409.92     | 229.68    | 0          | 0         | 278.3     | 0          | 595.44    | 902.38    | 521.78    | 632.58    | 379.2     | 675.26    | 209.74    |
| <i>ap</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>dcp</i> | 0          | 0         | 40.32      | 52.65      | 0         | 60.34      | 31.32     | 0          | 0         | 37.95     | 0          | 82.87     | 127.08    | 74.55     | 87.89     | 55.4      | 93.71     | 31.91     |
| <i>di</i>  | 0          | 0         | 59.76      | 18         | 0         | 76.32      | 93.96     | 0          | 0         | 113.85    | 0          | 209.16    | 286.29    | 143.55    | 225.27    | 79.2      | 242.73    | 17.73     |
| <i>cmp</i> | 460.9      | 316.18    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 0         | 2         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>mp</i>  | 0          | 0         | 0          | 0          | 0         | 0          | 0         | 0          | 299       | 427.57    | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>df</i>  | 0          | 0         | 252.32     | 76         | 0         | 322.24     | 396.72    | 0          | 33        | 1657.9    | 0          | 283.12    | 1208.8    | 606.1     | 951.14    | 334.4     | 1024.9    | 74.86     |
| <i>imp</i> | 417.45     | 0         | 0          | 0          | 33        | 0          | 0         | 0          | 0         | 0         | 346.19     | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <i>l1</i>  | 0          | 0         | 109.28     | 65.32      | 0         | 146.64     | 146.16    | 0          | 0         | 177.1     | 0          | 335.88    | 470.66    | 244.66    | 360.66    | 146.4     | 387.82    | 48.38     |
| <i>l3</i>  | 0          | 0         | 76.08      | 55.32      | 0         | 104.24     | 93.96     | 0          | 0         | 113.85    | 0          | 219.68    | 311.61    | 164.91    | 235.51    | 102.4     | 252.97    | 38.53     |
| <i>l4</i>  | 0          | 0         | 169.04     | 83.32      | 0         | 222.96     | 240.12    | 0          | 0         | 290.95    | 0          | 545.04    | 756.95    | 388.21    | 585.93    | 225.6     | 630.55    | 66.11     |
| <i>l5</i>  | 0          | 0         | 102.64     | 63.32      | 0         | 138.16     | 135.72    | 0          | 0         | 164.45    | 0          | 312.64    | 438.85    | 228.71    | 335.63    | 137.6     | 360.85    | 46.41     |
| <i>l6</i>  | 0          | 0         | 182.32     | 87.32      | 0         | 239.92     | 261       | 0          | 0         | 316.25    | 0          | 591.52    | 820.57    | 420.11    | 635.99    | 243.2     | 684.49    | 70.05     |
| <i>l7</i>  | 0          | 0         | 102.64     | 63.32      | 0         | 138.16     | 135.72    | 0          | 0         | 164.45    | 0          | 312.64    | 438.85    | 228.71    | 335.63    | 137.6     | 360.85    | 46.41     |
| <i>l8</i>  | 0          | 0         | 228.8      | 101.32     | 0         | 299.28     | 334.08    | 0          | 0         | 404.8     | 0          | 754.2     | 1043.2    | 531.76    | 811.2     | 304.8     | 873.28    | 83.84     |

III.3.3.3 Calcul de la fonction objectif

- La fonction objective de la première alternative

|      | smp     | ss      | dc1     | dc2     | ap | dcp     | di      | cmp | mp  | df      | imp    | l1      | l3      | l4     | l5      | l6      | l7      | l8      | ΣXij     |
|------|---------|---------|---------|---------|----|---------|---------|-----|-----|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| smp  | 3101,75 | 911,67  | 0       | 0       | 38 | 0       | 0       | 0   | 0   | 0       | 896,8  | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 4948,22  |
| ss   | 882,67  | 587,6   | 0       | 0       | 0  | 0       | 0       | 0   | 0   | 0       | 0      | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 1470,27  |
| dc1  | 0       | 0       | 276,64  | 342,56  | 0  | 745,7   | 229,68  | 0   | 0   | 286,88  | 0      | 295,36  | 863,44  | 214,22 | 396,52  | 688,74  | 494,2   | 717,28  | 5551,22  |
| dc2  | 0       | 0       | 276,64  | 342,56  | 0  | 745,7   | 229,68  | 0   | 0   | 286,88  | 0      | 295,36  | 863,44  | 214,22 | 396,52  | 688,74  | 494,2   | 717,28  | 5551,22  |
| ap   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0  | 0       | 0       | 0   | 0   | 0       | 0      | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        |
| dcp  | 0       | 0       | 40,32   | 52,65   | 0  | 106,37  | 31,32   | 0   | 0   | 39,12   | 0      | 41,95   | 121,77  | 32,61  | 55,7    | 97,61   | 69,02   | 101,12  | 789,56   |
| di   | 0       | 0       | 59,76   | 18      | 0  | 208,71  | 93,96   | 0   | 0   | 117,36  | 0      | 86,4    | 270,36  | 17,73  | 128,7   | 205,83  | 168,66  | 225,36  | 1600,83  |
| cmp  | 467,9   | 316,94  | 0       | 0       | 0  | 0       | 0       | 0   | 0   | 2       | 0      | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 786,84   |
| mp   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0  | 0       | 0       | 0   | 299 | 7056,4  | 0      | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 7355,4   |
| df   | 0       | 0       | 252,32  | 76      | 0  | 881,22  | 396,72  | 0   | 33  | 2404,32 | 0      | 364,8   | 1141,52 | 74,86  | 543,4   | 869,06  | 712,12  | 951,52  | 8700,86  |
| imp  | 430,32  | 0       | 0       | 0       | 33 | 0       | 0       | 0   | 0   | 0       | 1077,8 | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 1541,12  |
| l1   | 0       | 0       | 109,28  | 65,32   | 0  | 354,1   | 146,16  | 0   | 0   | 182,56  | 0      | 144,92  | 445,88  | 48,94  | 210,44  | 343,38  | 272,6   | 371,36  | 2694,94  |
| l3   | 0       | 0       | 76,08   | 55,32   | 0  | 238,15  | 93,96   | 0   | 0   | 117,36  | 0      | 96,92   | 295,68  | 39,09  | 138,94  | 229,03  | 178,9   | 246,16  | 1805,59  |
| l4   | 0       | 0       | 169,04  | 83,32   | 0  | 562,81  | 240,12  | 0   | 0   | 299,92  | 0      | 231,32  | 716,24  | 66,67  | 339,14  | 549,21  | 441,26  | 596,72  | 4295,77  |
| l5   | 0       | 0       | 102,64  | 63,32   | 0  | 330,91  | 135,72  | 0   | 0   | 169,52  | 0      | 135,32  | 415,84  | 46,97  | 196,14  | 320,51  | 253,86  | 346,32  | 2517,07  |
| l6   | 0       | 0       | 182,32  | 87,32   | 0  | 609,19  | 261     | 0   | 0   | 326     | 0      | 250,52  | 776,32  | 70,61  | 367,74  | 594,95  | 478,74  | 646,8   | 4651,51  |
| l7   | 0       | 0       | 102,64  | 63,32   | 0  | 330,91  | 135,72  | 0   | 0   | 169,52  | 0      | 135,32  | 415,84  | 46,97  | 196,14  | 320,51  | 253,86  | 346,32  | 2517,07  |
| l8   | 0       | 0       | 228,8   | 101,32  | 0  | 771,52  | 334,08  | 0   | 0   | 417,28  | 0      | 317,72  | 986,6   | 84,4   | 467,84  | 755,04  | 609,92  | 822,08  | 5896,6   |
| ΣXij | 4882,64 | 1816,21 | 1876,48 | 1351,01 | 71 | 5885,29 | 2328,12 | 0   | 332 | 11875,1 | 1974,6 | 2395,91 | 7312,93 | 957,29 | 3437,22 | 5662,61 | 4427,34 | 6088,32 | 62674,09 |

Tableau III.3: Calcul de la fonction objectif pour la première alternative.

**F2 = 62674.09.**

La valeur de la fonction objectif est de : 62674.09.

- **La fonction objective pour la deuxième alternative**

|      | smp    | ss     | dc1    | dc2    | ap | dcp    | di     | cmp | mp  | df     | imp    | 11     | 13     | 14     | 15     | 16    | 17     | 18     | ΣXij    |
|------|--------|--------|--------|--------|----|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|
| smp  | 2727,7 | 910,53 | 0      | 0      | 38 | 0      | 0      | 0   | 0   | 0      | 54,34  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 3730,59 |
| ss   | 853,96 | 585,7  | 0      | 0      | 0  | 0      | 0      | 0   | 0   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 1439,66 |
| dc1  | 0      | 0      | 276,64 | 342,56 | 0  | 409,92 | 229,68 | 0   | 0   | 278,3  | 0      | 595,44 | 902,38 | 521,78 | 632,58 | 379,2 | 675,26 | 209,74 | 5453,48 |
| dc2  | 0      | 0      | 276,64 | 342,56 | 0  | 409,92 | 229,68 | 0   | 0   | 278,3  | 0      | 595,44 | 902,38 | 521,78 | 632,58 | 379,2 | 675,26 | 209,74 | 5453,48 |
| ap   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0  | 0      | 0      | 0   | 0   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0       |
| dcp  | 0      | 0      | 40,32  | 52,65  | 0  | 60,34  | 31,32  | 0   | 0   | 37,95  | 0      | 82,87  | 127,08 | 74,55  | 87,89  | 55,4  | 93,71  | 31,91  | 775,99  |
| di   | 0      | 0      | 59,76  | 18     | 0  | 76,32  | 93,96  | 0   | 0   | 113,85 | 0      | 209,16 | 286,29 | 143,55 | 225,27 | 79,2  | 242,73 | 17,73  | 1565,82 |
| cmp  | 460,9  | 316,18 | 0      | 0      | 0  | 0      | 0      | 0   | 0   | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 779,08  |
| mp   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0  | 0      | 0      | 0   | 299 | 427,57 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 726,57  |
| df   | 0      | 0      | 252,32 | 76     | 0  | 322,24 | 396,72 | 0   | 33  | 1657,9 | 0      | 883,12 | 1208,8 | 606,1  | 951,14 | 334,4 | 1024,9 | 74,86  | 7821,43 |
| imp  | 417,45 | 0      | 0      | 0      | 33 | 0      | 0      | 0   | 0   | 0      | 346,19 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 796,64  |
| 11   | 0      | 0      | 109,28 | 65,32  | 0  | 146,64 | 146,16 | 0   | 0   | 177,1  | 0      | 335,88 | 470,66 | 244,66 | 360,66 | 146,4 | 387,82 | 48,38  | 2638,96 |
| 13   | 0      | 0      | 76,08  | 55,32  | 0  | 104,24 | 93,96  | 0   | 0   | 113,85 | 0      | 219,68 | 311,61 | 164,91 | 235,51 | 102,4 | 252,97 | 38,53  | 1769,06 |
| 14   | 0      | 0      | 169,04 | 83,32  | 0  | 222,96 | 240,12 | 0   | 0   | 290,95 | 0      | 545,04 | 756,95 | 388,21 | 585,93 | 225,6 | 630,55 | 66,11  | 4204,78 |
| 15   | 0      | 0      | 102,64 | 63,32  | 0  | 138,16 | 135,72 | 0   | 0   | 164,45 | 0      | 312,64 | 438,85 | 228,71 | 335,63 | 137,6 | 360,85 | 46,41  | 2464,98 |
| 16   | 0      | 0      | 182,32 | 87,32  | 0  | 239,92 | 261    | 0   | 0   | 316,25 | 0      | 591,52 | 820,57 | 420,11 | 635,99 | 243,2 | 684,49 | 70,05  | 4552,74 |
| 17   | 0      | 0      | 102,64 | 63,32  | 0  | 138,16 | 135,72 | 0   | 0   | 164,45 | 0      | 312,64 | 438,85 | 228,71 | 335,63 | 137,6 | 360,85 | 46,41  | 2464,98 |
| 18   | 0      | 0      | 228,8  | 101,32 | 0  | 299,28 | 334,08 | 0   | 0   | 404,8  | 0      | 754,2  | 1043,2 | 531,76 | 811,2  | 304,8 | 873,28 | 83,84  | 5770,6  |
| ΣXij | 4460   | 1812,4 | 1876,5 | 1351   | 71 | 2568,1 | 2328,1 | 0   | 332 | 4427,7 | 400,53 | 5437,6 | 7707,6 | 4074,8 | 5830   | 2525  | 6262,6 | 943,71 | 52409   |

Tableau III.4: calcul de fonction objective pour la deuxième alternative.

**F3 = 52409.**

La valeur de la fonction objectif est de : 52409.

### III.3.4 Résultat et discussions

D'après les résultats obtenus, il est clair que la deuxième alternative se révèle être la plus optimale parmi les trois options envisagées, car elle présente une valeur inférieure de la fonction objectif.

Cette conclusion est étayée par une analyse comparative des valeurs obtenues : la valeur de la fonction objective 52409 pour la deuxième alternative, 62674.09 pour la première alternative, et la valeur 90293.03 pour la disposition actuelle.

Cette différence dans les valeurs de la fonction objectif indique que la deuxième alternative offre un potentiel d'optimisation plus élevé en termes de réduction des coûts de déplacement et d'amélioration de l'efficacité opérationnelle par rapport aux autres alternatives. En conséquence, la deuxième alternative est à privilégier pour améliorer la disposition actuelle de l'entreprise EcoPack.

### III.4 Conclusion

Il est très nécessaire d'étudier la conception de l'usine en raison des nombreux bénéfices qu'elle présente, tels que la création d'un espace adéquat, l'amélioration du flux de travail, la création de zones de stockage efficaces, ainsi que l'assurance de la sûreté et de la sécurité des opérations. En outre, une conception réfléchie peut considérablement optimiser la productivité et accroître la productivité globale de l'entreprise. Il a été observé que l'option suggérée par la méthode SLP permettait de surmonter les difficultés évoquées précédemment.

Il est probable que ce modèle puisse apporter une amélioration significative de l'efficacité de la production de l'entreprise Ecopack en optimisant les flux et en diminuant les distances.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons la conception réalisée à l'aide du logiciel visTABLE.

## *Chapitre IV.*

---

# *Modélisation, Simulation et Analyse des Résultats*

---

## IV.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous mettrons en avant la phase de mise en œuvre de notre étude, en particulier sur les outils de développement utilisés.

L'objectif principal est d'améliorer la conception de l'unité de production d'Ecopack, d'augmenter son efficacité et sa rentabilité en adoptant les résultats du logiciel visTABLE.

Nous commencerons par présenter ce programme, puis nous détaillerons les différentes étapes de travail à travers des captures d'écran soigneusement sélectionnées avec les interprétations nécessaires.

## IV.2 Logiciel *visTABLE*

*visTABLE* est le logiciel leader de planification d'usine et d'analyse de flux de matériaux pour les entreprises de l'industrie manufacturière. [17]

Le nom *visTABLE* résulte de style de la table de visualisation, une plateforme de planification classique pour les conceptions en papier ou en bois à l'échelle. Depuis les dernières années du XXe siècle, il a été développé et successive. [18]



Figure IV.1: *visTABLE* icône [17].

## IV.3 Composants du programme *visTABLE*

Les composants du programme sont accessibles en tant qu'applications individuelles à partir d'un groupe de programmes Windows® et créent chacun une icône distincte dans la barre des tâches Windows®. Leur interaction permet à l'utilisateur de se concentrer sur chaque tâche individuelle via une interface utilisateur dédiée et, si nécessaire, de travailler sur plusieurs tâches parallèles les uns aux autres.

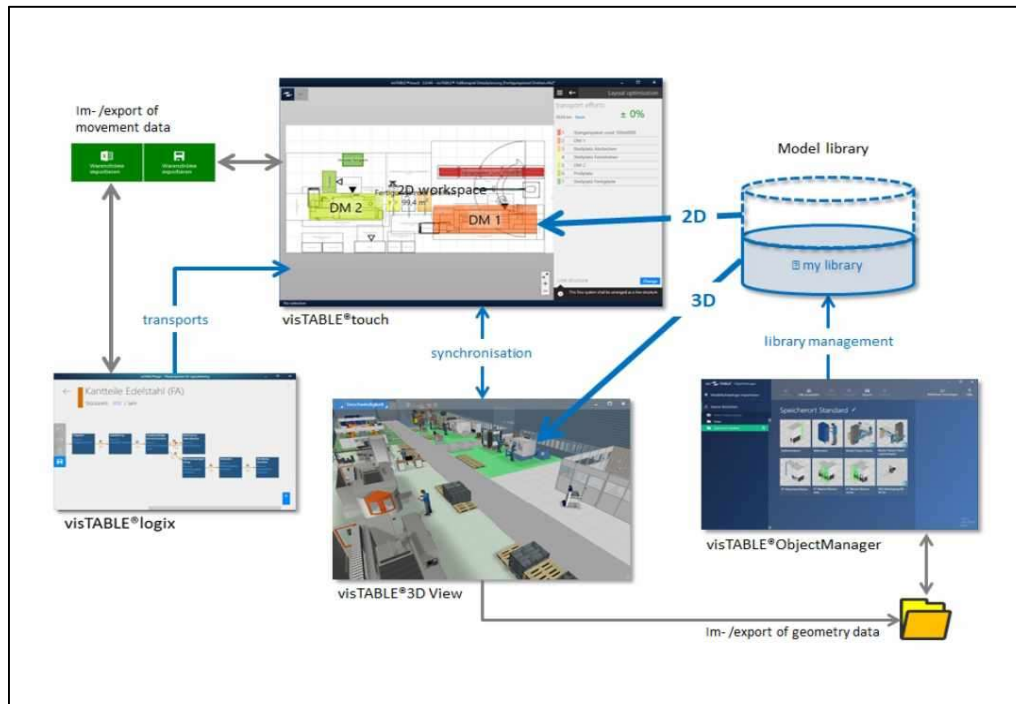


Figure IV.2: Composants du visTABLE [18].

#### IV.4 Avantages offerts par visTABLE [18]

- ✓ Facilité d'utilisation, même sans connaissances en CAO.
- ✓ Flux de matières et modes de transport.
- ✓ Analyser et optimiser les flux de matières.
- ✓ Améliorer la planification.
- ✓ Visualisation 3D vers la réalité virtuelle.
- ✓ Vaste bibliothèque de modèles 3D extensibles avec plus de 2400 modèles disponibles.

#### IV.5 Modélisation sous le Logiciel visTABLE

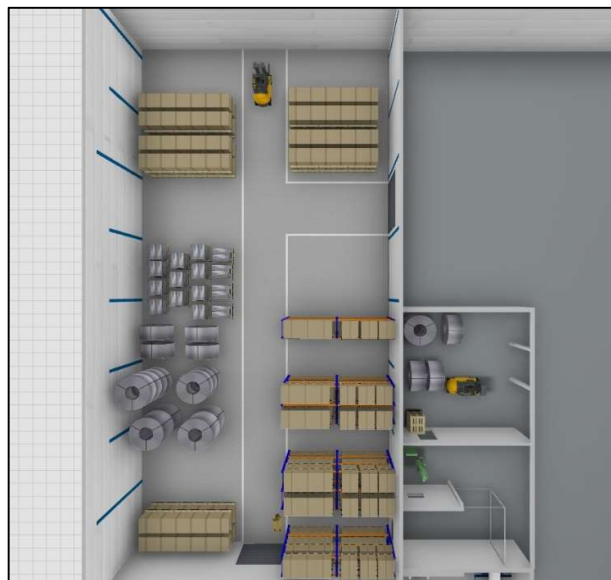
Nous avons utilisé *visTABLE* pour modéliser la disposition actuelle de la société Ecopack. La Figure IV.3 donne un aperçu complet de toute la surface, y compris l'atelier de production, la zone de stockage et l'administration.

Grâce à cette visualisation, il est possible d'analyser en détail la structure spatiale de l'entreprise, mettant en évidence les diverses zones fonctionnelles et leurs interactions. Grâce à cette perspective globale, il est possible de mieux appréhender la configuration actuelle de l'usine, repérer les atouts et les lacunes, et envisager des améliorations éventuelles afin d'optimiser l'efficacité opérationnelle et de maximiser l'utilisation de l'espace disponible.



*Figure IV.3: Aménagement actuel en 3D*

La Figure IV.4 se concentre sur la zone de stockage, où l'entreprise conserve ses produits semi-finis et ses matières premières.



*Figure IV.4: Zone de stockage.*

La Figure IV.5 met en évidence l'atelier de production, avec l'agencement des machines et des lignes de production.



*Figure IV.5: Atelier de production.*

La sixième figure représente l'administration y compris les bureaux, salle des réunions.



*Figure IV.6: Zone de l'administration.*

La deuxième partie de la modélisation se concentre sur la représentation des différents flux dans notre système. La Figure IV.7 offre une vue 2D de l'ensemble du système, avec les différents flux indiqués par des flèches bleues.

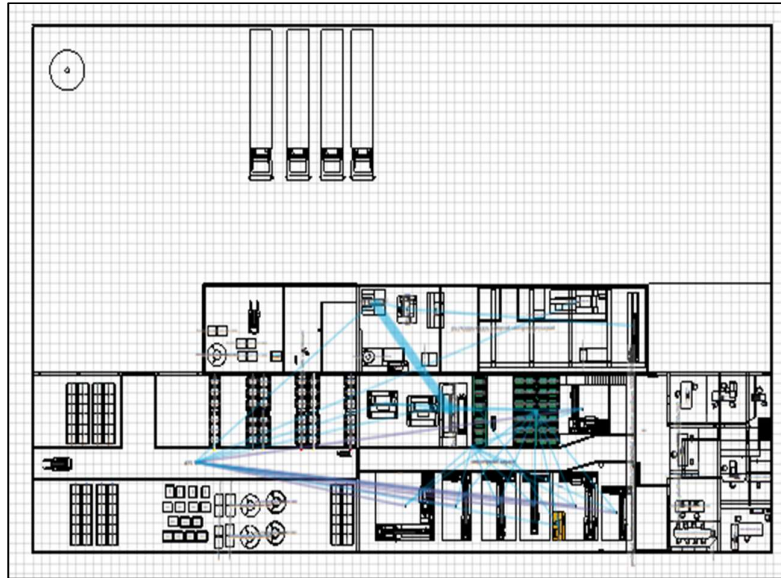


Figure IV.7: Aménagement actuel en 2D avec les différents flux

Les Figure IV.8 et Figure IV.9 détaillent les flux entre les départements, les quantités transportées ainsi que le type de transport désigné sur chaque flèche.

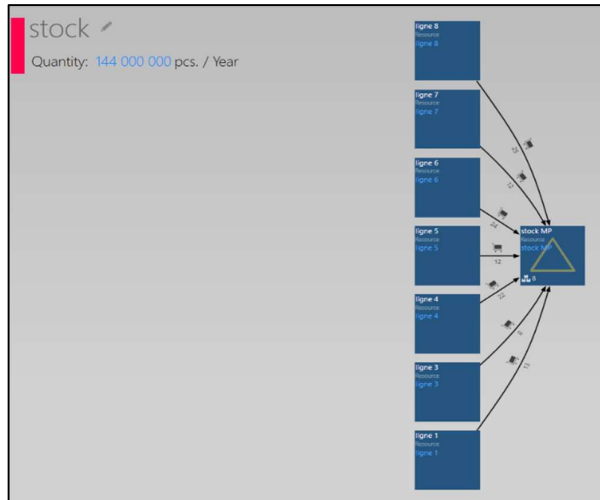


Figure IV.9: Flux du produit fini.

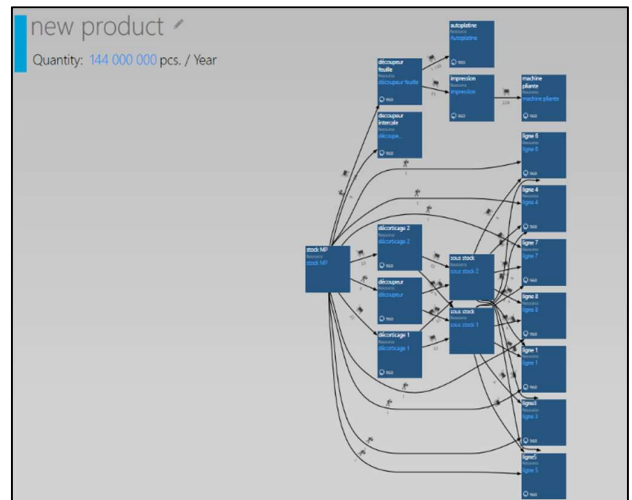


Figure IV.8: Flux de la matière première.

Après avoir défini les dimensions réelles de la disposition et les dimensions des machines *Vistable*, nous avons été en mesure d'obtenir les informations sur l'occupation de la surface de chaque département dans notre système, comme illustré dans la Figure IV.10n à titre d'exemple, la surface totale est de 4533 m<sup>2</sup>, dont 16% sont alloués au stockage et 15% à la production .

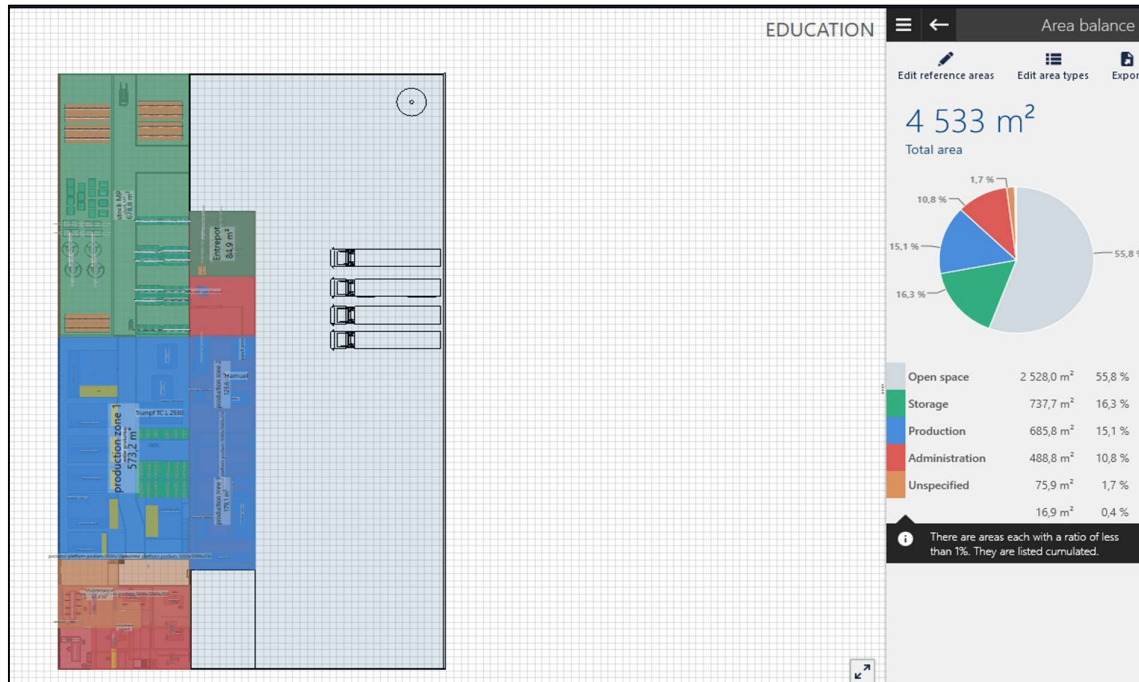


Figure IV.10: Bilan des zones.

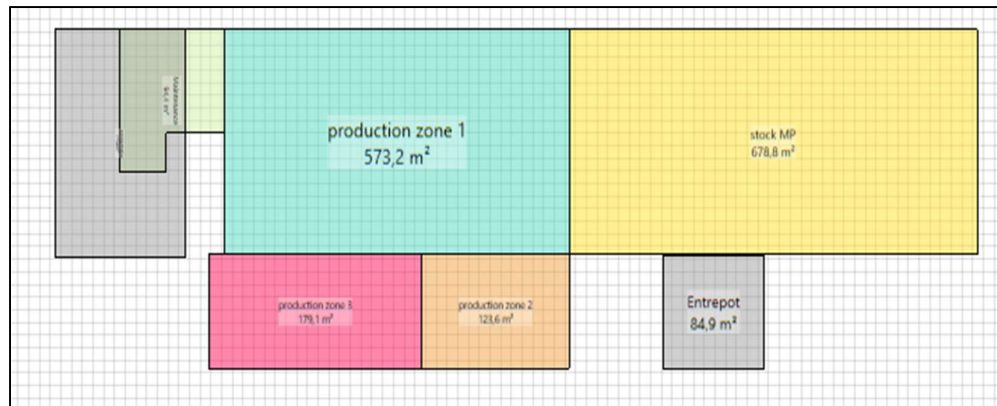


Figure IV.11: Différents départements en blocks.

Dans cette section, Le logiciel visTABLE nous a fourni une évaluation de la logistique liée au transport au sein de notre système. Nous avons identifié deux types de transport : le transport manuel et le transport par trolley, comme illustré dans la Figure IV.12. Pour le transport manuel, il est conforme aux normes établies, contrairement au deuxième type, avec un taux de conformité de 55%, indiquant une distance parcourue plus longue (longueur totale de 31 km).

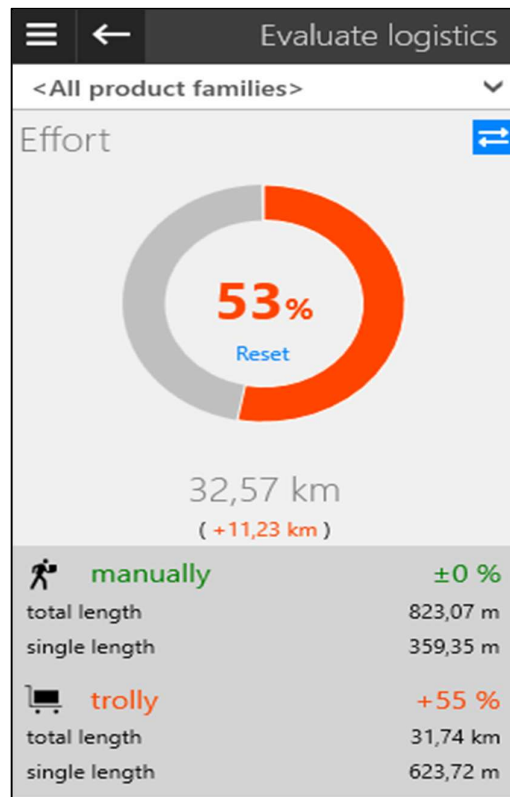


Figure IV.12: Evaluation de la logistique

## IV.6 Les alternatives proposées

### IV.6.1 Première Alternative

Voici la première option suggérée afin d'optimiser l'efficacité de notre aménagement. Ce choix s'appuie sur les ajustements approfondis réalisés dans le chapitre précédent, où nous avons employé la modélisation Vistable afin d'analyser et d'améliorer la configuration actuelle. Cette méthode a permis de réaliser une amélioration importante de 45 % par rapport à l'aménagement existant. Cette remarquable avancée met en évidence l'efficacité de la modélisation Vistable pour repérer et appliquer des modifications bénéfiques, ce qui renforce notre confiance dans cette méthode pour des améliorations à venir. Les résultats obtenus confirment l'importance de cette option et pourraient être mises en place afin d'optimiser les performances globales du projet.

Avec une évaluation logistique (-16 %) :

- Trolley de: -16 %
- Manually: -18 %

Par rapport à l'ancienne.

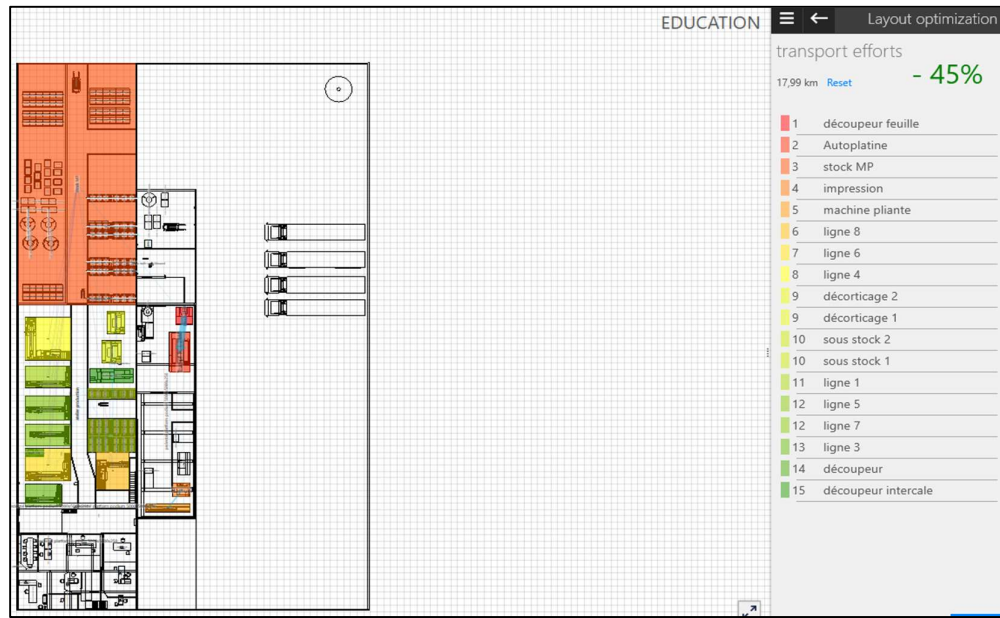


Figure IV.13: Alternative N°01 avec 45%

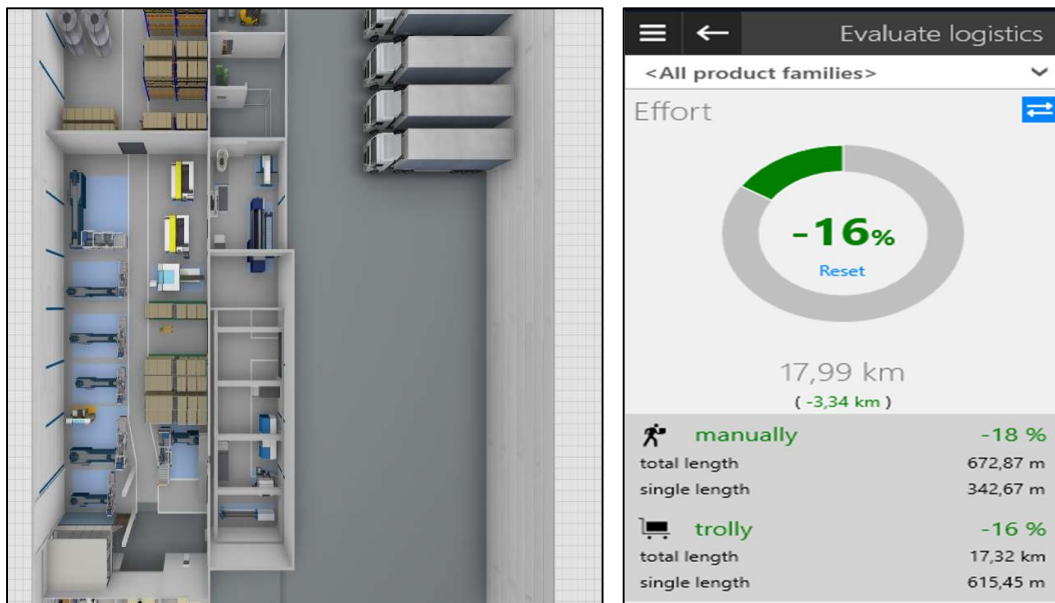


Figure IV.14: Alternative N°01 en 3D

Figure IV.15 : Evaluation de la logistique N°01

### IV.6.2 Deuxième Alternative

Nous avons observé une amélioration de 51 % par rapport à la disposition précédente grâce à la modélisation Vistable. Selon cette analyse logistique, il a été constaté une diminution de 26 % du temps pour le transport en chariot et de 23 % pour les tâches manuelles. Ces modifications ont entraîné une nette amélioration de l'efficacité et de la productivité par rapport à l'ancienne disposition.

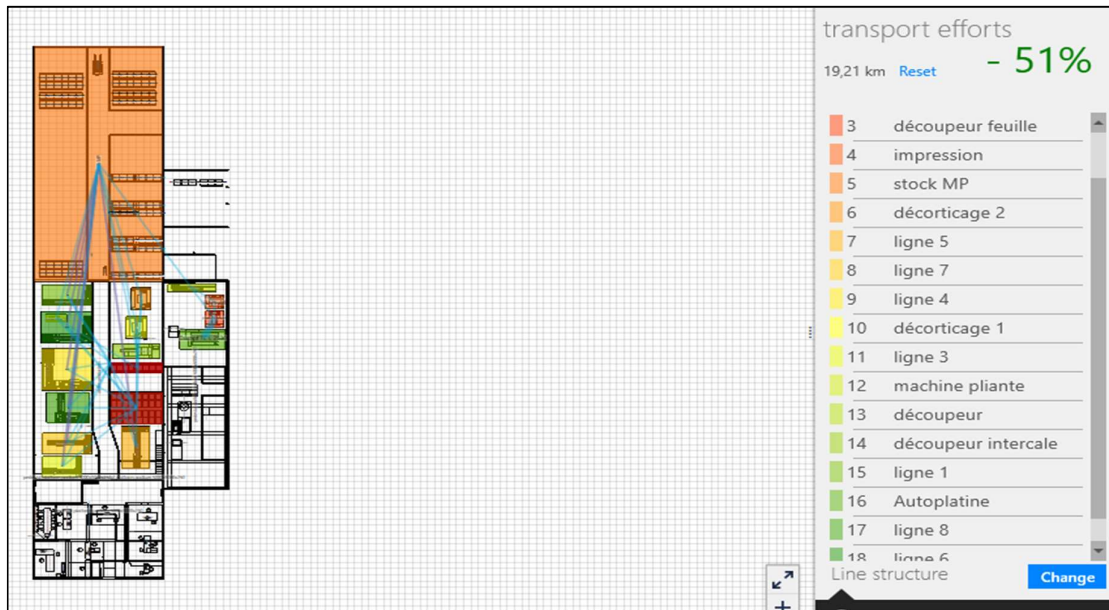


Figure IV.16: Alternative N°01 avec 51%

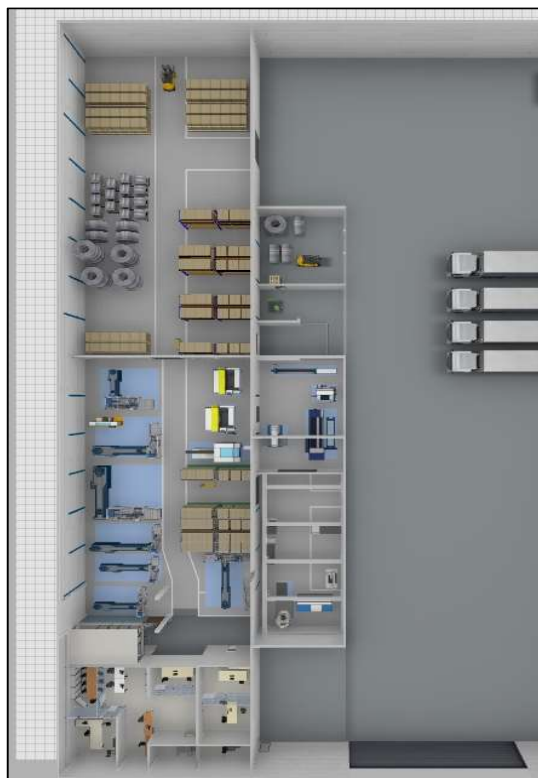


Figure IV.17: Alternative N°02 en 3D



Figure IV.18: Evaluation de la logistique N°02

## **IV.7 Conclusion**

En conclusion, ce chapitre a été consacré à la modélisation, à la simulation et à l'analyse des résultats obtenus grâce à l'utilisation du logiciel visTABLE. Nous avons exposé en détail toutes les étapes mises en œuvre pour étudier les alternatives proposées, ainsi que les conclusions tirées de cette analyse approfondie.

L'utilisation de visTABLE a été une opportunité précieuse pour nous, nous permettant d'acquérir de meilleures compétences et de développer nos capacités pratiques de conception. Cette expérience nous a non seulement permis de mieux comprendre les concepts de la modélisation spatiale et de l'optimisation des flux, mais elle nous a également fourni des outils concrets pour améliorer l'efficacité opérationnelle de l'entreprise Ecopack.

En combinant les données obtenues avec notre expertise pratique, nous sommes désormais mieux équipés pour prendre des décisions éclairées en matière de gestion logistique et d'optimisation des processus de production.

---

# *Conclusion Général*

---

Le travail présenté dans ce document et que vous venez de consulter représente le résultat de plusieurs mois de réflexion, de recherche et de développement; il a été une opportunité précieuse de mettre en application les connaissances acquises lors de nos études en génie industriel.

Notre objectif principal était d'améliorer la conception de la ligne de production de l'entreprise Ecopack.

Notre mémoire a été structuré en plusieurs parties, en commençant par la partie théorique dans laquelle nous avons expliqué les concepts de base liés à notre projet.

Ensuite, nous avons présenté les données relatives à l'entreprise et à son système de production et de stockage. Après cela, nous avons étudié la conception de la ligne de production actuelle de l'entreprise en clarifiant ses points forts et ses faiblesses.

Le premier chapitre était divisé en deux parties essentielles, la première présente quelques concepts sur la conception des installations industrielles, et la deuxième était consacrée à la gestion de production.

Le deuxième chapitre, était divisé en deux parties essentielles ; Dans une première partie, nous avons présenté une brève étude sur la production des boîtes de fromage, La deuxième partie était dédiée à l'entreprise Ecopack et à son secteur d'activité, dans laquelle nous avons évoqué des informations et des données de base sur l'entreprise.

Dans le troisième chapitre, nous avons effectué une analyse détaillée de la disposition actuelle des machines en calculant les matrices des flux et des distances, en déterminant les relations entre les différents départements, puis en proposant des modifications d'optimisation.

Finalement, dans la partie finale de ce travail, nous avons exposé en détail les résultats de la modélisation et de la simulation effectuées en utilisant le logiciel visTABLE. Les données et les performances de la nouvelle configuration ont été étudiées par rapport à l'ancienne, mettant en évidence les améliorations d'efficacité et les diminutions des coûts logistiques. Le logiciel visTABLE a démontré son utilité pour améliorer la configuration de nos opérations, offrant des visualisations claires et des analyses précises qui ont influencé nos choix stratégiques. Les résultats mettent en évidence l'importance d'incorporer des technologies de modélisation et de simulation dans les méthodes d'optimisation industrielle.

En conclusion, nous tenons à souligner que ce projet nous a enrichis tant sur le plan pratique que personnel, en élargissant notre perspective sur de nombreux aspects.

## Références bibliographiques

- [1] Megaiz, S & Nouçair, M. (2020). Conception, installation et calcul des performances d'une chaîne de production de produits d'emballage de l'entreprise CONCEPTSAC (Mémoire). ESSA, Tlemcen.
- [2] [https://www.areadevelopment.com/construction-project-planning/Q1-2020/evolution-of-facility-design.shtml?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR107TNE1-UsOMcCEBq8f\\_79sc5\\_agcg3y0o-I821Elshg\\_MvZr0OABU48\\_aem\\_AaGq6h7qiZyGa0y-mlTdO6-ksbIkUDwEiPls\\_OSswoiRhk4\\_UMHnBPzJuxXXGM9c05wyZcUWeLkXccUcfXyEAY3L](https://www.areadevelopment.com/construction-project-planning/Q1-2020/evolution-of-facility-design.shtml?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR107TNE1-UsOMcCEBq8f_79sc5_agcg3y0o-I821Elshg_MvZr0OABU48_aem_AaGq6h7qiZyGa0y-mlTdO6-ksbIkUDwEiPls_OSswoiRhk4_UMHnBPzJuxXXGM9c05wyZcUWeLkXccUcfXyEAY3L)  
Consulté le 10/05/2024
- [3] S. Chand, "Industrial Plant Layout: Meaning, Definition, Need and Importance." <http://www.yourarticlelibrary.com/industries/plant-layout/industrial-plant-layoutmeaning-definition-need-and-importance/34609>.
- [4] SnekaRS. (2023). "TYPES OF FACILITY LAYOUT AND ITS ADVANTAGES AND DISADVANTAGES - OPERATIONS MANAGEMENT" <https://fr.slideshare.net/SnekaRS/types-of-layout-operations-management>
- [5] <https://courses.lumenlearning.com/wm-introductiontobusiness/chapter/facility-location-and-layout/>  
Consulté le 26/04/2024
- [6] <https://www.vistable.com/blog/factory-layout-design/systematic-layout-planning-slp/>  
Consulté le 03/05/2024
- [7] S. P. Singh, "Solving Facility Layout Problem: Three Level Tabu Search Metaheuristic Approach", International Journal of Recent Trends in Engineering, 2009, pp. 73 – 77.
- [8] J. A. Tompkins, and J. A. White, "Facilities Planning", Wiley, New York, 2010.
- [9] Gaspart, P. (2004). Gestion des stocks et de la production. Notes de cours, ULB, Bruxelles.
- [10] [https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Gestion\\_de\\_la\\_production](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Gestion_de_la_production)  
Consulté le 04/05/2024
- [11] [https://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/djenane\\_abdellah/files/chapitre\\_i\\_gestion\\_de\\_la\\_production.pdf](https://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/djenane_abdellah/files/chapitre_i_gestion_de_la_production.pdf)  
Consulté le 04/05/2024
- [12] <https://fr.slideshare.net/slideshow/gestion-de-productionppt/265935587>  
Consulté le 04/05/2024

- [13] Bouchakal,S; Hammami,N.(2017)La gestion de la production et l'optimisation de la distribution cas pratique : CEVITAL de Bejaia (Mémoire). Université Abderrahmane Mira.Bejaia.
- [14] <https://ecopack-sarl.com/>  
Consulté le 20/03/2024
- [15][https://richardmuther.com/wpcontent/uploads/2014/06/1111.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZ\\_W0CMTAAAR3mnToFr7FOcQTxZjpkC40G\\_I6FG\\_1\\_4A2NgtG5h6U8Kf6qhsxtITXGI\\_c\\_aem\\_AemME1pBWG33EKzmasgxA41c9OC6Flile9eeSkN1h3IECy1d81e2dUHkSSaq\\_LnyHy-s986RyKWTdKNBRyxTo9yFT](https://richardmuther.com/wpcontent/uploads/2014/06/1111.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZ_W0CMTAAAR3mnToFr7FOcQTxZjpkC40G_I6FG_1_4A2NgtG5h6U8Kf6qhsxtITXGI_c_aem_AemME1pBWG33EKzmasgxA41c9OC6Flile9eeSkN1h3IECy1d81e2dUHkSSaq_LnyHy-s986RyKWTdKNBRyxTo9yFT)  
Consulté le 30/03/2024
- [16] Manufacturing Section, Production Engineering Department, Defence University, Bishoftu (Debre Zeit), Ethiopia, Africa. (Sponsors)
- [17] <https://www.vistable.com/fr/>  
Consulté le 09/05/2024
- [18] <https://doc.vistable.com/help/vtt3/en/konzept.html>  
Consulté le 09/05/2024
- [19]<https://www.allaboutlean.com/wp-content/uploads/2020/05/Job-Shop-to-Flow-Shop-Add-Capacity.png>  
Consulté le 20/05/2024
- [20] <http://ekladata.com/5jcgG6NHrW45BwA7uNIddb4M6Co.jpg>  
Consulté le 20/05/2024
- [21] <https://search.app.goo.gl/8apnP18>  
Consulté le 20/05/2024
- [22] <https://www.kpaperu.com/wp-content/uploads/2018/06/polar.jpg>  
Consulté le 20/05/2024
- [23] [https://cdn.pressxchange.com/841/800/x800\\_bobst-autoplatinesp1080-180t-9192145.jpg](https://cdn.pressxchange.com/841/800/x800_bobst-autoplatinesp1080-180t-9192145.jpg)  
Consulté le 20/05/2024
- [24][https://www.usinenouvelle.com/expo/img/presse-a-dechets-agricoles-tres-grande-capacite-pour-balles-300-a-550-kg-vf50-012321350-product\\_zoom.jpg](https://www.usinenouvelle.com/expo/img/presse-a-dechets-agricoles-tres-grande-capacite-pour-balles-300-a-550-kg-vf50-012321350-product_zoom.jpg)  
Consulté le 20/05/2024
- [25] <https://search.app.goo.gl/fCoUaxN> Consulté le 20/05/2024
- [26] <https://www.exapro.fr/majer-m2000-p80410010/> Consulté le 20/05/2024
- [27] <https://witymachinery.de/1-9-2-folding-gluing-machine.html> Consulté le 20/05/2024
- [28] <https://www.algomtl.com/upload/1-1-2t63fv.gif> Consulté le 20/05/2024

## Résumé

Nous avons mis en œuvre notre projet de fin d'étude chez la société Ecopack Tlemcen, qui est spécialisée dans la fabrication des boîtes en carton pour le fromage fondu. Notre mission était d'étudier l'aménagement des installations de l'entreprise afin d'améliorer l'efficacité opérationnelle. Grâce à des méthodes d'analyse spatiale et de gestion des ressources, notre étude vise à identifier les goulots d'étranglement, les inefficacités logistiques et les opportunités d'amélioration. Nous avons commencé par expliquer les concepts de base liés à notre domaine de projet, qui se concentre sur l'étude de l'aménagement de l'entreprise. Nous avons ensuite présenté les travaux réalisés pour l'entreprise, comprenant l'analyse de la disposition actuelle, l'évaluation des besoins selon les objectifs de production, et la capacité de stockage, l'étude de la conception de flux, de distances et la fonction objectif, et enfin la proposition de la solution optimale en tenant compte les contraintes et les données associés. Nous avons conclu notre projet en soulignant l'importance d'une conception organisée des installations pour garantir un processus de production fluide et sans accroc.

**Mots-clés :** Analyse, optimisation, disposition des installations, Facility planning, production de la boîte de fromage.

## Abstract

We implemented our end-of-study project at the company Ecopack Tlemcen, which specializes in the manufacture of cardboard boxes for processed cheese. Our mission was to study the layout of the company's facilities in order to improve operational efficiency. Using spatial analysis and resource management methods, our study aims to identify bottlenecks, logistical inefficiencies and opportunities for improvement. We started by explaining the basic concepts related to our project area, which focuses on the study of business design.

We then presented the work carried out for the company, including the analysis of the current layout, the assessment of needs according to production objectives, and storage capacity, the study of the design of flows, distances and the objective function, and finally the proposal of the optimal solution taking into account the constraints and associated data. We concluded our project by emphasizing the importance of organized facility design to ensure a smooth and trouble-free production process.

**Keywords:** Analysis, optimization, layout of installations, Facility planning, production of the cheese box.

## ملخص

قمنا بتنفيذ مشروع نهاية الدراسة لدينا في شركة إيكوباك تلمسان المتخصصة في صناعة الصناديق الكرتونية للجبين المطبوخ. وكانت مهمتنا هي دراسة تخطيط مرافق الشركة من أجل تحسين الكفاءة التشغيلية. باستخدام التحليل المكاني وأساليب إدارة الموارد، تهدف دراستنا إلى تحديد العقبات وعدم كفاءة الخدمات اللوجستية وفرص التحسين. بدأنا بشرح المفاهيم الأساسية المتعلقة بمنطقة مشروعنا والتي تركز على دراسة تصميم الأعمال. ثم عرضنا الأعمال التي تم تنفيذها للشركة، بما في ذلك تحليل المخطط الحالي، وتقييم الاحتياجات وفقا لأهداف الإنتاج، والقدرة التخزينية، ودراسة تصميم التدفقات والمسافات والوظيفة الموضوعية، وأخيرا اقتراح الحل الأمثل مع الأخذ في الاعتبار القيود والبيانات المرتبطة بها. لقد اختتمنا مشروعنا بالتأكيد على أهمية تصميم المنشأة بشكل منظم لضمان عملية إنتاج سلسلة وخالية من العوائق.

**الكلمات المفتاحية:** التحليل، التحسين، تخطيط المنشآت، تخطيط المرافق، إنتاج علب الجبن.