

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
École Supérieure en  
Sciences Appliquées

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE SUPERIEURE EN SCIENCES APPLIQUEES  
--T L E M C E N--



Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Management industriel et Logistique

Présenté par : Sofiane KARA ALI & Houria Farah ABIB

Thème

**Aménagement, installation et calcul des performances du système de production de meubles de l'entreprise Kara Design.**

Soutenu le 13 Juillet 2021 devant le jury composé de

|                        |            |                      |               |
|------------------------|------------|----------------------|---------------|
| M. Mohammed BENNEKROUF | MCB        | Président            | ESSA Tlemcen  |
| M. Fouad MALIKI        | MCB        | Directeur de mémoire | ESSA Tlemcen  |
| M. Mehdi SOUIER        | Professeur | Examineur            | ESM -Tlemcen  |
| M. Adel HAMZAOUI       | Docteur    | Examineur            | UNIV- Tlemcen |
| Mm Amina OUHOUD        | MCB        | Invitée              | ESSA Tlemcen  |

Année universitaire : 2020/2021

# Dédicace

Ce projet de fin d'étude est dédié en premier lieu à mes chers parents :

À mon père **Abdelkrim ABIB**, mon admirable exemple, celui qui m'a soutenu et encouragé tout au long de ma scolarité et qui m'a appris, que les bonnes choses dans la vie n'arrivent pas facilement, que travail et persévérance mènent toujours vers le chemin de la réussite. Je te remercie pour tes innombrables conseils et pour l'éducation que tu m'as offerte.

À ma mère **Saïda AMRANE**, mon adorable maman, celle qui a tout fait pour que je ne manque de rien et qui n'a épargné aucun effort pour me voir heureuse. Je te remercie pour les nobles valeurs que tu m'as inculquées et pour ton éducation exemplaire je t'en serais éternellement reconnaissante.  
Que Dieu vous protège et vous accorde santé, bonheur et longue vie.

À mon grand frère **Mounir** et à mes grandes sœurs **Imen, Leïla et Hayat** qui ont toujours su me protéger, encourager et conseiller. Je vous souhaite une vie remplie de succès et de bonheur.

À mes petits neveux **Otman et Ibrahim** et mes petites nièces **Rym, Rania, Sirine et Inès** qui sont source de bonheur pour toute la famille.

À mes chères amies :

**Chérifa BILLAMI** avec qui j'ai vécu les meilleurs moments de ma scolarité. Je te remercie pour ta gentillesse, ta sincérité et ta fidélité sans faille. Mon expérience universitaire aurait été si banale sans ta rencontre. Merci pour tous ces souvenirs exceptionnels qui resteront à jamais gravé dans ma mémoire.

**Malika SEMMOUD**, celle que j'ai rencontré sur les bancs de l'école et que je compte aujourd'hui comme membre de ma famille, celle avec qui j'ai partagé tous les moments de joie et surpassé toutes les épreuves. Merci d'avoir toujours été là pour moi depuis toutes ces années.

À mon binôme **Sofiane KARA**, une personne authentique, que je remercie pour sa bonté, sa gentillesse, sa joie de vivre qui a égailé nos journées de travail et surtout pour sa compréhension tout au long de ce projet.

À tous mes camarades de l'école supérieure en sciences appliqués de Tlemcen.

**Houria Farah ABIB**

Dédicace

Ce travail, ce mémoire qui vient clôturer une vie estudiantine, le fruit de plusieurs années de labeurs est dédié à :

À mes chers parents, à mon père, mon idole, mon meilleur ami, l'homme qui a su sacrifier son bonheur pour le nôtre. Aucun mot ne saurait exprimer la gratitude, l'estime et le respect que j'ai envers toi. J'ai toujours voulu être comme toi, suivre tes traces par la diplomatie et l'art de toujours trouver l'issue qu'il faut, par la notoriété et le respect que tu imposes, la gentillesse que tu dégages, le charisme, la classe, le mental et j'en passe, pas un seul jour ne passe sans que j'essaye de t'égalier... Merci pour l'éducation, la discipline et les valeurs que tu m'as inculquées, merci toutes ces références musicales et cinématographiques que tu m'as apprises, merci pour ta joie de vivre. Tu m'as donné le plus beau cadeau qu'on puisse offrir à une autre personne, Tu as cru en moi... Et rien au monde ne pourra égaler ce que tu m'as offert. À l'homme, le mythe, la légende **Fethi KARA ALI**.

À ma maman, **Fadia**, la source de toute tendresse et amour, le symbole et exemple du dévouement. À la femme qui a toujours su supporter mes folies, tu es ma racine, tu as planté la graine sur laquelle j'ai basé ma vie. Tu as toujours été derrière moi, tu m'as toujours protégé avec tes prières. Je ne saurais jamais comment te remercier ni de te rendre le un millième de ce que tu as fait pour moi. Je te dédie toutes ces années d'étude ainsi que ce modeste travail. Que Dieu te bénisse maman...

À mon frère **Djelloul**, qui sans lui je ne serais pas l'homme que je suis aujourd'hui. Tu as été la première personne avec laquelle j'ai fait des bêtises, eu des fous rires, eu des moments de joie et de tristesse. Merci pour tous les efforts acharnés que tu fais pour me rendre la vie facile, et que malgré ton tempérament tu resteras toujours un exemple pour moi.

À ma petite sœur **Selma**, à qui je souhaite un avenir plein de réussites et de bonheur. Qui m'embêtera jusqu'à la fin des temps mais qui pour autant me donnera toujours sourire.

À mon binôme **Farah ABIB**, une personne studieuse et acharnée, pour sa rigueur et son sérieux inébranlable et pour sa régularité et qualité de travail qui nous ont permis d'accomplir cette mission en un temps record.

À toute l'équipe Kara Design sans exception, une équipe avec laquelle j'ai passé des expériences mémorables, **Riad, Moncef, Abdallah, Soufiane, Farés, Mustapha et Saad**.

À chaque être qui a été là pour moi, à tous ceux qui m'ont encouragé, soutenu et conseillé tout le long de mes études. Peace !

**Sofiane KARA ALI**

# Remerciement

Quand on voit la vie telle que Dieu l'a faite, on ne peut que Le remercier pour les miracles qui arrivent tous les jours, nous remercions Dieu le tout puissant qui sans Lui rien de tout ça ne serait possible.

On tient à exprimer notre sincère gratitude et à témoigner de notre profonde reconnaissance à l'homme lui-même, **Mr. Fouad MALIKI** qui rend absolument tout, meilleur, qui sans lui et par conviction nous n'aurions jamais obtenue notre diplôme de cette manière, grâce à vous, nous avons su progresser et élever notre niveau intellectuellement et humainement.

Merci pour votre pédagogie, votre patience, votre gentillesse, votre authenticité ainsi que la bonté de votre âme, des valeurs que vous nous avez transmises tout le long de notre cursus et qui n'ont jamais été mieux représenté que par vous.

Nous témoignons par la même occasion notre profonde reconnaissance à notre Co-encadrante **Mme. Amina OUHOUD** pour ses encouragements, ses orientations et précieux conseils qui ont facilité la réalisation de ce travail.

Nous tenons à citer **Mme Sara MEGAIZ**, une personne particulièrement aimante qui a toujours répondu présent et répondu à nos questions. Pour sa disponibilité ainsi que la documentation et le savoir qu'elle nous a transmis.

Nous remercions le PDG de l'entreprise **M. Djelloul KARA ALI** pour son accueil chaleureux, sa sympathie et surtout pour nous avoir donné accès à toutes les données nécessaires à l'aboutissement de ce travail.

On tient également à exprimer une particulière reconnaissance aux membres du Jury :

**M. Adel HAMZAOUI, M. Mehdi SOUIER et M. Mohammed BENNEKROUF** de nous avoir honoré de leurs présences et d'avoir accepté d'évaluer ce travail, qui nous espérons sera à la hauteur de leurs espérances.

Un grand merci à l'ensemble des enseignants de l'école supérieure en sciences appliquées de Tlemcen pour la qualité de la formation dont nous avons bénéficié durant ces cinq dernières années d'étude.

Enfin, que tous ceux qui de près ou de loin ont bien voulu apporter leur part active à la réalisation de ce travail et que nous n'avons pu honorer à travers ces lignes trouvent ici l'expression de notre gratitude.

# Résumé

---

## Résumé

L'organisation des installations dans son ensemble, de la gestion du stock à l'aménagement des ateliers sont des étapes indispensables à la perpétuation d'une entreprise, elles lui permettront de rester compétitive en tout point.

Notre projet de fin d'étude s'est déroulé chez la société Kara Design, une société productrice de meuble qui a pour ambition de satisfaire toutes les demandes ainsi que d'acquérir constamment plus de part de marché tout en cherchant une amélioration continue. Le but de notre travail était la mise en place d'un système de gestion de stock et l'étude de la conception de l'atelier de production ainsi qu'une évaluation des performances de la productivité.

**MOTS-CLES :** Gestion des stocks, production de meuble, mesure de performances, aménagement des ateliers.

## Abstract

The organization of the facilities as a whole, from the management of the stock to the layout of the workshops are essential steps for the perpetuation of a company, they will allow it to remain competitive in every point.

Our graduation project took place at Kara Design, a furniture manufacturing company whose ambition is to satisfy all demands and to constantly acquire more market share while looking for a continuous improvement.

The aim of our work was the implementation of a stock management system and the study of the design of the production workshop as well as an evaluation of the productivity performances.

**KEYWORDS:** Stock management system, furniture production, performance measurement, facility layout design.

## ملخص

يعد تنظيم المرافق ككل ، من إدارة المخزون إلى تصميم ورش العمل ، خطوات أساسية في استمرار العمل ، وسوف تسمح لها بالبقاء قادرة على المنافسة بكل الطرق

تم تنفيذ مشروع نهاية الدراسة الخاص بنا في شركة أثاث تطمح إلى تلبية جميع الطلبات بالإضافة إلى الحصول باستمرار على حصة أكبر في السوق مع السعي إلى التحسين المستمر

كان الهدف من عملنا هو إنشاء نظام إدارة المخزون ودراسة تصميم ورشة الإنتاج بالإضافة إلى تقييم أداء الإنتاجية

**الكلمات المفتاحية:** إدارة المخزون ، إنشاء الأثاث ، قياس الأداء ، تخطيط ورشة العمل

# Table des matières

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Résumé</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>Liste des figures</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>Liste des tableaux</b> .....                                       | <b>11</b> |
| <b>Glossaire</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>Introduction générale</b> .....                                    | <b>14</b> |
| 1. Contexte général .....   | 15        |
| 2. Problématique .....  | 15        |
| 3. Objectifs initiaux .....   | 16        |
| 4. Organisation du mémoire .....                                      | 16        |
| <b>Chapitre 1 : Contexte industriel et scientifique</b> .....         | <b>19</b> |
| <b>Partie 1 : Introduction aux systèmes de production</b> .....       | <b>20</b> |
| <b>Introduction</b> .....   | <b>21</b> |
| 1. Définition .....   | 21        |
| 2. Classification des systèmes de production .....                    | 21        |
| 3. Conception des systèmes de production .....                        | 23        |
| <b>Conclusion</b> .....   | <b>23</b> |
| <b>Partie 2 : Généralités sur les meubles, MDF et Aggloméré</b> ..... | <b>24</b> |
| <b>Introduction</b> .....   | <b>25</b> |
| 1. MDF .....  | 25        |
| 2. L'Aggloméré .....  | 28        |
| 3. Types de meubles fabriqués .....                                   | 29        |
| <b>Conclusion</b> .....   | <b>34</b> |
| <b>Partie 3 : Processus de fabrication de meubles</b> .....           | <b>35</b> |
| <b>Introduction</b> .....   | <b>36</b> |
| 1. Processus de fabrication de meubles .....                          | 36        |
| 2. Equipement nécessaires et leurs caractéristiques .....             | 39        |
| <b>Conclusion</b> .....   | <b>42</b> |
| <b>Chapitre 2 : Introduction à la gestion de la production</b> .....  | <b>43</b> |
| <b>Partie 1 : Prévision et planification industrielles</b> .....      | <b>44</b> |
| <b>Introduction</b> .....   | <b>45</b> |
| 1. La prévision .....   | 45        |
| 2. La planification .....   | 46        |
| 3. De la planification à la simulation .....                          | 49        |
| <b>Conclusion</b> .....   | <b>50</b> |
| <b>Partie 2 : Gestion des stocks</b> .....                            | <b>51</b> |
| <b>Introduction</b> .....   | <b>52</b> |
| 1. Définition du stock .....  | 52        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2. Classement des stocks .....   | 52        |
| 3. Les niveaux de stocks .....   | 52        |
| 4. Les coûts de stockage et l'optimisation .....                         | 53        |
| 5. Les méthodes de réapprovisionnement .....                             | 54        |
| 6. La rotation des stocks .....  | 56        |
| 7. Objectifs de la rotation des stocks .....                             | 57        |
| <b>Conclusion.....</b>   | <b>57</b> |
| <b>Partie 3 : Factory Physics.....</b>                                   | <b>58</b> |
| <b>Introduction .....</b>  | <b>59</b> |
| 1. Définition d'une chaîne de production .....                           | 59        |
| 2. Types d'ateliers de production .....                                  | 59        |
| 3. Mesures de performances .....   | 61        |
| <b>Conclusion.....</b>   | <b>63</b> |
| <b>Partie 4 : Facilities Design.....</b>                                 | <b>64</b> |
| <b>Introduction .....</b>  | <b>65</b> |
| 1. Les types de Layout .....   | 65        |
| 2. Analyse des besoins .....   | 70        |
| 3. Méthodes et algorithmes .....   | 71        |
| 4. Objectifs de Facilities Design .....                                  | 77        |
| 5. Facteurs qui affectent le Layout .....                                | 77        |
| <b>Conclusion.....</b>   | <b>78</b> |
| <b>Chapitre 3 : Etude de cas.....</b>                                    | <b>79</b> |
| <b>Partie 1 : Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design.....</b>    | <b>80</b> |
| <b>Introduction .....</b>  | <b>81</b> |
| 1. Problématique .....   | 81        |
| 2. Rayonnage et entreposage .....  | 81        |
| 3. Prévision de la demande client .....                                  | 83        |
| 4. Lissage exponentiel de la demande client .....                        | 83        |
| 5. Le plan industriel et commercial (PIC) .....                          | 84        |
| 6. Plan directeur de production (PDP) et calcul en besoin net (CBN)..... | 86        |
| <b>Conclusion.....</b>   | <b>95</b> |
| <b>Partie 2 : Mesure de performances.....</b>                            | <b>96</b> |
| <b>Introduction .....</b>  | <b>97</b> |
| 1. Mesure de performances de l'ancienne chaîne .....                     | 97        |
| 2. Etude des résultats de l'ancienne chaîne.....                         | 98        |
| 3. Machines de la nouvelle chaîne .....                                  | 99        |
| 4. Mesure de performances de la nouvelle chaîne .....                    | 100       |
| 5. Etude des résultats de la nouvelle chaîne.....                        | 101       |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Conclusion.....</b>                                   | <b>102</b> |
| <b>Partie 3 : Etude de la nouvelle disposition .....</b> | <b>103</b> |
| <b>Introduction .....</b>                                | <b>104</b> |
| 1. Dimensions et surfaces de chaque machine .....        | 104        |
| 2. Calcul des besoins de l'entreprise .....              | 104        |
| 3. Approche SLP .....                                    | 107        |
| 4. Méthode MST .....                                     | 113        |
| <b>Conclusion .....</b>                                  | <b>116</b> |
| <b>Conclusion générale.....</b>                          | <b>117</b> |
| <b>Résumé .....</b>                                      | <b>119</b> |
| <b>Références bibliographiques .....</b>                 | <b>120</b> |
| <b>Références webographies .....</b>                     | <b>121</b> |



# Liste des figures

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figure 1:</b> L'organisation du mémoire.....  | 18  |
| <b>Figure 2:</b> Le MDF.....   | 25  |
| <b>Figure 3:</b> L'aggloméré.....  | 28  |
| <b>Figure 4:</b> Comptoir en bois.....   | 30  |
| <b>Figure 5:</b> Bureau en bois.....   | 31  |
| <b>Figure 6:</b> Meuble de salle de bain en bois.....  | 31  |
| <b>Figure 7:</b> Chambre à coucher en bois.....  | 32  |
| <b>Figure 8:</b> Cuisine en bois.....  | 32  |
| <b>Figure 9:</b> Table basse.....  | 33  |
| <b>Figure 10:</b> Living en bois.....  | 33  |
| <b>Figure 11:</b> Agencement pharmacie en bois.....  | 34  |
| <b>Figure 12:</b> Processus de fabrication de meubles: Pièces qui passent par toutes les stations..... | 38  |
| <b>Figure 13:</b> Scie à format.....   | 39  |
| <b>Figure 14:</b> CNC Router.....  | 39  |
| <b>Figure 15:</b> Plaqueuse de chant.....  | 40  |
| <b>Figure 16:</b> Perceuse.....  | 41  |
| <b>Figure 17:</b> Gabarit de perçage.....  | 41  |
| <b>Figure 18:</b> VACCUM.....  | 42  |
| <b>Figure 19:</b> Evolution théorique du stock.....  | 54  |
| <b>Figure 20:</b> Schéma d'un réapprovisionnement à quantités variables et à dates fixes.....          | 55  |
| <b>Figure 21:</b> Méthode de rechargement.....   | 55  |
| <b>Figure 22:</b> Implantation d'une chaîne de production en continue.....                             | 60  |
| <b>Figure 23:</b> Implantation d'une chaîne de production en discontinue.....                          | 61  |
| <b>Figure 24:</b> Schéma comparatif entre les différents types de production.....                      | 61  |
| <b>Figure 25:</b> Disposition orientée processus.....  | 67  |
| <b>Figure 26:</b> Disposition orientée produit.....  | 68  |
| <b>Figure 27:</b> Disposition fixe.....  | 69  |
| <b>Figure 28:</b> Technologie de groupe.....   | 70  |
| <b>Figure 29:</b> Disposition combinée.....  | 71  |
| <b>Figure 30:</b> Principes fondamentaux de la construction du Layout.....                             | 72  |
| <b>Figure 31:</b> Exemple d'une matrice de fréquence des voyages "De-à ".....                          | 73  |
| <b>Figure 32:</b> Exemple d'un tableau des relations d'activité.....                                   | 74  |
| <b>Figure 33:</b> Exemple d'un diagramme de relation.....  | 75  |
| <b>Figure 34:</b> Exemple d'un passage du diagramme de relation ou diagramme de relation spatiale..... | 76  |
| <b>Figure 35:</b> Exemple d'un graphe de contiguïté planaire.....                                      | 76  |
| <b>Figure 36:</b> Disposition obtenue.....   | 77  |
| <b>Figure 37:</b> Rayonnage sous FlexSim.....  | 83  |
| <b>Figure 38:</b> Bac de déchets.....  | 83  |
| <b>Figure 39:</b> Fiche technique de gestion de stock.....   | 83  |
| <b>Figure 40:</b> Nomenclature d'un comptoir.....  | 88  |
| <b>Figure 41:</b> Nomenclature d'un meuble de salle de bain.....                                       | 90  |
| <b>Figure 42:</b> Nomenclature d'un Living.....  | 92  |
| <b>Figure 43:</b> Nomenclature d'un meuble pharmacie.....  | 94  |
| <b>Figure 44:</b> Modèle ARENA de l'ancienne chaîne.....   | 98  |
| <b>Figure 45:</b> Résultats de l'ancienne chaîne.....  | 99  |
| <b>Figure 46:</b> Courbe représentation le TH en fonction du WIP dans le cas de l'ancienne chaîne..... | 99  |
| <b>Figure 47:</b> CNC2040.....   | 100 |
| <b>Figure 48:</b> CNC Side Drilling.....   | 100 |
| <b>Figure 49:</b> Plaqueuse MIZRAK.....  | 101 |
| <b>Figure 50:</b> Modèle ARENA de la nouvelle chaîne.....  | 101 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figure 51:</b> Résultats de la nouvelle chaîne .....   | 102 |
| <b>Figure 52:</b> Courbe représentant le TH en fonction du WIP dans le cas de la nouvelle chaîne .. | 102 |
| <b>Figure 53:</b> Utilisation des machines de l'ancienne chaîne .....                               | 106 |
| <b>Figure 54:</b> Utilisation des machines de la nouvelle chaîne .....                              | 107 |
| <b>Figure 55:</b> Relationship chart de l'ancienne chaîne (alternative 1).....                      | 109 |
| <b>Figure 56:</b> Relationship chart de l'ancienne chaîne (alternative 2).....                      | 109 |
| <b>Figure 57:</b> Relationship diagramme de l'ancienne chaîne .....                                 | 109 |
| <b>Figure 58 :</b> Relationship chart de la nouvelle chaîne (alternative 1).....                    | 109 |
| <b>Figure 59:</b> Relationship chart de la nouvelle chaîne (alternative 2).....                     | 109 |
| <b>Figure 60:</b> Relationship diagramme de la nouvelle chaîne (alternative 2) .....                | 109 |
| <b>Figure 61:</b> Nouvelle disposition sur Auto-CAD .....   | 109 |

# Liste des tableaux

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tableau 1:</b> Code couleur pour les côtes de proximités.....                         | 74  |
| <b>Tableau 2:</b> Types de lien selon la classe de proximité .....                       | 75  |
| <b>Tableau 3:</b> Prévision de la demande client pour les sous-familles de produits..... | 84  |
| <b>Tableau 4:</b> Lissage exponentiel de la demande client .....                         | 85  |
| <b>Tableau 5:</b> Le PIC pour les ventes.....  | 85  |
| <b>Tableau 6:</b> Le PIC pour la production .....  | 86  |
| <b>Tableau 7:</b> Le PIC pour le stock.....  | 86  |
| <b>Tableau 8:</b> Le PDP de la sous famille A .....                                      | 87  |
| <b>Tableau 9:</b> Le CBN des panneaux pour la sous famille A .....                       | 88  |
| <b>Tableau 10:</b> Le CBN des poignets pour la sous famille A .....                      | 89  |
| <b>Tableau 11:</b> Le CBN des glissières pour la sous famille A .....                    | 89  |
| <b>Tableau 12 :</b> Le CBN des rouleaux de chant pour la sous famille A .....            | 89  |
| <b>Tableau 13:</b> Le CBN des punaises pour la sous famille A .....                      | 89  |
| <b>Tableau 14:</b> Le PDP de la sous famille B.....                                      | 90  |
| <b>Tableau 15:</b> Le CBN des panneaux pour la sous famille B.....                       | 91  |
| <b>Tableau 16:</b> Le CBN des vasques pour la sous famille B .....                       | 91  |
| <b>Tableau 17:</b> Le CBN des glissières pour la sous famille B .....                    | 91  |
| <b>Tableau 18:</b> Le CBN des miroirs pour la sous famille B .....                       | 91  |
| <b>Tableau 19:</b> Le CBN des rouleaux de chant pour la sous famille B .....             | 91  |
| <b>Tableau 20:</b> Le PDP de la sous famille C.....                                      | 92  |
| <b>Tableau 21:</b> Le CBN des panneaux pour la sous famille C.....                       | 93  |
| <b>Tableau 22:</b> Le CBN des charnières pour la sous famille C .....                    | 93  |
| <b>Tableau 23:</b> Le CBN des punaises pour la sous famille C .....                      | 93  |
| <b>Tableau 24:</b> Le CBN des rouleaux de chant pour la sous famille C .....             | 93  |
| <b>Tableau 25:</b> Le PDP de la sous famille D .....                                     | 94  |
| <b>Tableau 26:</b> Le CBN des panneaux pour la sous famille D .....                      | 95  |
| <b>Tableau 27:</b> Le CBN des punaises pour la sous famille D.....                       | 95  |
| <b>Tableau 28:</b> Le CBN des rouleaux de chant pour la sous famille D .....             | 95  |
| <b>Tableau 29:</b> Le CBN total des panneaux.....  | 95  |
| <b>Tableau 30:</b> Le CBN total des punaises .....                                       | 96  |
| <b>Tableau 31:</b> Le CBN total des glissières .....                                     | 96  |
| <b>Tableau 32:</b> Mesures de performance de l'ancienne chaîne .....                     | 98  |
| <b>Tableau 33:</b> Mesures de performances de la nouvelle chaîne .....                   | 101 |
| <b>Tableau 34:</b> Dimensions et surfaces de chaque machine .....                        | 105 |
| <b>Tableau 35:</b> Données sur l'ancienne chaîne .....                                   | 105 |
| <b>Tableau 36:</b> Données de disponibilité pour l'ancienne chaîne .....                 | 107 |
| <b>Tableau 37:</b> Données de disponibilité pour la nouvelle chaîne.....                 | 108 |

# Liste des abréviations

---

**MDF:** Medium Density Fiberboard  
**LDF:** Low Density Fiberboard  
**HDF:** High Density Fiberboard  
**OSB:** Oriented Strand Board  
**TV:** Télé Vision  
**IKEA:** Ingvar Kamprad Elmtaryd Agunnaryd  
**3D :** Trois Dimensions  
**CFAO :** Conception et fabrication Assistés par ordinateur  
**CNC:** Computer Numerical Control  
**PVC:** PolyVinylChloride  
**PIC :** Plan Industriel et commercial  
**PDP :** Plan Directeur de Production  
**DAV :** Disponible A Vendre  
**DP :** Disponible Prévisionnel  
**ST :** Stock de départ  
**SS :** Stock de sécurité  
**SP :** Stock prévisionnel  
**OL :** Ordres Lancés attendus  
**OP :** Ordre Proposé de production  
**BN :** Besoin Net  
**BB :** Besoin Brut  
**DRS :** Durée de Rotation des Stocks  
**TH:** Throughput  
**WIP:** Work in Progress  
**MST:** Modified Spanning Tree  
**SLP:** Systematic Layout Planning

# Glossaire

---

**Rouleau de chant** : bandes de différentes couleurs utilisées pour plaquer les côtes des panneaux d'aggloméré ou d'MDF.

**Layout** : terme anglais dont la traduction française signifie « disposition » ou « plan ».

**Flux** : mouvement des produits, composants, encours ou matière le long de la chaîne de production.

**Encours** : produits soumis aux différentes étapes de fabrications comprises entre la matière première et le produit fini.

**Aggloméré** : matériau de construction artificiel de forme géométrique régulière plein ou creux, résultant du durcissement d'un mélange de liant et de matériaux inertes.

**Gabarit de perçage** : permet de réaliser des séries de trous de différentes formes sans effort et en toute sécurité.

**Capacité de production** : la production maximale d'une machine ou de toute une unité de production.

**Méla miné** : dérivé du bois fabriqué par application directe de papiers imprégnés d'aminoplaste.

# Introduction générale

# Introduction générale

---

## 1. Context général

L'industrie désigne l'ensemble des activités conceptrices et productrices de la société, étant un phénomène qui a changé et bouleversé le cours de l'histoire de l'humanité, elle constitue actuellement une pièce maîtresse de l'économie mondiale. De nos jours, les entreprises ainsi que les fabricants sont confrontées à un marché variable et aux besoins de clients en constante évolution. Le monde de la production se heurte à des mutations drastiques et à de nouveaux défis due au développement technologique et à l'évolution des marchés qui deviennent de plus en plus compétitifs et imprédictibles. Dans cette optique, pour la survie d'une entreprise, les réductions des coûts, le respect des délais et une qualité totale constante sont les éléments indispensables. Cependant, une entreprise doit savoir rester flexible en tout point pour répondre présente à chaque nouveau produit ou marché.

Pour cela, les entreprises productrices doivent optimiser chaque aspect de leurs systèmes, de la production jusqu'à la distribution, par conséquent lorsque des problèmes surgissent c'est souvent synonyme d'une mauvaise organisation. Une bonne planification et gestion de stocks, assure la disponibilité au bon moment à faible coût de la matière, ainsi qu'une disposition et un ordonnancement optimale, peuvent améliorer la productivité de manière considérable.

Pour concevoir un système de production capable de s'adapter successivement à plusieurs contextes de production, une bonne étude de conception s'impose, étude qui se base sur les principes de « **Facility Layout Design** ».

Le concept autrement dit 'l'aménagement des installations' vise à harmoniser les objectifs stratégiques de l'entreprise tout en assurant la rentabilité. En effet, c'est une technique de conception de disposition et de positionnement des machines, processus et autres services dans l'usine de manière systématique et ordonnée afin d'obtenir la quantité et la qualité de production adéquate au meilleur coût possible.

Notre stage de fin d'étude s'est déroulé chez **Kara Design**, une entreprise dont le but principal est de satisfaire la demande dans les délais prescrits par les clients. Pour ce fait, on est dans l'obligation de revoir la conception et d'étudier l'aménagement de la chaîne de production déjà existante de manière optimale et de prévoir une éventuelle nouvelle chaîne similaire tout en respectant les contraintes techniques et économiques. Les transformations obtenues lors de cette étude amélioreront considérablement la productivité de l'entreprise ainsi que sur les coûts de production et par conséquent les coûts de vente, ce qui permettra à l'entreprise de rester compétitive en tout point.

## 2. Problématique

Étant le besoin de l'entreprise **Kara Design** de produire suffisamment pour satisfaire la demande, les travaux exposés dans ce mémoire, se baseront principalement sur ce besoin.

Notre étude se concentrera premièrement sur la mise en place d'une gestion et planification de stocks, afin de fournir la quantité nécessaire au moment opportun dans le but de réduire le temps d'approvisionnement. Deuxièmement, sur les réglages de la conception de la chaîne existante et éventuellement la conception complète d'une nouvelle chaîne, en minimisant les distances entre machines et en maximisant le flux tout en respectant les contraintes liées au séquençement des tâches, aux équipements ainsi que les contraintes propres à l'entreprise. Troisièmement, sur les mesures de

performances de chaque chaîne et des potentielles améliorations pour garantir une productivité maximale.

### 3. Objectifs initiaux

Pour répondre à cette problématique, notre projet porte les objectifs suivants :

- Mise en place d'un système de gestion de stock.
- Analyse et mesure des performances du système de production.
- Étude de la conception et aménagement de l'usine.

### 4. Organisation du mémoire

Notre mémoire est composé en trois chapitres, chaque chapitre comporte des parties organisées selon le schéma défini dans la (figure 01) :

#### ○ Chapitre 01 : Contexte industriel et scientifique

Dans ce chapitre, nous aborderons les bases sur les différents systèmes de production ainsi que les processus de fabrication. Ce dernier comporte trois parties :

- **Partie 01** intitulé « Introduction aux systèmes de production », dans cette partie nous traiterons la définition d'un système de production ainsi que ses différentes classifications. D'autre part, nous aborderons les différentes conceptions possibles d'un système de production.
- **Partie 02** intitulé « Généralités sur les meubles, MDF et Aggloméré », nous présenterons les différents types de matières premières utilisés, leurs avantages et inconvénients ainsi que leurs processus de fabrication. Nous présenterons aussi la majeure partie des meubles fabriqués par l'entreprise **Kara Design**.
- **Partie 03** intitulé « Processus de fabrication de meuble », nous aborderons le processus de fabrication de meuble proposé par l'entreprise de manière détaillée, nous décrirons les équipements et machines requis dans ce processus. Un diagramme sera présenté en dernier lieu pour exposer et clarifier le séquençement des tâches.

#### ○ Chapitre 02 : Introduction à la gestion de production

Dans ce chapitre, nous exposerons toutes les parties théoriques utilisées et méthodes utiles à notre étude, il comportera quatre parties :

- **Partie 01** intitulé « Prévision et planification industrielles », nous nous intéresserons aux différents concepts de prévision ainsi que la planification de la production.
- **Partie 02** intitulé « Gestion des stocks », nous présenterons dans cette partie les différents concepts et méthodes pour une bonne gestion de stock, et des plans directeur de la production.
- **Partie 03** intitulé « Factory Physics », nous définirons le concept de Factory Physics ainsi que les types d'ateliers de production et nous exposerons les différents



indicateurs de mesure de performance qui nous permettront de définir les capacités de production de chaque chaîne.

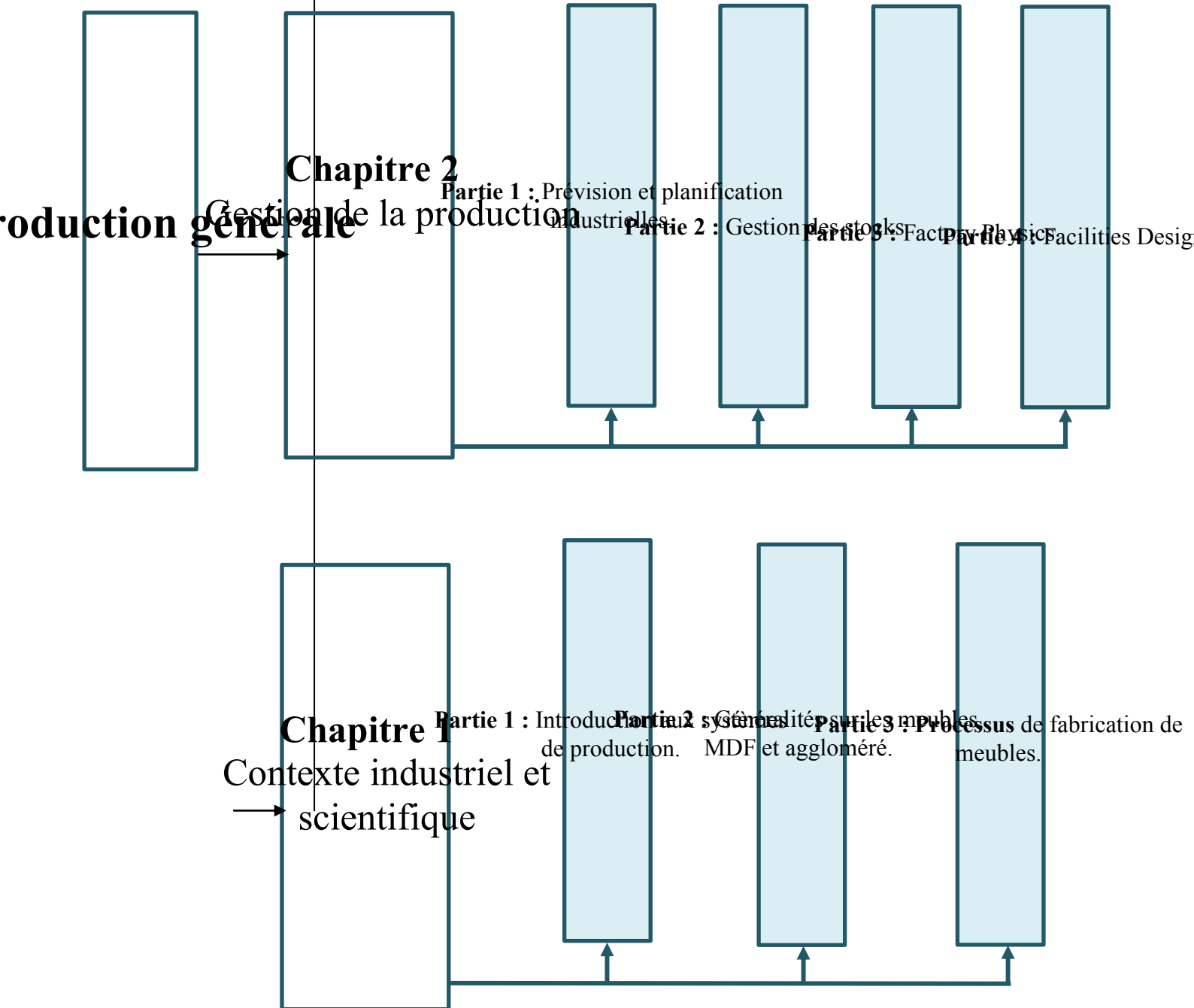
- **Partie 04** intitulé « Facilities Design », nous mettrons en point la définition et spécifications du Facility Layout design ainsi que les différents types de Layout, nous définirons quelques méthodes et algorithmes utilisés dans cette étude.

- **Chapitre 03: Étude de cas**

Dans ce chapitre, nous appliquerons les méthodes citées dans le chapitre précédent, nous exposerons tout le travail fait pour l'entreprise **Kara Design** ainsi que les solutions et résultats obtenus à la problématique.

- **Partie 01** intitulé « Gestion de stock de l'entreprise », nous donnerons une approximation des prévisions de vente sur une année pour obtenir les besoins en production ainsi que les quantités à stocker.
- **Partie 02** intitulé « Mesure de performance », cette partie traite principalement les calculs en performance de la première chaîne et la nouvelle chaîne par les indicateurs de Factory Physics.
- **Partie 03** intitulé « Étude de la nouvelle disposition », nous essayerons de donner une disposition en se basant sur ce qui a été vu préalablement et nous l'évaluerons par la suite pour déboucher vers un aménagement optimal.

: L'organisation du mémoire



# **Chapitre 1 : Contexte industriel et scientifique.**

# Partie 1 : Introduction aux systèmes de production.

### **Introduction**

Durant les trois dernières décennies, les systèmes de production ont subi des changements notables qui ont modifié leurs modes de gestion. Cette gestion est devenue un problème, qui consiste à gérer de façon intégrée les différentes fonctions du système, et ceci de façon à maximiser ses performances en fonction des objectifs établis. Un système de production est constitué d'un ensemble de processus visant à produire des éléments. Ces processus sont composés d'un ensemble de phases de production, correspondante chacune à une activité ou à un ensemble d'activités, permettant de transformer les éléments dans le processus de production.

Avant, le but d'un système de production était limité à exécuter une séquence de processus pour produire un seul type de produit. Actuellement, le besoin d'offrir une variété de produits, avec une qualité optimale et dans un cycle de production très court, a augmenté les exigences du système de production pour supporter l'exécution parallèle de ses processus. L'impératif de cette exécution, a conduit à une augmentation de la complexité des systèmes de production, ce qui a entraîné un problème de fiabilité et de sûreté de fonctionnement.

Le but est donc d'élaborer des procédures de supervision et de diagnostic au-dessus de la couche de commande du système de production, en vue de garantir les objectifs de sécurité, de synchronisation, de fiabilité et de disponibilité.

### **1. Définition**

Un système de production est un ensemble de ressources dont la synergie est organisée pour transformer la matière première ou composants dans le but de créer un produit ou un service. Dans cet ensemble, on distingue quatre types de ressources : des équipements (machines, outils, moyens de transport, moyens financiers ...), des moyens humains qui permettent le bon déroulement du processus de transformation, des produits à différentes étapes de fabrication (matière première, produits semi finis, produits finis ...), des entrepôts ou des aires de stockage.

En ce qui concerne les équipements de production, on distingue trois sous types : les machines de production, permettant d'effectuer des opérations de transformation, les machines de manutention, permettant de transporter des pièces dans l'atelier (robots, chariot mobiles, tapis roulant, ...), et les machines de contrôle de qualité. Les deux dernières peuvent être considérées comme des machines de production spéciales ou fictives [1].

### **2. Classification des systèmes de production**

#### **2.1. Organisation en série unitaire**

La production de type unitaire est une production mobilisant sur une période assez longue l'essentiel des ressources d'une entreprise pour réaliser un nombre très limité de projets. Comme exemples, la construction de navires de grande taille qui se font, le plus souvent, en quelques exemplaires, la construction des fusées, avion, etc... Pour ce qui est des ressources mobilisées, un personnel hautement qualifié est requis vu le caractère non répétitif des tâches.

En ce qui concerne le problème d'ordonnancement, le problème majeur est l'arbitrage entre la recherche d'un coût compétitif et le respect des délais. En effet, d'une part, les commandes seront rapidement honorées si beaucoup de ressources sont mises en œuvre. Mais, d'autre part, le coût des ressources est généralement

## **Partie1 : Introduction aux systèmes de production.**

---

croissant avec leur niveau d'utilisation : La location de machines supplémentaires et l'engagement d'intérimaires coûtent généralement plus cher que l'utilisation des ressources propres à l'entreprise.

La détermination de l'ordre d'exécution des tâches, autrement dit leurs ordonnancements, est essentiel. En effet, non seulement l'ordre d'exécution des tâches détermine la date de livraison, mais, comme nous le verrons, il influence les coûts dans la mesure où une mauvaise coordination s'accompagne souvent de chômage technique pour certaines ressources et du paiement de pénalités pour non-respect des délais [2].

### **2.2. Organisation en ateliers spécialisés**

On parle d'organisation en ateliers spécialisés lorsque tous les équipements assurant une fonction spécialisée sont réunis en un même lieu. Comme exemple, on peut citer un atelier de peinture dans une usine d'assemblage automobile. En ce qui concerne les ressources mobilisées, la main d'œuvre est plutôt qualifiée et les équipements sont polyvalents.

En ce qui concerne le problème de l'organisation efficace des ressources, deux problèmes principaux sont à considérer :

- Lors de la conception de l'atelier, le problème principal est la gestion des coûts de manutention entre les différents postes de travail. Afin de diminuer ces coûts on détermine la meilleure localisation des machines les unes par rapport aux autres dans l'atelier. Ceci fait appel aux méthodes d'agencement dans l'espace.
- Lors de la gestion quotidienne de l'atelier, le problème principal est de déterminer l'ordre d'exécution des différentes tâches sur une ou plusieurs machines [2].

### **2.3. Organisation en ligne de production**

On parle d'organisation en lignes de production lorsqu'un flux régulier de produits passe d'un poste à l'autre, l'ordre de passage étant fixé. Comme exemple, on peut citer les lignes d'assemblage d'automobiles. En ce qui concerne les ressources mises en œuvre, les équipements sont généralement très spécialisés. En ce qui concerne l'organisation efficace des ressources, le problème majeur consiste en l'équilibrage de la chaîne : c'est-à-dire à définir les tâches à réaliser à chaque poste de manière à avoir le même temps de réalisation à chaque poste. En effet, un mauvais équilibrage de la chaîne entraînera une sous-utilisation des ressources puisque la chaîne tourne à la vitesse de la machine goulot.

Deux autres problèmes sont très importants dans ce mode d'organisation de la production. Il s'agit de : la fiabilité de la chaîne, un maillon défectueux et toute la chaîne s'arrête, et de la fiabilité du système d'informations [2].

### **2.4. Industrie des process**

On parle d'industries de processus lorsque le mode d'organisation est caractérisé par un flux régulier et important de matières premières destinées à être transformées en matières plus élaborées. Comme exemples, on peut citer la pétrochimie, le secteur de la chimie lourde, l'agro-alimentaire, etc...

En ce qui concerne l'organisation efficace des ressources, vu l'importance et la régularité de la demande, le problème d'organisation au coût minimum est généralement assez simple. Il peut être résolu par la programmation linéaire [2].

### **3. Conception des systèmes de production**

La conception d'un système de production représente l'ensemble des activités nécessaires qui partant de la spécification des exigences du système, conduit à la définition de son architecture et de ses constituants.

Auparavant peu structuré, le processus de conception s'est peu à peu formalisé à partir des années 70 dans une visée d'optimisation : réduction des coûts et des délais de conception, volonté d'accroître la qualité et de gérer la complexification croissante des systèmes. Le domaine scientifique de Facilities Design a d'abord cherché à comprendre les pratiques de conception avant de développer des méthodes et des principes destinés à les structurer. Le processus de conception doit préciser ce qui doit être fait et à quel moment, quels techniques et outils sont nécessaires à chaque phase, quelles informations nécessitent d'être collectées et quels seront les résultats et le rendu de chaque phase.

Le processus de conception est souvent représenté comme un processus linéaire, bien qu'il soit localement itératif. Ce processus linéaire peut être découpé en quatre grandes phases :

- La planification et clarification des tâches va collecter les informations concernant les exigences que le produit doit satisfaire ainsi que les contraintes existantes et leurs importances.
- La conception conceptuelle va établir des concepts de solution qui répondent aux exigences du cahier des charges. Sur la base de critères spécifiques, souvent d'ordre technico-économique, un concept de solution est retenu. Elle se conclut par la rédaction du cahier des charges du système.
- La conception architecturale va spécifier une structuration globale du produit, à partir du concept retenu, en définissant les dimensions et les configurations des composants.
- La conception détaillée fournit, grâce à des simulations et des calculs avancés, une description détaillée du produit permettant sa production. Cette phase résulte en une spécification des informations sous forme de documentation métier pour la production [3].

### **Conclusion**

D'une manière générale, les méthodologies et modèles de processus dédiés au développement des systèmes de production restent moins nombreux comparés à ceux proposés pour le développement de produits. Un système de production peut être vu comme un produit complexe intégrant des composants sociotechniques. En particulier, la conception d'un système de production détermine de quelle façon les produits sont fabriqués, en décidant de l'implantation du système ou du nombre de machines nécessaires. Donc, peu importe le secteur d'activité, l'entreprise doit savoir se concentrer sur l'adaptation et la flexibilité du système de production en vue des changements et des nouveautés en termes de demandes, de technologies et même de leurs équipements. Nous allons voir dans ce qui suit les généralités sur les différentes matières utilisées dans la fabrication de meuble MDF ainsi que l'Aggloméré, mais aussi les types de meuble les plus demandés.

## **Partie 2 : Généralités sur les meubles, MDF et l'Aggloméré.**



### Introduction

Cette partie traitera principalement les différents types de matière première utilisés par l'entreprise Kara Design, à savoir le MDF<sup>1</sup> qui est le matériau le plus commun et le plus utilisé pour sa densité bien équilibrée, sa facilité de transformation et surtout son charme semblable au bois massif mais à un prix beaucoup plus abordable. Une autre matière première est utilisée occasionnellement, l'Aggloméré, communément connu sous le nom de Mèlaminé. Très peu utilisé par l'entreprise, en raison de sa fragilité lors de la manipulation et la finition de qualité assez moyenne. Ceci étant dit économiquement parlant, l'aggloméré est beaucoup plus attractif pour son faible coût. Cette partie abordera par la même occasion les différents types de meubles qui sont actuellement tendance et fabriqués par Kara Design, des produits qui répondent parfaitement aux fluctuations du marché et aux demandes des clients.

## 1. MDF

### 1.1. Description

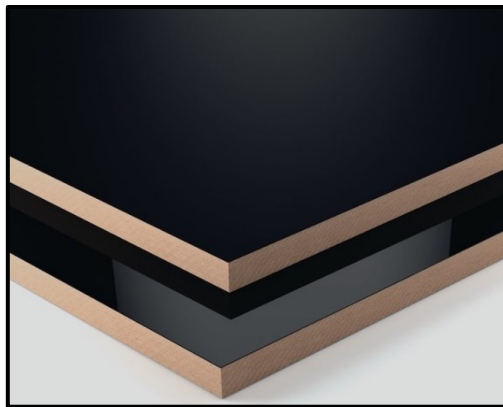


Figure 2: Le MDF

L'acronyme MDF vient du mot anglais Medium Density Fiberboard qui signifie panneau de fibre de densité moyenne. Ce type de panneau est fabriqué par voie sèche à partir de fibres de bois fines et uniformes, qui sont reliées entre elles par des résines, de la chaleur et de la pression. Le bois utilisé pour leur production est de différentes essences, issues de conifères. Généralement, le bois utilisé est celui qui provient du traitement des déchets, du bois rond et des déchets. La déforestation excessive et les pénuries de bois dans les bois ont conduit à la production de panneaux MDF comme alternative valable au bois massif. Le pourcentage de fibres utilisées dans la production d'un panneau est d'environ 85%, préalablement traité pour éliminer la lignine. On l'appelle communément panneau de bois MDF mais la formulation n'est pas correcte car il ne s'agit pas de bois pur, mais d'un produit dérivé du bois. Selon la densité finale et le procédé de fabrication, il existe trois catégories de panneaux de fibres de bois [4] :

- **LDF**<sup>2</sup>: basse densité.
- **MDF**: densité moyenne.
- **HDF**<sup>3</sup> : haute densité.

---

<sup>1</sup> Medium Density Fiberboard

<sup>2</sup> Low Density Fiberboard

Une des caractéristiques fondamentales du MDF est la **pression ou la densité**. En effet, quand on parle de densité moyenne, celle-ci se situe entre **500 et 800 kg / m<sup>3</sup>**, où au-dessus on parle de haute densité et au-dessous de basse densité [4].

### **1.2. Processus de fabrication**

Le bois utilisé pour la production du MDF est écorcé, ébréché et sélectionné afin d'éliminer l'écorce restante. Il est ensuite raffiné et broyé pour devenir une pâte fibreuse immergée dans l'eau et défibrée à l'aide de vapeur et de chaleur, ou au moyen de substances chimiques spéciales.

Lors de sa fabrication, certains produits chimiques peuvent être ajoutés afin de leur donner des caractéristiques supplémentaires, comme par exemple éviter l'apparition de champignons, de moisissures, le rendre hydrofuge et ignifuge.

Les panneaux MDF ont une couleur uniforme ; contrairement au bois pur, ils n'ont pas de veines, ce qui facilite leur transformation. Ce bois artificiel est produit en panneaux avec une surface lisse sur les deux faces, qui, grâce à leur forme, ils peuvent être peints, revêtus et personnalisés.

Pour améliorer leur esthétique, ces panneaux peuvent être recouverts de mélamine, de feuilles synthétiques à peindre, de feuilles synthétiques colorées, de papier laqué, de feuilles de bois ou du PVC. Le MDF laqué est un produit esthétique. Bien que le MDF soit souvent utilisé comme matériau de base dans les armoires, les comptoirs, les meubles, les portes, etc. Il n'est pas conçu pour être fini. Son efficacité réside dans sa force et sa densité, et non dans son attractivité. Un moyen de contourner cela est l'utilisation de placage. Le placage est une mince couche de bois massif ou PVC. Non seulement cela recouvre la surface du panneau avec l'apparence du bois massif, mais cela réduit considérablement les coûts. Les utilisations des panneaux MDF sont multiples : cuisine, bureau, comptoir, meuble de salle de bain, chambre à coucher, etc.

Une attention particulière doit être portée à son traitement, car l'inhalation des poussières produites lors de la découpe peut être nocive, car les résines utilisées dans le processus de fabrication contiennent des substances toxiques. L'urée-formaldéhyde, par exemple, est utilisée lors de la fabrication et peut être libérée dans l'air lors de la coupe ou du lissage du matériau MDF, provoquant une irritation des yeux et des poumons.

Sur le marché, on trouve des MDF produits avec des résines à faible teneur en substances toxiques, mais il est recommandé d'utiliser des dispositifs de protection afin d'éviter l'inhalation de poussière. Le MDF est totalement recyclable : à la fin de sa durée de vie, il doit être acheminé vers les îlots écologiques qui sont désormais présents dans toutes les grandes et petites villes [4].

### **1.3. Propriétés**

Les panneaux MDF se caractérisent par leur uniformité et leur homogénéité sur toute leur épaisseur, ne présentent pas de problèmes au moment de la découpe et peuvent être usinés et façonnés avec une extrême facilité.

La densité des fibres doit être égale ou supérieure à **450 kg/mc**, valeur qui rend le matériau très stable sur le plan dimensionnel, plutôt que le bois massif, propriété très appréciée en menuiserie et ameublement. Du point de vue de la résistance à l'humidité, celle-ci est relativement faible en raison de la capacité d'absorption d'eau des fibres dont elle est faite. Cette résistance peut être améliorée en utilisant, pendant

---

<sup>3</sup> High Density Fiberboard

le processus de production, des produits spéciaux qui augmentent considérablement sa résistance à l'humidité [4].

Il est à noter que le nom hydrofuge de ce matériau n'est pas correct, car il ne s'agit que de panneaux résistants à l'humidité et ne doit pas être exposé aux éléments sans protection adéquate.

Comme le bois massif, il n'est pas un bon conducteur thermique et acoustique, bien que ces caractéristiques puissent être améliorées en incorporant la masse dans le panneau ou en l'associant à d'autres éléments qui ont un meilleur comportement. Depuis quelques années, les fabricants de panneaux MDF s'engagent à produire des matériaux à faible teneur en formaldéhyde. La réaction au feu est très similaire à celle du bois massif, qui peut être améliorée en ajoutant des produits ignifuges aux résines adhésives pendant la fabrication. Les panneaux MDF à résistance au feu améliorée sont généralement de couleur rouge pour les distinguer des panneaux standard. Selon les conditions environnementales et les zones climatiques où il est utilisé, le MDF peut être attaqué par des champignons ou des termites, tandis que la présence de colle l'empêche d'être attaqué par des insectes du cycle larvaire, comme les vers à bois, qui ne servent pas de nourriture. Dans ce cas également, la résistance aux champignons ou aux termites peut être améliorée par un traitement de surface ou l'utilisation d'insecticides et de fongicides dans la colle [4].

### 1.4. Avantages

Voici une liste des principaux avantages de l'utilisation du MDF :

- **Facilité de coupe et de transformation** : Le fait qu'il soit constitué de petites fibres de bois facilite les opérations de coupe, rendant cette opération similaire à celle du bois massif.
- **Surface lisse** : Cette caractéristique convertit le matériau idéal pour l'application de peintures, laques et vernis, en plus d'être un excellent support pour le revêtement avec des feuilles de bois, donnant l'aspect d'un bois massif
- **Idéal pour l'utilisation de colle et d'adhésif**
- **Économique** : Beaucoup moins cher que le bois massif [4].

### 1.5. Inconvénients

Voici une liste des principaux inconvénients de l'utilisation du MDF :

- **Faible résistance** : Faible résistance comparée à celle du bois massif vu sa densité.
- **Faible résistance à l'eau** : Les panneaux MDF ne sont pas très résistants à l'eau, même ceux qui ont été traités à cet effet. Ce qui les rend inconvenable à un usage extérieur.
- **Problèmes lors du vissage à proximité des bords** : l'alésage doit être effectué lors du vissage à proximité des bords, afin d'éviter la rupture du bord.
- **Toxicité dans le traitement** : l'utilisation d'un masque lors du travail est toujours recommandée, ainsi que le travail dans un endroit ouvert et ventilé pour éviter d'inhaler la poussière qui se produit pendant la coupe ou le lissage, car le MDF est

produit avec des produits chimiques toxiques. Bien entendu, il convient également d'utiliser des lunettes de protection et tous les autres équipements de protection individuelle prévus pour le type de traitement [4].

## 2. L'Aggloméré

### 2.1. Description



**Figure 3:** L'aggloméré

Le panneau de particules de bois, appelé aussi panneau de mélamine est un panneau constitué d'un aggloméré de particules issues du recyclage ou de chutes de bois. Il existe trois principales catégories de produits issus du bois utilisés pour le bricolage, l'aménagement et la construction. Ils ont les particularités suivantes :

- **Le contreplaqué** : est composé de feuilles complètes de bois déroulées à partir d'un tronc et collées entre elles en couches successives.
- **Le lamellé ou OSB<sup>4</sup>** : est un assemblage de fines lamelles de bois de quelques centimètres de longueur qui sont collées par cuisson entre-elles afin de reconstituer la texture d'un bois.
- **L'aggloméré** : est confectionné à partir de petites particules de bois pressées et collées entre elles, d'où l'appellation de panneau de particules. Lorsque ces particules sont très petites, le panneau de particules agglomérées prend alors l'appellation de médium [5].

### 2.2. Processus de fabrication

L'assemblage des particules de bois pour confectionner un panneau se fait par pressage à sec avec adjonction d'un liant, d'une colle. On distingue deux types de panneaux de particules en fonction du liant utilisé pour le collage :

- **Le panneau organique** : le plus courant, où le collage des particules est assuré par une résine. La résine à base de phénol ou d'urée est susceptible de dégager des solvants comme le formaldéhyde qui nuisent à la qualité de l'air intérieur.
- **Le panneau inorganique** : pour lequel le liant utilisé est une sorte de ciment inerte qui ne dégage pas de solvants. Qui n'est pas souvent disponible sur le marché Algérien.

---

<sup>4</sup> Oriented Strand Board

La fabrication d'un panneau de particules se fait en usine dans des presses qui réalisent de grandes plaques d'épaisseurs diverses découpées ensuite en panneaux. On trouve des panneaux de particules fins ou très épais de **3 mm** jusqu'à **5 cm** environ [5].

### 2.3. Propriétés

Les panneaux de particules de bois sont bon marché et faciles à utiliser. Il faut cependant prendre des précautions pour l'usinage (fraisage, ...) car la colle contenue dans le panneau contribue à une surchauffe de l'outil et conduit à une détérioration très rapide de celui-ci. Des outils diamantés sont recommandés dans ce cas [6].

### 2.4. Avantages

Voici une liste des principaux avantages de l'utilisation de L'Aggloméré :

- **Prix** : Les meubles en bois massif, les comptoirs, les portes, les planchers ou les panneaux muraux sont très chers. En effet, alors que dans le passé le bois massif était moins cher que les matériaux composites, cette tendance a été inversée. Le bois massif est un luxe que de nombreux consommateurs ne peuvent pas se permettre. Pour les acheteurs soucieux de l'environnement, le bois massif est considéré comme un matériau non durable. Le panneau de particules, fabriqué en partie à partir de déchets à base de bois est la meilleure chose à côté de matériaux recyclés. En utilisant du placage sur le panneau de particules, vous réduisez considérablement les coûts, mais vous ne perdez pas nécessairement la beauté du vrai bois, surtout lorsque le travail est bien fait.
- **Poids** : En grande quantité, les meubles en bois massif sont beaucoup plus lourds que les panneaux de particules recouverts de placage. Pour les petites œuvres, cet avantage est négligeable, mais quand il s'agit de meubles plus gros, cela fait une différence.
- **Durabilité** : Le panneau de particules peut se déformer s'il est fréquemment exposé à des niveaux élevés d'humidité. Cependant, lorsqu'il est plaqué et correctement scellé et bien fini sur les bords, il est moins susceptible d'être affecté par les changements de température [7].

### 2.5. Inconvénients

Voici une liste des principaux inconvénients de l'utilisation de l'Aggloméré :

- **Diminution de la qualité** : En relation avec le potentiel d'un travail de piètre qualité, les panneaux de particules plaqués s'effondreront dans le temps, montreront leur vraie nature et cesseront d'être un meuble attrayant.
- **Faible qualité d'exécution** : Les meubles faits à base de panneaux de particules recouverts de placage ne tromperont pas l'œil averti [7].

### 3. Types de meubles fabriqués

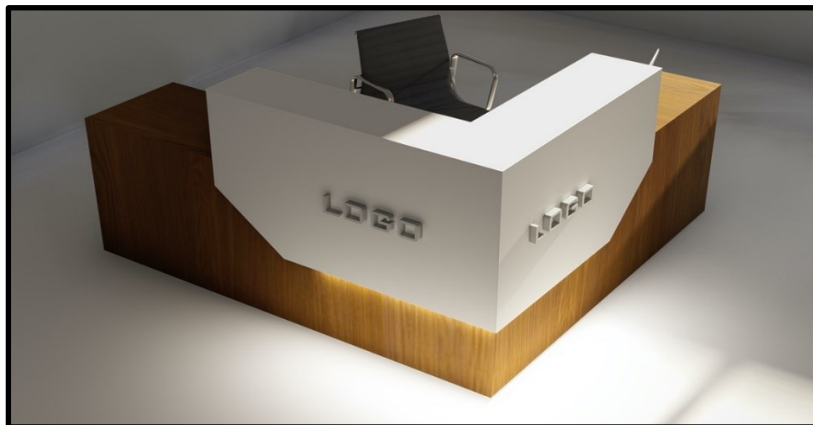
#### 3.1. Définition

Les meubles sont l'ensemble des éléments de mobilier qui, dans un logement, un bureau, etc. sert au confort des habitants ou des utilisateurs, chaises, lits, tables..., Au rangement d'objets divers, armoires, buffets, commodes, bibliothèques... Les meubles de rangement, qui comportent usuellement des étagères, des tiroirs ou des portes, servent à ranger de petits objets tel que les vêtements, outils et ustensiles, livres ou encore provisions ménagères... Les meubles contribuent aussi à la décoration du logement, en conjonction avec d'autres objets tel que rideaux, tapis, pendules ou luminaires qui contribuent à la création d'un espace intérieur pratique et confortable [8].

#### 3.2. Types de meubles

Voici une liste de meuble fabriqués par l'entreprise Kara Design :

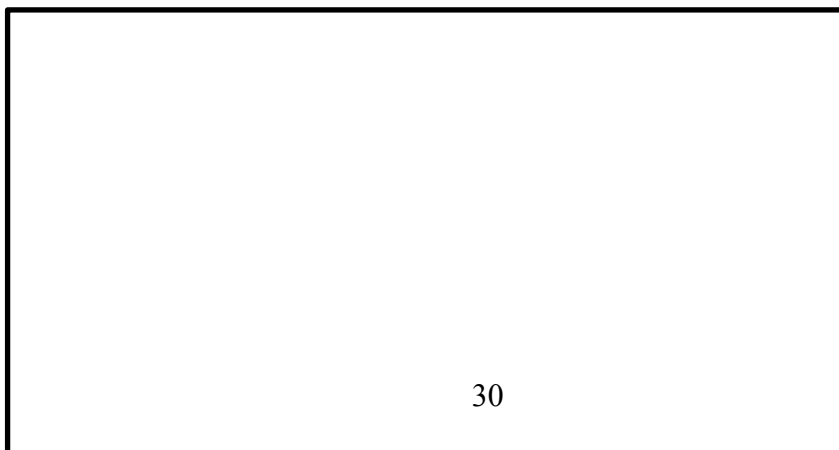
##### ➤ **Comptoir**



**Figure 4:**Comptoir en bois

Le comptoir est un meuble professionnel installé dans un showroom ou tout type de commerce dans le but et de recevoir la clientèle. Il possède généralement des espaces de rangement et une caisse. C'est l'un des produits phare de l'entreprise.

##### ➤ **Bureau**





**Figure 5:** Bureau en bois

Un bureau, au sens contemporain du terme, est un meuble simple doté d'espaces de rangement et de tiroirs servant souvent à contenir un ordinateur portable, et qui permet à celui qu'il utilise de lire, écrire ou de travailler.

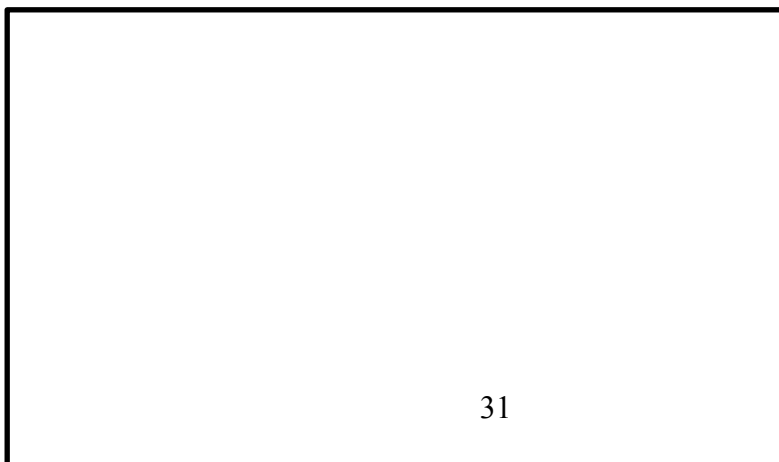
### ➤ Meuble de salle de Bain



**Figure 6:** Meuble de salle de bain en bois

Un meuble de salle de bain, très souvent simplifié dans un simple caisson, est un meuble contenant une vasque, miroir et des espaces de rangement. Esthétique, pratique et ergonomique. Il constitue un meuble important de l'habitat.

### ➤ Chambre à coucher





**Figure 7:** Chambre à coucher en bois

La chambre à coucher est une pièce d'un habitat, privative et à usage personnel. Elle comporte dans la majeure partie des cas, un lit, deux tables de nuit, une coiffeuse ou un bureau. Les clients les plus évidents sont les nouveaux mariés.

### ➤ Cuisine



**Figure 8:** Cuisine en bois

D'un point de vue immobilier, une cuisine aménagée est une cuisine avec rangements et branchements nécessaires électricité, sortie d'eau et de gaz... Mais sans électroménager. Une cuisine équipée, en revanche, comprend tous ces éléments mais auxquels on ajoute l'électroménager, frigo, four, lave-vaisselle... On peut donc aussi parler de cuisine aménagée équipée même si le terme est rarement employé. Elle représente la partie la plus importante dans une maison.

### ➤ Table basse





**Figure 9:** Table basse

Une table basse ou table de salon est un type de table suffisamment basse pour qu'on puisse y accéder tout en restant assis, d'où son nom, et qui est destinée à être placée dans une salle de séjour, à portée des personnes occupant le canapé et les fauteuils, afin qu'elles puissent y déposer ce dont elles ont l'usage lorsqu'elles sont ainsi installées. On y pose essentiellement les boissons qui vont être consommées, des magazines ou des livres, les télécommandes, etc.

### ➤ Living



**Figure 10:** Living en bois

Appelé aussi meuble TV<sup>5</sup>, qui est une table composée d'un plateau horizontale prenant appui sur une base formée d'un ou plusieurs pieds ou de divers supports. Il comporte souvent des tiroirs et rangements offrant finalement un design assez contemporain.

### ➤ Agencement pharmacie et tout type de commerce

---

<sup>5</sup> Télévision



**Figure 11:** Agencement pharmacie en bois

L'agencement ou l'ameublement d'un magasin est l'action d'arranger et de disposer les étagères et tous types de rangement accompagnés de comptoir de réception et de présentoir dans un espace limité de sorte répondre à absolument tous les critères.

### **Conclusion**

Nous avons essayé dans cette section de donner un aperçu sur les différents types de matière première avec leurs avantages et inconvénients ainsi que les différents types de meubles fabriqués par **Kara Design**. Dans la section suivante, nous allons expliquer et présenter minutieusement le procédé de fabrication de meubles ainsi que les machines utilisées lors de la production.

# **Partie 3 : Processus de fabrication de meubles.**

### Introduction

Les mutations de l'environnement rendent les systèmes de productions très complexes ainsi que leurs pratiques de gestion, planification et d'ordonnancement de la production. De ce fait, un ensemble de questionnements mérite d'être posé comme suit : La disposition des machines est-elle optimale ? La gestion des stocks est-elle adéquate et conforme au système de production utilisé ? Peut-on améliorer la productivité au moindre coût ?

Pour pouvoir répondre à ces questionnements, il est fondamental de savoir, de connaître et d'étudier l'organisation de l'entreprise, le type de produit ainsi que le processus utilisé.

L'évolution du bâtiment et l'extension vers de nouveaux logements contemporains en Algérie se traduit par une croissance de production de mobilier de maison qui reste un domaine très compétitif en vue de ces enjeux.

Une entreprise fabricante de meuble doit savoir rester compétitive en termes de disponibilité et de flexibilité en concevant des systèmes de productions qui pourront répondre au meilleur rapport Qualité/Prix mais aussi aux transformations de l'environnement.

Dans cette partie, nous allons d'abord présenter le processus de fabrication de meubles composés essentiellement du **MDF** et l'Aggloméré. Ensuite nous passerons à l'identification des machines utilisées puis à l'explication de leur fonctionnement.

### 1. Processus de fabrication de meubles

Dans l'optique du respect de l'environnement et de l'écologie, l'exploitation aléatoire des arbres et la déforestation massive sont devenues un débat mondial, d'une part par les écologistes et les militants et d'autre part par les industriels et les magnats des meubles.

Ce qui a rendu la disponibilité du bois massif, blanc, rouge et hêtre très limitée, qui représentaient les composants essentiels et la matière première du meuble pendant des siècles.

D'où l'apparition de nouvelles alternatives, le **MDF** et l'Aggloméré. Des alternatives facilement manipulables, résistantes à l'humidité et surtout moins hostile à l'environnement. Composés essentiellement de fibre de bois et d'un liant synthétique, leurs usages est très répandu de nos jours de part par les multinationales (**IKEA**<sup>6</sup>, **SCHMIDT** et **Poltron Sofa**) et d'autre part par les particuliers, fabricant et menuisier local. Le processus de fabrication de meuble en **MDF** ou Aggloméré comprend plusieurs étapes plus ou moins complexes. Très simplifié, le procédé va de la façon suivante :

- Conception.
- Découpage.
- Usinage.
- Placage de la bande de chant.
- Perçage latéral.
- Montage.

---

<sup>6</sup> Ingvar Kamprad Elmtaryd Agunnaryd

### **1.1. Conception**

La conception est la première étape nécessaire à la fabrication d'un meuble. Elle passe par plusieurs étapes et plusieurs logiciels. Primo, un logiciel de modélisation, d'animation et de rendu en **3D**<sup>7</sup> (**SketchUp**, **Blender** ou **ArchiCAD**) pour une meilleure visualisation et compréhension de besoins en couleur et design. Secundo, un logiciel de création de meuble pour une conception paramétrique et sans erreur dans le but d'un prototypage et dessin d'un croquis. Tertio, un logiciel de dessin vectoriel pour les réglages des parties composantes de meuble (**CorelDraw** ou **Adobe Illustrator**). Quarto, un logiciel optionnel d'optimisation des espaces et de minimisation de chutes et déchets (**OpiNest**). Le dernier logiciel de **CFAO**<sup>8</sup> pour la conception artistiques et l'usinage de parties d'un meuble, ArtCam dédié aux machines **CNC**<sup>9</sup> et leurs outillages.

### **1.2. Découpage**

Cette deuxième étape de découpage se fait à l'aide d'une scie à panneaux étant une machine permettant de débiter les panneaux de **MDF** de façon rapide. La scie à format est une scie fixe, c'est l'opérateur qui dirige le panneau à l'aide d'une table mobile. Elle permet de mettre les panneaux aux formats et dimensions voulues adaptables à la machine **CNC** pour être usinés.

### **1.3. Usinage**

Cette étape consiste à fraiser et usiner les parties intégrantes du meuble. Elle se fait grâce à une machine à commande numérique. La passation de commande numérique se fait à l'aide d'un ordinateur où les fichiers finaux dédié à la **CNC** sont enregistrés.

### **1.4. Placage de chant**

La machine principale pour cette étape est la plaqueuse de chant qui est une machine dédiée exclusivement à l'ameublement. Elle consiste à coller la bande de chant afin de masquer les bords visibles du panneau composant un meuble. Le chant est utilisé principalement pour la finition esthétique, disponible en bande.

### **1.5. Perçage latéral**

Cette partie se compose d'une seule opération d'usinage qui consiste à faire des trous dans les bords visibles. Étant donné que les ferrures d'assemblage de type **Minifix** compose le système de fixation le plus esthétique et le plus utilisé, cette opération détermine de façon conséquente la finition du meuble. Elle se fait grâce à une perceuse et un gabarit de perçage de type **Hettich**.

### **1.6. Montage**

---

<sup>7</sup> Trois dimensions

<sup>8</sup> Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur

<sup>9</sup> Computer Numerical Control

### Partie 3 : Processus de fabrication de meubles

Montage ou encore assemblage, ils désignent l'union et la jonction de deux ou de plusieurs parties ensemble pour former un meuble.

## Processus de fabrication de meubles



Scie à format



CNC Router



Plaqueuse de chant



Montage



Perçage latéral




-  : Pièces qui ne nécessitent pas de chant
-  : Pièces qui ne nécessitent pas de perçage
-  : Pièces qui passent par toutes les stations

Figure 12 : Processus de fabrication de meubles

## **2. Equipements nécessaires et leurs caractéristiques**

### **1.1.Scie à format**



**Figure 13:** Scie à format

Les scies à format ou aussi appelées scies à panneaux sont essentiellement utilisées pour déligner avec précision des panneaux. Ce type de scies sont équipées d'un chariot coulissant de précision également appelé ras de lame. Cela permet d'avoir une très grande précision des coupes. La plupart des à format disposent d'un inciseur dont la rotation est dans le sens contraire par rapport à celle de la lame principale afin d'assurer un trait de coupe propre et net même sous les panneaux et surtout sur des panneaux dérivés MDF et Aggloméré plaqués PVC<sup>10</sup>. Afin d'obtenir un bon appui, le châssis à équarrir ou cadre de chariot est un support indispensable pour la découpe des grands panneaux [9].

### **2.2. CNC Router**



**Figure 14:** CNC Router

La CNC Router sert principalement à usiner les parties qui composent le meuble. L'usinage **WoodWorking** définit la fonction d'usinage déterminée par un programme, qui commande les déplacements des outils sur le panneau à usiner. Il définit l'axe de rotation de la fraise en fraisage, et l'axe de rotation de la pièce en

---

<sup>10</sup> PolyVinylChloride

tournage. La machine est entièrement automatisée et contrôlée par ordinateur. Le fichier 3D entre dans l'ordinateur va indiquer la trace de la fraise, qui va tailler dans la masse de la pièce désirée. Rapide et peu chère lorsqu'il s'agit d'une production d'une ou dizaine de pièces.

### 2.3. Plaqueuse de chant



**Figure 15:** Plaqueuse de chant

La plaqueuse de chant est l'incontournable de l'atelier de menuiserie et d'agencement. Adaptée au rythme de production et au type de panneau et de matière utilisée. De nos jours, elles sont de plus en plus complètes et accessibles, sa fonctionnalité principale se résume dans le collage de la bande de chant sur les bords visibles du panneau mais offre d'autres fonctionnalités de finition plus performantes qui se résument principalement comme suit :

- **Bande de chant adhésive :** En adoptant une structure spéciale, elle assure l'application uniforme de l'adhésif des deux côtés de la plaque ou panneau et du matériau de la bande de chant qui offrira une forte adhérence.
- **Tête à tête :** Grâce à un mouvement de rail de guidage linéaire et précis, elle adopte un suivi automatique du moule et une structure de coupe rapide à moteur à haute fréquence pour assurer que la surface de coupe soit lisse.
- **Finition :** Il est utilisé principalement pour enlever l'excès de matériau de bande de chant au-dessous et au-dessus du panneau. Le couteau de finition est un couteau en forme de R. Spécialement utilisé pour les bandes de chant PVC et en acrylique.



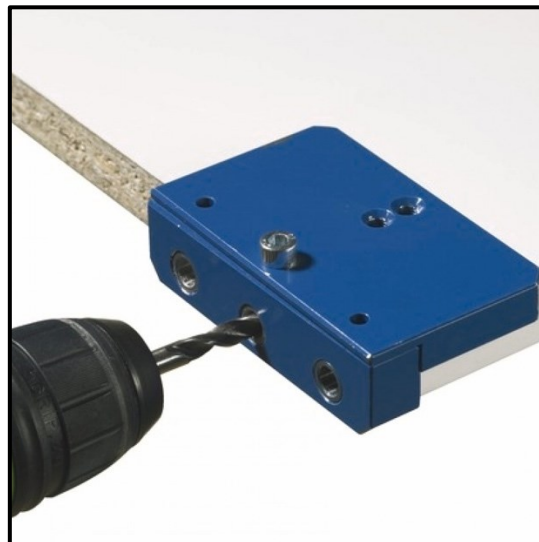
#### 2.4. Perceuse



**Figure 16:** Perceuse

Appelé aussi perforateur est un outil qui sert à percer ou tarauder des trous dans différents matériaux. Souvent utilisé sous l'option perçage avec percussion. À l'aide du gabarit de perçage, ils servent à percer minutieusement les trous dédiés aux systèmes de fixation de type Minifix.

#### 2.5. Gabarit de perçage



**Figure 17:** Gabarit de perçage

Le principe de fonctionnement est simple, une mèche guidée par un canon de perçage perce un trou étagé prêt à recevoir une tige Minifix et deux tourillons.

### **2.6. VACCUM**



**Figure 18: VACCUM**

Vaccum aussi appelé presse à membrane est une machine qui sert à couvrir les pièces et panneaux fraîchement usinés par un film PVC qui épousera n'importe quelle forme préalablement usinée par la CNC. Dans le processus de fabrication de meuble, elle remplace de manière complète la plaqueuse de chant.

### **Conclusion**

Le processus de fabrication de meuble comporte 5 étapes principales chez Kara Design, dont la découpe de panneaux à l'aide de la scie, l'usinage des pièces grâce à la CNC, le placage de chant et le perçage qui sont des opérations de finition et en dernier lieu le montage et l'assemblage. Ajoutant à cela la presse à membrane qui est une machine qui peut prendre la place de la plaqueuse dans le processus de fabrication.

# **Chapitre 2 : Introduction à la gestion de la production.**

# **Partie 1 : Prévision et planification industrielles.**

### **Introduction**

La gestion de la production est au cœur de l'entreprise industrielle. En effet, pour fabriquer un ou plusieurs produits en réponse à des besoins, il va falloir combiner de la manière la plus efficace plusieurs facteurs de production. Les plus courants sont le travail (main d'œuvre), le capital (terrains, constructions, machines) et la matière (matières premières et marchandises) [10].

Selon l'entreprise considérée, le problème de planification ne sera pas abordé de la même manière. Ceci étant dit l'objectif est commun et consiste à établir pour chaque atelier et pour une période donnée, la nature et la quantité des produits, des ensembles et des sous-ensembles, des pièces à fabriquer ou à acheter [11].

Il paraît donc nécessaire de s'interroger tout d'abord sur les problèmes posés par la maîtrise du futur, sur les relations unissant la prévision et la planification et sur les différents types de planification qui peuvent être rencontrés [11].

L'activité de prévision consiste à explorer le domaine du possible pour arriver à celui du probable tandis que la planification c'est l'action de structurer les activités en vue d'atteindre des objectifs, en vue d'obtenir dans le futur des résultats prédéterminés. Cette interdépendance entre la prévision et la planification est fondamentale pour la prise en charge de l'avenir de l'entreprise [11].

## **1. La prévision**

### **1.1. Définition**

C'est la science de la description de l'avenir, qui étudie une situation donnée dont on peut par avance connaître son évolution par déduction, calcul ou mesure scientifique.

### **1.2. Méthodes de prévisions**

#### **1.2.1. Méthodes dans lesquelles le temps est un facteur explicatif :**

Ces méthodes sont utilisées pour effectuer des prévisions en matière de gestion de stocks, prévision des ventes, prévision de trésorerie, évaluation de l'absentéisme, etc. Elles procèdent par prolongement du passé :

- **Etape 1** : recueil de l'information (essentiellement d'origine statistique).
- **Etape 2** : analyse et traitement de l'information recueillie (classement, désaisonnalisation).
- **Etape 3** : recherche de la tendance.
- **Etape 4** : projection de la tendance générale et « resaisonnalisations ».
- **Etape 5** : élaboration de la prévision proprement dite [11].

### 1.2.2. Méthodes dans lesquelles le temps n'est pas un facteur explicatif :

Ces méthodes utilisent un ensemble de concepts plus formalisés :

#### **a. Modèles économiques :**

Ils consistent à relier la variable à analyser (la consommation, les ventes, la production) à d'autres variables pour lesquelles on pourra élaborer plus facilement une prévision (le revenu, l'indice de la construction, l'épargne, les prix, etc.) [11].

#### **b. Le tableau d'échange Inter-industriels :**

Ce tableau permet l'étude et la simulation des flux de biens et de services entre les différents secteurs de l'économie, c'est-à-dire entre les entreprises et leurs marchés. Il permet en effet de procéder à des prévisions fiables en matière de progression de chiffre d'affaires par secteurs ou sous-secteurs d'activité [11].

## **2. La planification**

### **2.1. Définition**

C'est un processus qui fixe après étude et réflexion prospective, les objectifs à atteindre, les moyens nécessaires, les étapes de réalisation et les méthodes de suivi de celle-ci. La planification de la production ressemble fortement à une feuille de route qui dirige la production en indiquant la durée nécessaire pour atteindre les objectifs. Elle consiste à organiser puis réviser plusieurs plans interdépendants afin de garantir un équilibre entre l'offre du marché et la demande du client.

### **2.2. Les niveaux de planification :**

#### 2.2.1. La planification stratégique :

C'est le processus de développement de stratégies afin d'atteindre un objectif fixé. Elle consiste à établir un plan d'ensemble comportant des stratégies de développement des ressources humaines, financières et matérielles en relation avec les capacités de développement de l'entreprise, tout en tenant compte des facteurs internes ou exogènes [12].

#### **• Avantages de la planification stratégique**

- ✓ Plans tournés vers l'action et contrôlé par le budget.
- ✓ Pertinence de l'instrument de cohérence et de coordination.
- ✓ Support de motivation et de communication.

### • **Inconvénients de la planification stratégique**

- ✓ Lourdeur du processus.
- ✓ Rigidité du plan.
- ✓ Risque de confusion.
- ✓ Absence de vision prospective.
- ✓ Manque de créativité et de prise en compte des problèmes quotidiens.

### 2.2.2. La planification tactique :

C'est le processus qui met en place des actions en vue de régler un problème survenu ou bien atteindre un objectif à court terme (un délai d'un an ou moins). Il indique par la même occasion les tâches à effectuer ou à déléguer.

### 2.2.3. La planification opérationnelle :

C'est le processus qui consiste à lier les buts et objectifs stratégiques avec les buts et objectifs tactiques. Elle décrit les étapes clés, les budgets et les conditions de la réussite. De plus, elle précise la manière dont les différentes parties d'un plan stratégique seront mises en action au cours d'une période donnée [11].

### • **Avantages de la planification opérationnelle**

- ✓ Efficacité de gestion prévisionnelle.
- ✓ Efficacité de l'analyse de rentabilité.
- ✓ Légèreté des processus.
- ✓ Faiblesse des coûts de mise en œuvre.
- ✓ Support de communication et de participation.

### • **Inconvénients de la planification opérationnelle**

- ✓ Absence d'orientation stratégique.
- ✓ L'influence du quotidien.
- ✓ Risque de lassitude devant le détail des plans.

### 2.3. Déroulement des plannings :

#### 2.3.1. Le plan industriel et commercial :

Le PIC<sup>11</sup> se situe juste en dessous du plan stratégique de l'entreprise, il est construit suite à une conversation constructive entre les responsables commerciaux, de production, des achats et la direction de l'entreprise. Il sert à établir des prévisions de vente et de production, ce qui anticipe toute sorte de problèmes d'inadéquation entre la charge des besoins commerciaux et la capacité de l'entreprise.

#### 2.3.2. Le plan directeur de production :

Le PDP<sup>12</sup> représente une passerelle entre le PIC et le CBN<sup>13</sup>, il constitue un élément essentiel du management des ressources. Ce type de programme permet de donner de façon précise les quantités à produire pour chaque produit fini et qui seront indispensables à la réalisation du CBN. C'est également un outil qui compare entre les commandes reçues avec les prévisions de ventes.

- Prévision de vente :

Ce sont les commandes que l'entreprise a prévu de recevoir.

- Disponible à vendre :

Le DAV<sup>14</sup>, c'est le nombre de produits disponibles à la vente sans modification préalable du PDP.

*DP: Disponible Prévisionnel.*

*St: Stock de départ.*

*SS: Stock de sécurité.*

$$\begin{aligned} DP_0 &= St - SS \\ DP_{t+1} &= DP_t - PV_{t+1} - CF_{t+1} \end{aligned}$$

#### 2.3.3. Le calcul des besoins nets :

A partir du PDP, le CBN permet de donner les ordres de fabrication et d'achat pour l'intégralité des produits et à tous les niveaux de la nomenclature d'un article. Le principe d'**ORLICKY** stipule que les besoins indépendants (estim es par prévisions) sont d etermin es à partir de l'ensemble des besoins dépendants (doivent être calcul es).

$$\text{Besoins bruts} = \text{Besoins Indépendants} + \text{Besoins dépendants}$$

$$\text{Besoins nets} = \text{Besoins bruts} - \text{Stock disponible}$$

$$\text{Stock disponible} = \text{Stock physique} + \text{Stock de sécurité} - \text{R ecetions attendu}$$

---

<sup>11</sup> Plan Industriel et Commercial

<sup>12</sup> Plan Directeur de production

<sup>13</sup> Calcul du Besoin Net

<sup>14</sup> Disponible A Vendre



*SP: Stock Prévisionnel.*

*OL: Ordres Lancés attendus.*

*OP: Ordre Proposé de production.*

*BN: Besoin Net ( quantité à produire).*

*BB: Besoin Brut.*

*T: période (jour, semaine, mois, année).*

*ST: Stock de départ.*

*L: taille de lot.*

*D: délai d'obtention de l'article.*

$$BN_t = BB_t - SP_{t-1} - OL_t$$

$$SP_t = SP_{t-1} + OL_t + OP_t - BB_t$$

### **3. De la planification à la simulation**

Notre époque se caractérise par l'incertitude, il faut alors envisager l'avenir en termes de capacité à intégrer des changements peu ou pas planifiables. La planification tend ainsi à voir peu à peu sa mise en œuvre délaissée au profit de techniques de simulation de leurs conséquences au niveau de la flexibilité en termes de conception du produit ou du processus de fabrication [11]. Dans cette optique, plusieurs possibilités peuvent se dévoiler selon les critères définissant le système de production de l'entreprise :

#### **3.1. Critère de produit**

Ce sont des entreprises qui utilisent un procédé de fabrication spécifique et où le passage d'un produit à un autre se fait par modification des coefficients techniques. Alors, la planification n'a que peu de sens puisqu'à partir de la décision de constituant de l'appareil productif, aucune modification ne peut plus être envisagée du fait de la rigidité des coefficients techniques qui sont attachés à la nature du produit [11].

#### **3.2. Critère de taille de l'entreprise**

La taille de l'entreprise apparaît comme un indéniable facteur de flexibilité : la petite ou moyenne entreprise se caractérise par sa capacité d'adaptation due à :

- ✓ L'excellente circulation de l'information au sein de sa structure.
- ✓ La simplicité relative des outillages mis en œuvre.
- ✓ Sa capacité de concevoir et à absorber l'innovation [11].

#### **3.3. Critère du niveau de développement**

La flexibilité n'a pas le même sens selon le stade du développement de l'entreprise. En effet l'entreprise se développe en trois temps :

- **Premier temps :**

L'entreprise s'organise autour de sa justification initiale, le produit et sa valeur ajout e se mesurent en termes de production.

- **Deuxième temps :**

L'entreprise se définit par sa fonction au sein du marché et de l'ensemble économique.

- **Troisième temps :**

L'entreprise se situe dans une approche financière : il lui faut gérer un ensemble d'activités [11].

### **Conclusion**

En pratique, pour choisir une méthode de prévision adéquate il faut prendre en considération les propriétés de la problématique pos e tout en tenant compte des contraintes imposées et des objectifs fix es par les dirigeants. Sachant qu'il n'existe pas de recette miracle universel pour la résolution des problèmes de prospections industriel, il est essentiel de s'imprégner de la singularité de chaque problème en vue de proposer des solutions adaptées.

Chaque entreprise aborde le problème de planification de manière différente selon la nature de l'entreprise, la politique de gestion, le type de fabrication et la quantité d'article produit.

Dans la partie qui suit nous allons parler des différentes méthodes de gestion des stocks et des calculs effectu es pour mesurer les performances d'un stock.

## **Partie 2 : Gestion des stocks.**

### **Introduction**

Le caractère saisonnier des nombreuses demandes de biens de consommation et celui de beaucoup de sources d'approvisionnement a entraîné la nécessité de constituer des réserves. On constitue également des stocks pour des raisons économiques, telle que : les quantités minimales vendues ou lancées, contraintes de magasinage, de transport ou de livraison, les rabais suivant les quantités et enfin pour des raisons dues à l'évolution spéculative des prix ou de la monnaie. Les stocks sont à la fois une nécessité et une lourde contrainte financière.

### **1. Définition du stock**

Le stock désigne l'ensemble des matières, marchandises ou produits finis détenus par l'entreprise et dont la vente en l'état brut ou suite à un processus de fabrication permet de dégager un bénéfice d'exploitation.

### **2. Classement des stocks**

#### **2.1. Stocks de produits finis**

Ensembles pour les montages, rechanges, accessoires, ingrédients, emballages, livrables à la clientèle [11].

#### **2.2. Stocks nécessaires à la fabrication**

Matières premières, ébauches, pièces spéciales sous traitées, pièces normalisées, pièces intermédiaires fabriquées dans l'entreprise [11].

#### **2.3. Pièces de rechange**

Pour le parc machines, les outillages spéciaux, les outillages et matières consommables, les pièces, matériaux, produit pour l'entretien des bâtiments et installations de fluides [11].

#### **2.4. Encours**

Les encours représentent des biens fabriqués par l'entreprise elle-même et qui sont encours de production : ne sont pas encore finis. Ce sont les produits qui circulent à l'intérieur de l'usine.

### **3. Les niveaux de stock**

#### **3.1. Le stock minimum**

C'est la quantité de produits qui permet de couvrir la consommation en matière première ou de répondre à la demande en termes de produit fini. Il alerte lorsque le niveau de consommation maximal est atteint ce qui déclenche la passation d'une commande sans pour autant toucher au stock de sécurité.

#### **3.2. Le stock maximum**

Représente une limite maximale de stock impossible à dépasser et qui dépend principalement de la capacité de stockage de l'entrepôt et de la politique d'achat instaurée par l'entrepris

### 3.3. Le stock de sécurité

C'est le niveau de stock qui sert à éviter les situations de rupture de stock dues aux prévisions non conformes de la demande ou au rallongement des délais d'approvisionnement. Afin qu'il puisse jouer son rôle, ce stock doit impérativement être restitué dès qu'il commence à être entamé.

### 3.4. Le stock de couverture

C'est un indicateur très utile dans la gestion des stocks, car il permet de mesurer le nombre de jours de consommation auxquels le niveau de stock actuel peut faire face.

### 3.5. Le stock d'alerte

Comporte la quantité minimale de produits qui doivent être présents physiquement dans l'entrepôt de l'usine. Dès que ce niveau est atteint, il déclenche automatiquement une commande de réapprovisionnement auprès des fournisseurs concernés.

## 4. Les coûts de stockage et l'optimisation

### 4.1. Calcul du coût de stockage $C_s$

Les principaux frais comprennent :

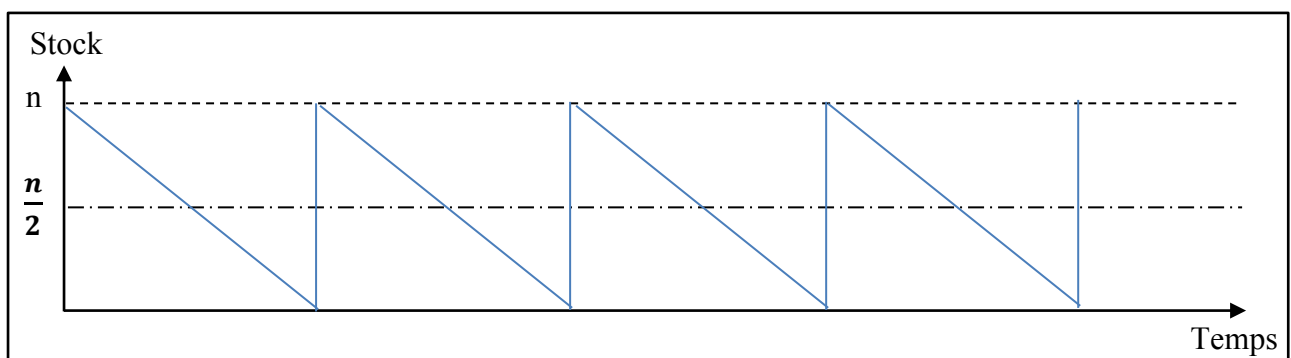
- ✓ L'intérêt du capital immobilisé.
- ✓ Le magasinage : loyer, entretien des locaux, assurances, manutention.
- ✓ Les détériorations par stockage : très variable.
- ✓ Les obsolescences : matériel périmé, vieilli, hors de mode [11].

### 4.2. Coût d'une commande ou d'un lancement $C_L$

Le coût d'une commande externe s'établit en calculant le total des frais de fonctionnement du service Réception et achat, qu'on divise par le nombre total annuel de lignes de commandes. Lorsqu'il s'agit d'un lancement interne, il faut calculer de même les frais administratifs, en divisant les frais annuels du service ordonnancement par le nombre de lancements effectués. A ces frais s'ajoutent :

- Les coûts de réglage des différentes machines
- Les frais de purge ou de nettoyage.
- Les frais de perte de matière au départ en attendant la stabilisation du process [11]

### 4.3. Coût d'approvisionnement



**Figure 19:** Evolution théorique du stock

Le coût d'approvisionnement comporte le stockage et la passation des commandes, il convient de trouver son optimum [2].

$N$  : le nombre annuel des pièces consommées (achetées).

$n$  : la quantité approvisionnée ou lancée.

$\frac{n}{2}$  : le stock moyen.

$\frac{n}{2} C_s$  : le coût du stock moyen.

$\frac{N}{n}$  : le nombre des commandes.

$\frac{N}{n} C_L$  : le coût des commandes.

$a$  : le prix d'une pièce.

$t$  : la période.

Il faut donc trouver «  $n$  » tel que  $\frac{N}{n} C_L + \frac{n}{2} C_s$  soit minimum :

$$\frac{\partial}{\partial n} \left( \frac{N}{n} C_L + \frac{n}{2} C_s \right) = 0$$

$$-\frac{N}{n^2} C_L + \frac{C_s}{2} = 0$$

$$\text{D'où } n = \sqrt{\frac{2 N C_L}{C_s}} = \sqrt{\frac{2 N C_L}{t \times a}}$$

En prenant les logarithmes on a :

$$\log N = 2 \log n + \log t - \log 2 \frac{C_L}{a}$$

Ce qui nous donne en coordonnées logarithmiques un réseau de droites de pente 2 et décalées en fonction de  $\frac{C_L}{a}$ .

Le coût total d'approvisionnement s'écrit alors :

$$C = N \times a + \frac{n}{2} C_s + \frac{N}{n} C_L$$

## 5. Les méthodes de réapprovisionnement

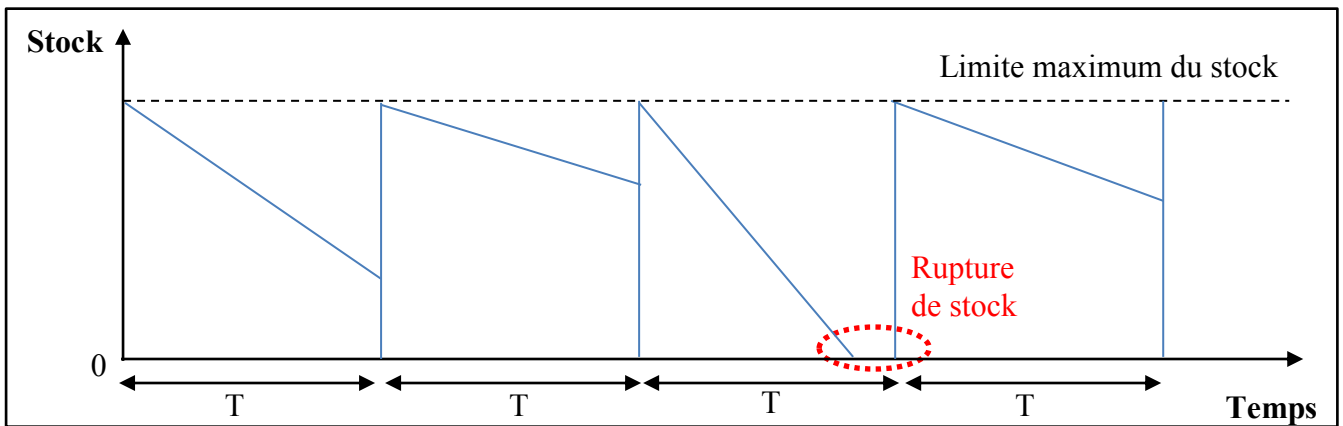
Les méthodes de réapprovisionnement sont indissociables de la gestion des stocks, elles doivent être adaptées aux différentes catégories d'articles. D'une façon générale, il faut déterminer quelle quantité commander et pour quelle date [11].

### 5.1. Quantités fixes à dates fixes

Ce mode est utilisé pour les articles qui ne sont pas fabriqués par l'entreprise, qui ont une faible valeur et dont la consommation est régulière. Certaines entreprises passent un contact avec le fournisseur précisant les caractéristiques techniques, le prix du produit ainsi qu'une quantité globale annuelle.

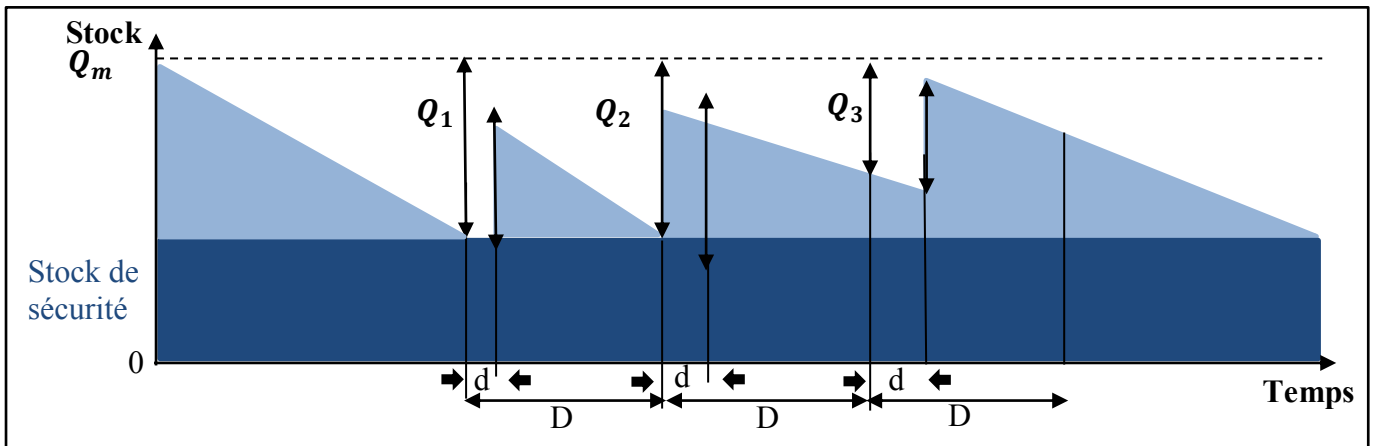
**5.2. Dates fixes et quantité variables (gestion par calendriers)**

Cette politique s'applique à des produits relativement peu coûteux à demande stable. Le fournisseur définit pour chaque produit un niveau de stock optimum et reconstitue ce stock d'une quantité permettant d'atteindre le niveau voulu (valeur de reconstituer  $Q_m$ ). Les commandes sont réparties par catégories mensuelles, bimestrielles, trimestrielles, semestrielles, etc. On aura donc à dresser un calendrier des commandes.



**Figure 20:** Schéma d'un réapprovisionnement à quantités variables et à dates fixes

• **Méthode de reconstitèment :**



**Figure 21:** Méthode de reconstitèment

- C : consommation moyenne par unité de temps.
- D : délai de réalisation ou d'approvisionnement de l'article.
- d : période de reconstitèment.
- SS : stock de sécurité.
- $Q_m$  : valeur de reconstitèment.
- $Q_i$  : quantité à commander à chaque période.

$$Q_m = C \times (D + d) + SS$$

$$Q_i = Q_m - \text{stock de l'article au moment de passer la commande}$$

- **Avantages du réapprovisionnement à quantités variables et dates fixes**
  - ✓ Gestion des stocks simple.
  - ✓ Immobilisation financière maîtrisée.
- **Inconvénients du réapprovisionnement à quantités variables et dates fixes**
  - ✓ Possibilité d'une rupture de stock.

### 5.3. Quantités fixes et dates variables

Dans cette approche, le gestionnaire suit l'évolution du stock aussi souvent que possible. Afin de couvrir les besoins durant le délai d'approvisionnement et la quantité commandée correspond à la quantité économique.

La formule de **WILSON** suivante donne la quantité économique :

$$QEC = \sqrt{\frac{2 D L}{t \times p}}$$

L : le coût unitaire de lancement de commande.

D : le nombre d'articles commandés ou fabriqués par an.

t×p : le coût de stockage annuel.

### 5.4. Quantités variables et dates variables

Cette méthode gère des articles coûteux dont les prix varient fortement. Ainsi, selon les conditions du marché le client passe sa commande lorsqu'il juge que les prix sont les plus avantageux. De ce fait, l'achat de ce type de produit s'effectue uniquement suite à cette commande.

## 6. La rotation des stocks

### 6.1. Le coefficient de rotation

C'est un indicateur de performance qui donne le nombre de fois où le stock est renouvelé. Les dirigeants ont tendance à utiliser l'expression « mon stock tourne x fois » pour traduire leur rentabilité, car plus le taux de rotation est conséquent et plus l'entreprise est performante. Il se calcule de deux manières :

*RS: taux de rotation des stocks.*

- **Au coût d'achat :**



$$RS = \frac{\text{coût d'achat des marchandises}}{\text{stock moyen}}$$

- **Au prix de vente :**

$$RS = \frac{\text{chiffre d'affaires}}{\text{stock moyen}}$$

### 6.2. La durée de rotation (DRS<sup>15</sup>)

C'est un indicateur de performance qui correspond au nombre de jours d'une rotation du stock, c'est en d'autres termes la vitesse d'écoulement du stock moyen. Le gestionnaire de stock doit mettre en œuvre tous ces moyens afin de minimiser au maximum cette durée, car plus l'entreprise garde ces produits longtemps en stock et plus le coût de stockage va augmenter.

*DRS: durée de rotation du stock.*

$$DRS(\text{unité de temps}) = \frac{\text{durée de la période}}{\text{coefficient de rotation}}$$

## 7. Objectifs de la gestion de stock

- ✓ Réduire le risque de rupture de stock.
- ✓ Minimiser les temps d'arrêt de la production.
- ✓ Eviter l'insatisfaction des clients et donc la baisse du chiffre d'affaires.
- ✓ Préserver l'image de marque de l'entreprise.

## Conclusion

Quel que soit le secteur d'activité de l'entreprise celle-ci doit veiller à garantir l'efficacité de sa gestion des stocks. Pour la mettre en œuvre, elle doit assurer une rotation régulière de ces stocks, éviter de tomber dans des situations de surstockage ou de rupture de stock et surtout choisir judicieusement sa politique de réapprovisionnement.

Un stock construit de façon pratique et intelligente permet non seulement de retrouver facilement n'importe quel article recherché mais aussi de connaître à tout moment la quantité de marchandise disponible en entrepôt ce qui donne un avantage considérable par rapport à la concurrence. Cet avantage peut se présenter sous forme d'économie en minimisant tous les coûts liés au stockage ou en une satisfaction de la demande des clients en termes de délais respectés et de quantité souhaitée.

Dans la partie suivante nous aborderons les notions de base qui permettent de mesurer les performances d'une chaîne de production pour pouvoir par la suite

---

<sup>15</sup> Durée de Rotation des Stocks

## Partie 2: Gestion des stocks

---

comparer entre deux chaînes de fabrication une ancienne et une nouvelle en utilisant des formules théoriques étudiées en « **Factory Physics** ».

# **Partie3 : Factory Physics.**

### Introduction

Factory Physics est une approche moderne de la gestion de fabrication qui s'intéresse au comportement implicite des systèmes de production. Elle stipule que les composants principaux des flux de valeur ou processus de production sont la demande et la transformation qui sont présentés sous forme d'éléments porteur sur les flux et les stocks.

Il y a des relations mathématiques pratiques qui permettent de décrire et de contrôler la performance des flux et des stocks de manière très spécifique. En bref, la physique des usines permet de travailler avec les tendances naturelles des systèmes de production pour pouvoir améliorer les systèmes déjà existants en identifiant les opportunités, faire la conception de nouveaux systèmes efficaces et coordonner entre les politiques de domaines allogènes.

Cette partie va fournir un aperçu sur la science de Factory Physics en présentant quelques concepts de base sur les mesures de performance d'une chaîne de production.

### 1. Définition d'une chaîne de production

Une chaîne de production est constituée de l'ensemble des opérations indispensable à la réalisation d'un produit donné. Incluant de ce fait toutes les différentes étapes d'un processus de fabrication en partant de la matière première jusqu'à la mise sur le marché.

### 2. Types d'ateliers de production

#### 2.2. Production continue

C'est la production régulière de produits en d'autres termes, il s'agit d'une même unité de production qui offre ses produits finis au fil des années aussi longtemps qu'elle existe

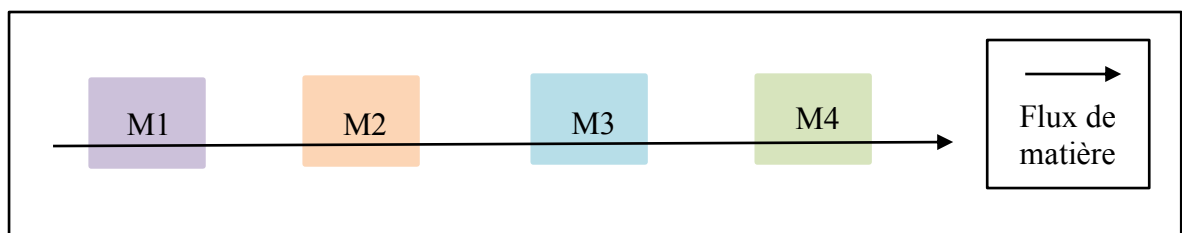


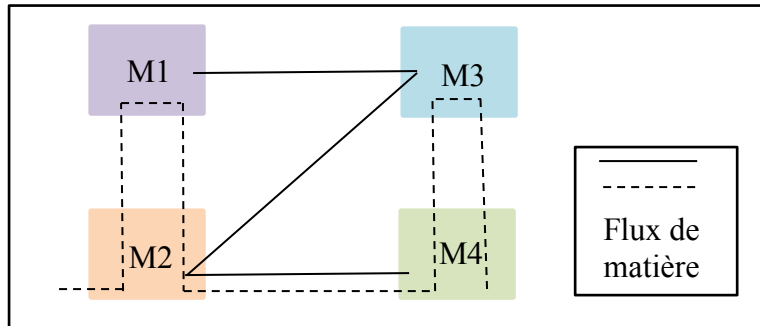
Figure 22: Implantation d'une chaîne de production en continue

#### • Propriétés d'une production continue :

- ✓ Flux de matière linéaire.
- ✓ Lignes de production spécialisées.
- ✓ Faible flexibilité.
- ✓ Bonne efficacité.
- ✓ Faible niveau d'encours.
- ✓ Court délai de livraison.

### 2.3. Production discontinue

C'est la production de produits finis par lots homogènes fabriqués dans une chaîne de production unique. Puisque la totalité des produits ne peuvent pas être fabriqués simultanément, on lance une fabrication par lot suivie du stockage.



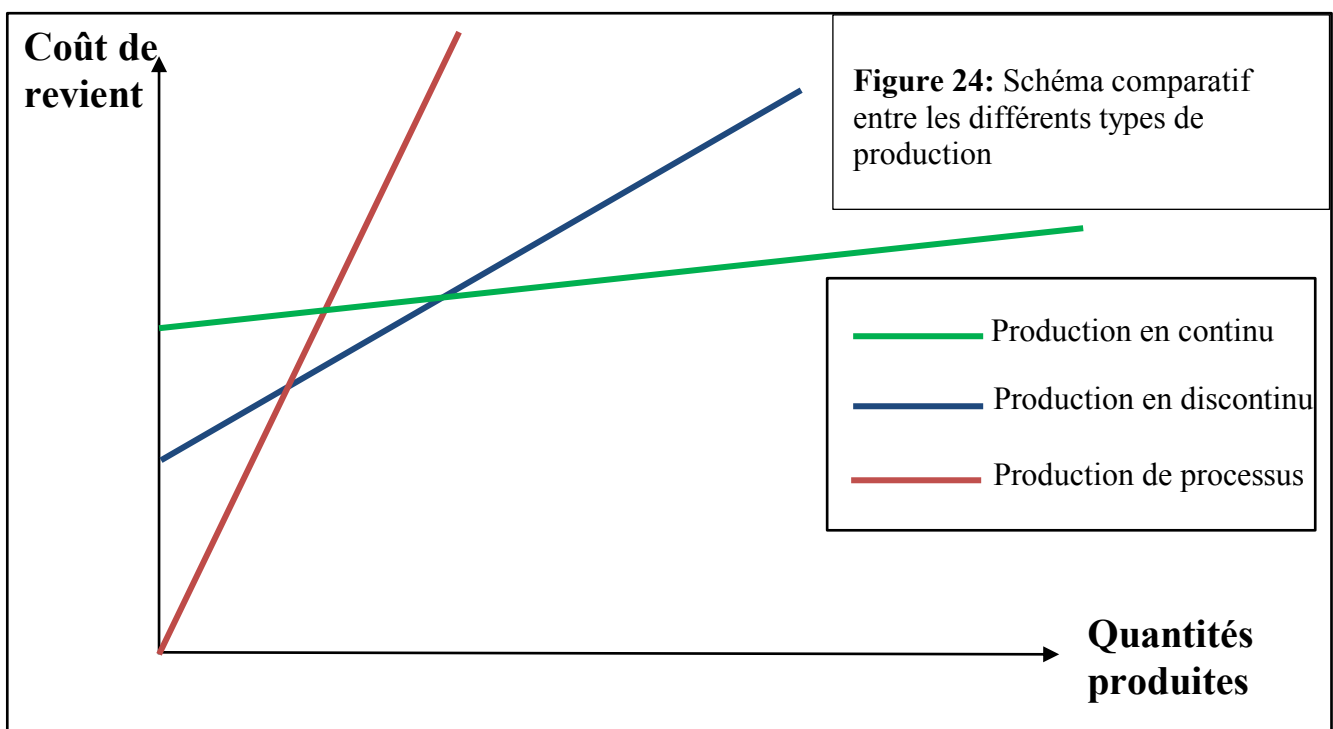
**Figure 23:** Implantation d'une chaîne de production en discontinue

#### • Propriétés d'une production discontinue :

- ✓ Flux de matière complexe.
- ✓ Lignes de production généralistes.
- ✓ Bonne flexibilité.
- ✓ Faible efficacité.
- ✓ Niveau d'encours important.
- ✓ Long délai de livraison.

### 2.4. Production de processus :

Dans ce type de production, le flux de matière est ininterrompu de l'extraction en passant par la transformation jusqu'à la distribution chez le consommateur final.



**Figure 24:** Schéma comparatif entre les différents types de production

### 3. Mesure de performances

#### 3.1. Définition d'une performance :

La performance révèle le degré d'accomplissement des objectifs fixés par l'entreprise. Elle se mesure à l'aide d'indicateurs qualitatifs ou quantitatifs du résultat obtenu. Cependant, une entreprise performante se doit d'être efficace en atteignant les objectifs qu'elle s'est fixée et efficiente en optimisant les ressources mises en œuvre en vue d'atteindre sa visée.

#### 3.2. Débit (TH<sup>16</sup>) :

Le débit définit le rendement moyen d'un processus de production c'est la quantité de bons produits qui sortent par unité de temps.

#### 3.3. Temps de cycle (CT<sup>17</sup>) :

C'est le temps moyen entre la sortie d'une pièce au début d'une gamme jusqu'à ce qu'il atteigne un point d'inventaire à la fin de la gamme. En d'autres termes, il est défini comme étant le temps qu'une pièce passe dans le système de production en tant qu'encours.

#### 3.4. Encours (WIP<sup>18</sup>) :

Correspond à l'inventaire entre les points de départ et d'arrivée d'une gamme de production, ce sont tous les produits sans prendre en compte les points de stocks. En bref, c'est la quantité de produits à l'intérieur du système de production. Il peut être calculé par la fameuse loi de Little qui suit :

$$WIP = TH \times CT$$

Le **WIP** peut se trouver dans différent états

##### 3.4.1. Mise en file d'attente :

S'il attend une ressource : personne, machine ou périphérique de transport.

##### 3.4.2. Traitement :

S'il est en cours de traitement par une ressource.

##### 3.4.3. En attente d'un lot :

S'il doit attendre l'arrivée d'autres pièces ou lots de pièces afin de former un lot.

##### 3.4.4. Déplacement :

S'il est effectivement transporté par une ressource de manutention.

##### 3.4.5. En attente de correspondance :

S'il s'agit de composants qui attendent lors d'une opération d'assemblage que leurs homologues arrivent pour qu'un assemblage puisse se produire [13].

---

<sup>16</sup> Throughput

<sup>17</sup> Cycle Time

<sup>18</sup> Work In Progress

### 3.5. Taux de la machine goulot ( $r_b$ ) :

C'est le taux du centre de traitement ayant la capacité la moins longue et l'utilisation la plus élevée à long terme.

### 3.6. Temps de traitement brut ( $T_0$ ) :

C'est la somme des temps de traitement moyen à long terme de chaque poste de travail de la ligne.

### 3.7. Niveau d'encours critique ( $W_0$ ) :

C'est le niveau d'encours minimum qui donne un taux de sortie égale à  $r_b$ , ce qui correspond au taux de production maximum. Il se calcule par la formule suivante :

$$W_0 = r_b \times T_0$$

### 3.8. Coefficient de congestion ( $\alpha$ ) :

Fait référence à un coefficient sans dimension qui mesure la congestion de la ligne. Sachant que si :

✓  $\alpha = 0$  « La variabilité est nulle » :

$$CT_{meilleur} = \begin{cases} T_0 & \text{si } w \leq w_0 \\ \frac{w}{r_b} & \text{sinon} \end{cases}$$

$$TH_{meilleur} = \begin{cases} \frac{w}{T_0} & \text{si } w \leq w_0 \\ r_b & \text{sinon} \end{cases}$$

✓  $\alpha = 1$  « Le pire cas pratique » :

$$CT_{pcp} = T_0 + \frac{w-1}{r_b}$$

$$TH_{pcp} = \frac{w}{w_0 + w - 1} r_b$$

✓  $\alpha = W_0$  « Le pire cas » :

$$CT_{pire} = wT_0$$

$$TH_{pire} = \frac{1}{T_0}$$

### 3.9. Capacité de main d'œuvre ( $TH_{max}$ ) :

C'est la capacité maximale d'une ligne de production dotée de n opérateurs polyvalents avec des taux de travail identiques [13].

$$TH_{max} = \frac{n}{T_0}$$

### **Conclusion**

Dans cette partie, nous avons examinés le comportement fondamental d'une chaîne de production en étudiant les relations qui existent entre les paramètres qui définissent les caractéristiques d'une ligne de fabrication à s'avoir : le temps de cycle, le niveau d'encours, le débit et la capacité.

Tout cela va nous permettre par la suite d'avoir accès à un support théorique afin d'effectuer une comparaison entre les performances de deux chaînes de production. Pour qu'à la fin nous puissions prendre la meilleure décision en termes de gestion des ressources disponible.

La partie suivante se basera sur le **Facilities Design**, nous allons découvrir les différents types de Layout qui existent actuellement en Industrie. Nous citerons par la même occasion les méthodes et algorithmes utilisés dans ce domaine en vue de donner un agencement optimal des ateliers de production.



# **Partie 4 : Facilities Design.**

### **Introduction**

Pour les entreprises de fabrication, la conception des installations présente une fonction de la plus haute importance. Toutefois, elle doit être abordée avant même que les produits soient fabriqués ou que les services soient rendus. Une conception médiocre coûte à l'entreprise une quantité importante de ressources qui se traduit par un moral bas des employés, une mauvaise qualité des produits et surtout une insatisfaction de la clientèle [14].

L'aménagement des installations est souvent défini comme l'arrangement des équipements physique de l'usine. Il existe de nombreuses procédures et algorithmes qui peuvent aider à améliorer la disposition actuelle ou à la construction d'un tout nouveau Layout. Une bonne conception des installations améliore considérablement la qualité des produits, facilite la circulation des matériaux et augmente l'efficacité opérationnelle des employés.

Dans cette partie nous nous intéresserons à l'aménagement des départements, postes de travail, machines, zones de stockage et espaces communs dans l'industrie. Le but étant de proposer plusieurs alternatives, choisir la meilleure puis l'optimiser afin d'obtenir un Layout digne de ce nom.

### **1. Les types de Layout**

#### **1.1. Disposition orientée processus « Process Layout » :**

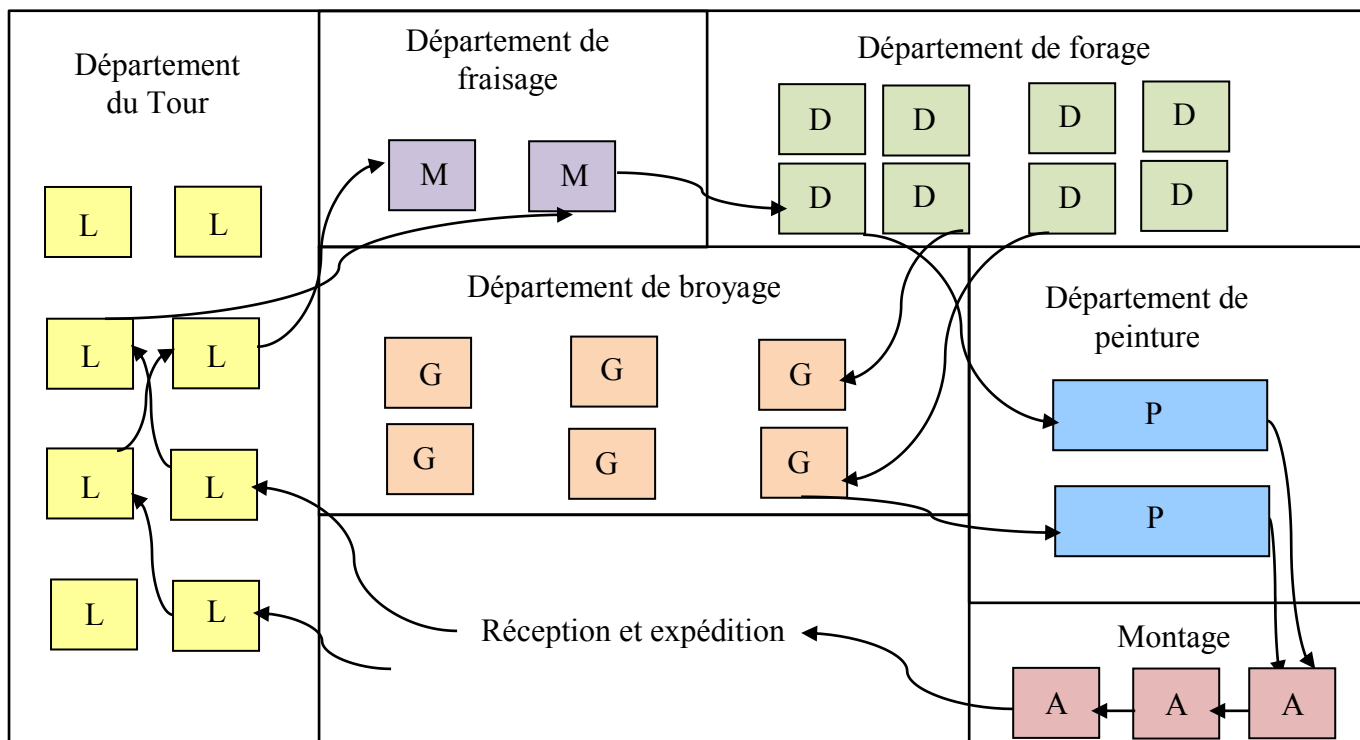
Implique le regroupement de machines effectuant des opérations similaires dans le même département. Cette structure est utilisée si on fabrique une variété de produits en petites quantités et où chaque travail est différent de tous les autres. Les avantages et inconvénients de cette disposition sont énumérées dans le tableau suivant :

- **Avantages du Process Layout**

- ✓ Disposition flexible des processus.
- ✓ Expertise du personnel dans un processus ou dans une fonction particulière.

- **Inconvénients du Process Layout**

- ✓ Augmentation de la matière et des coûts de traitements.
- ✓ Congestion du trafic.
- ✓ Longs cycles de production et files d'attente.
- ✓ Complexité de la planification et du contrôle.



**Figure 25:** Disposition orientée processus

**1.2. Disposition orientée produit « Product Layout » :**

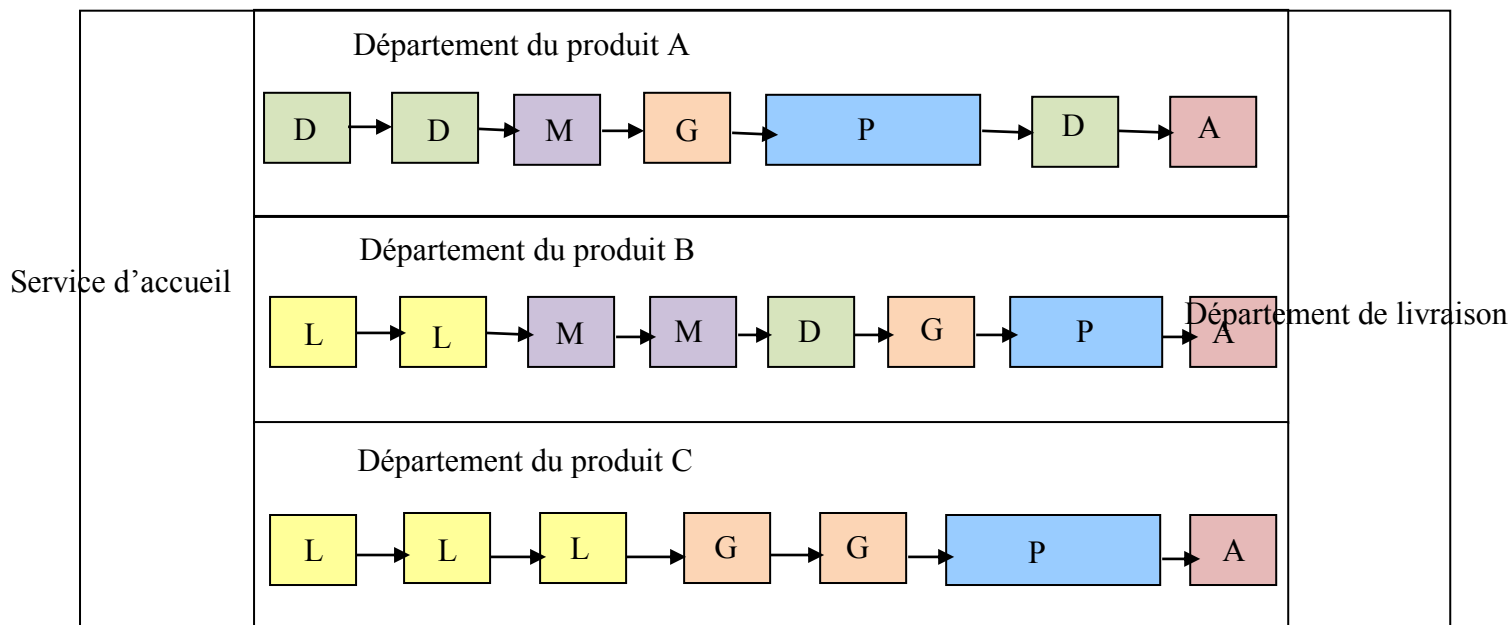
Les machines sont disposées le long du chemin du produit suivant la séquence des opérations subie par ce dernier. Dans ce type d'aménagement un seul produit est fabriqué dans une zone de travail. Cette disposition est utilisée si on fabrique un ou plusieurs articles en grandes quantités. Les avantages et inconvénients de cette disposition sont énumérées dans le tableau suivant :

**• Avantages du Product Layout**

- ✓ Réduction du temps de manutention des matériaux.
- ✓ Réduction du temps de traitement.
- ✓ Planification et contrôle faciles.

**• Inconvénients du Product Layout**

- ✓ Manque de flexibilité.
- ✓ Coût de modification important.



**Figure 26:** Disposition orientée produit

**1.3. Disposition fixe « Fixed position Layout » :**

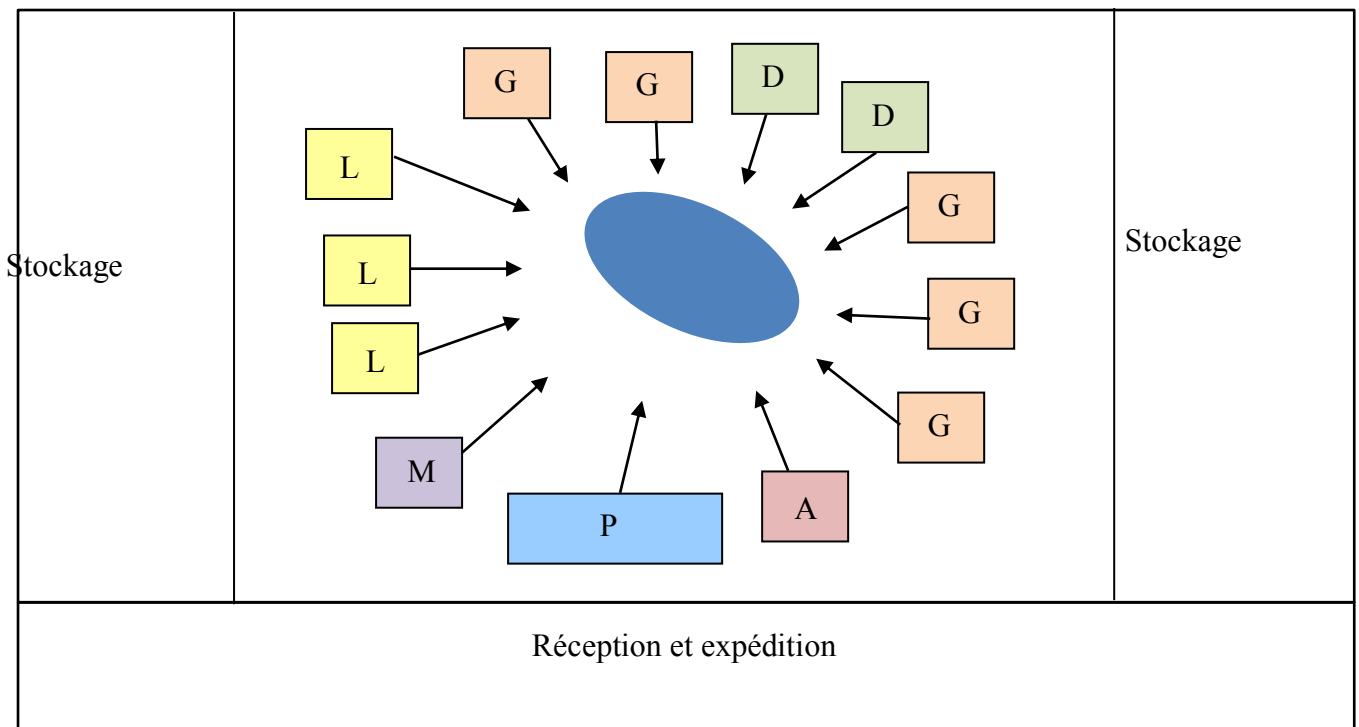
Dans ce cas particulier, le produit ne se déplace pas c’est plutôt les processus et les équipements de fabrication qui sont amenés à lui. Cette disposition est utilisée si on fabrique un produit volumineux et donc difficile à transporter et dans certain cas impossible à transporter. Les avantages et inconvénients de cette disposition sont énumérées dans le tableau suivant :

**• Avantages du Fixed Position Layout :**

- ✓ Pas de déplacements et par conséquent réduction du coût de déplacement du produit.
- ✓ Diminution du risque d’endommagement du produit.

**• Inconvénients du Fixed Position Layout :**

- ✓ Augmentation du coût de déplacement des équipements vers la zone de travail.
- ✓ L’équipement doit être conservé sur place jusqu’à ce que tout le travail soit terminé et ce même s’il est très peu utilisé.



**Figure 27:** Disposition fixe

#### **1.4. Technologie de groupe :**

Les machines dédiées à la fabrication d'un ensemble de pièces sont regroupées dans une cellule et les pièces correspondantes dans une famille de pièces. Cette disposition est utilisée si l'on fabrique un grand nombre de pièces (des milliers) sur un grand nombre de machines (des centaines).

- **Avantages de la Technologie de groupe :**

- ✓ Réduction de la congestion du trafic.
- ✓ Baisse des coûts de manutention des matériaux.
- ✓ Diminution de l'inventaire des travaux en cours.
- ✓ Atténuation considérable des déchets.

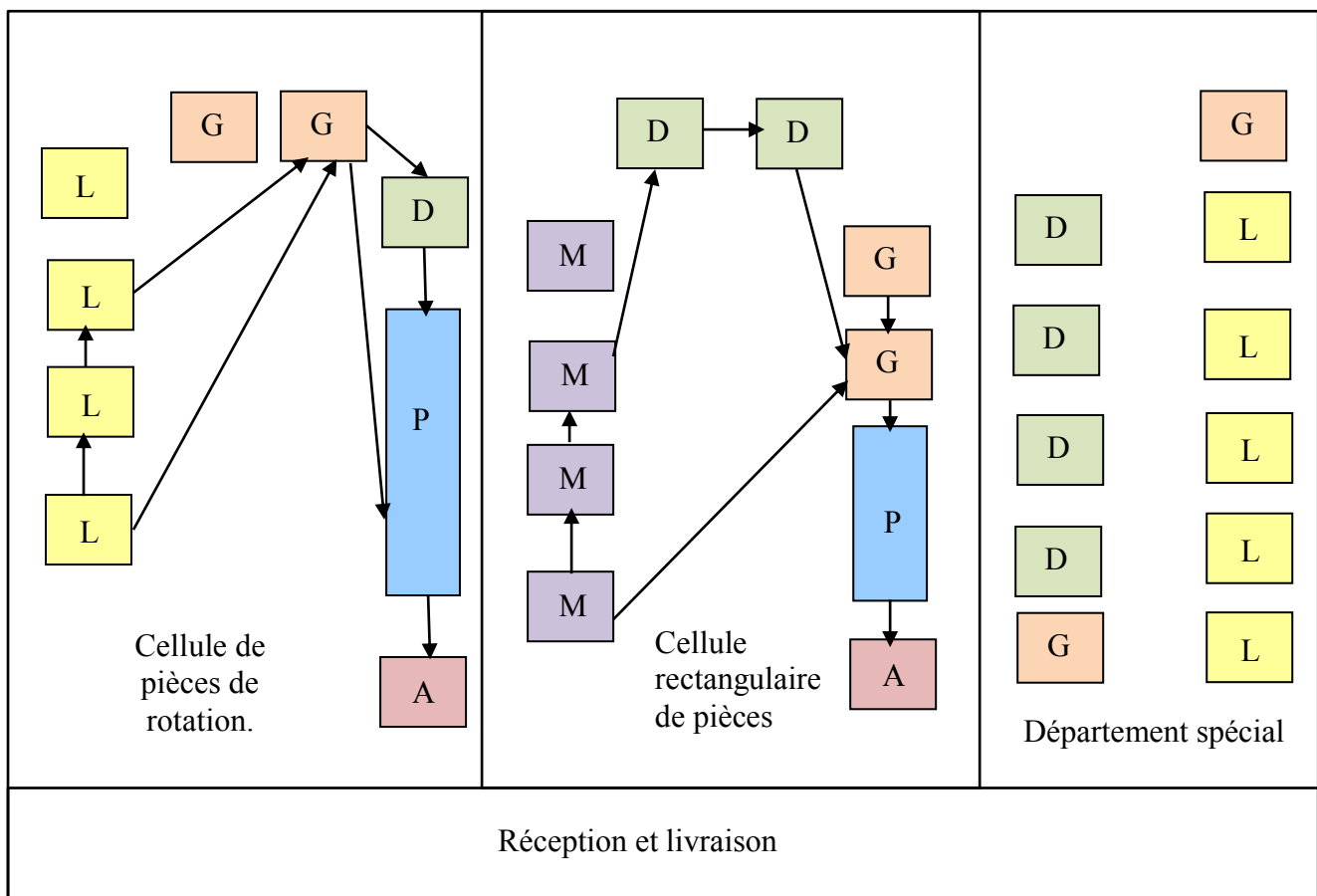
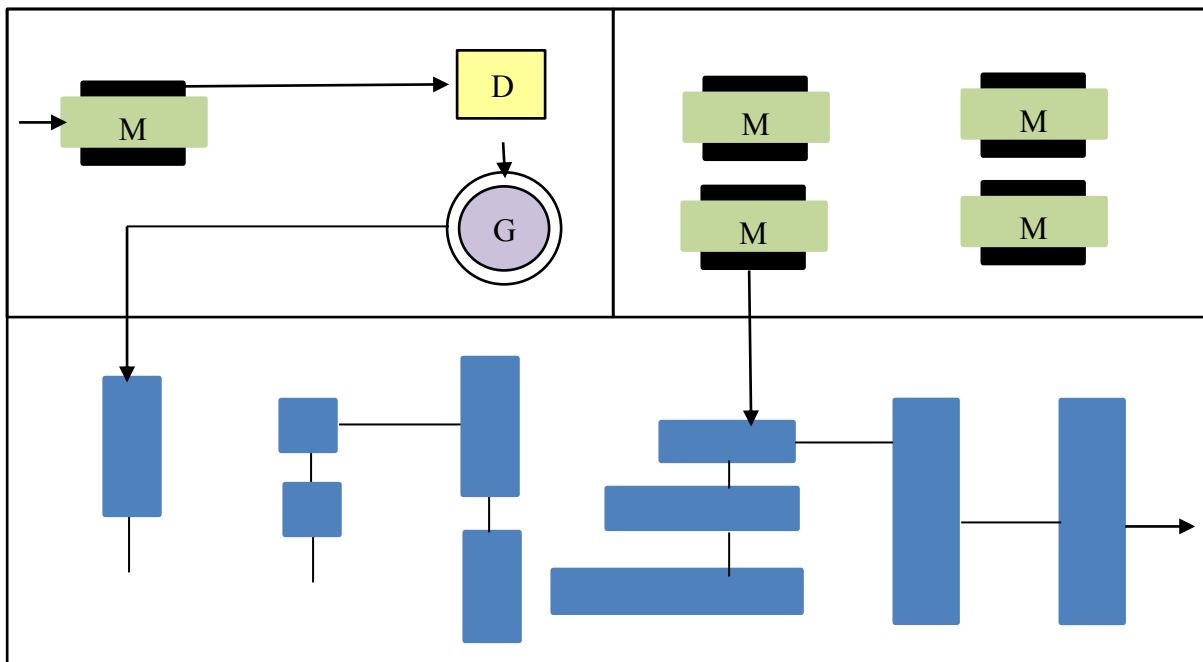


Figure 28: Technologie de groupe

1.5. Disposition combinée « Hybrid Layout » :

Une disposition combinée présente les caractéristiques d'une technologie de groupe, d'un processus et d'une ligne d'assemblage .tel que, les machines suivent une configuration de processus mais sont organisé en séquence pour fabriquer différents types de produits.

Cette disposition est utilisée lorsqu'on ne peut pas adopter uniquement un seul type de Layout et les articles fabriqués sont de différents types et taille.



**Figure 29:** Disposition combinée

Pour que l'étude du Layout soit correcte, il faut analyser minutieusement les éléments suivants :

- Les produits.
- Les matériaux.
- Les outils.
- Les machines.
- Les unités de production.
- Les quantités de produits.
- Les parcours et sens des flux physique interne.
- Les services et zones de repos.
- Les temps standard de production.
- La capacité de production de chaque sous-unité de production.

## 2. Analyse des besoins

### 2.1. Analyse des besoins en équipements :

Afin de désigner la quantité d'équipement de production requis on peut utiliser des approches traditionnelles simples, la formule qui suit suppose qu'un seul produit est traité sur une machine :

$$NM = \left[ \frac{t P}{\tau \eta} \right] \quad (\text{Formule de Shubin et Madeheim})$$

P : taux de production souhaité en unités par jour.

$\eta$  : efficacité de la machine.

$\tau$  : temps de disponibilité de la machine par jour en heures.

t : temps nécessaire pour traiter une unité de produit sur la machine en heures.

NM : nombre d'unités de la machine requise.

**2.2. Analyse des besoins en personnels :**

La détermination du nombre réel d'employés demande la prise en compte de la main d'œuvre, de niveau d'automatisation, de taux de production, de la sous-traitance, des heures supplémentaires, les taux de salaire dans la région et les taux d'assurance. Le nombre d'employés est proportionnel au volume et à la variété de production et est donné par la formule suivante :

$$N = \sum_{i=1}^n \frac{T_i O_i}{\eta H}$$

n : nombre de types d'opérations.

$O_i$  : nombre total d'opérations de type i requises sur tous les produits fabriqués par jour.

$T_i$  : temps standard requis pour une opération moyenne  $O_i$ .

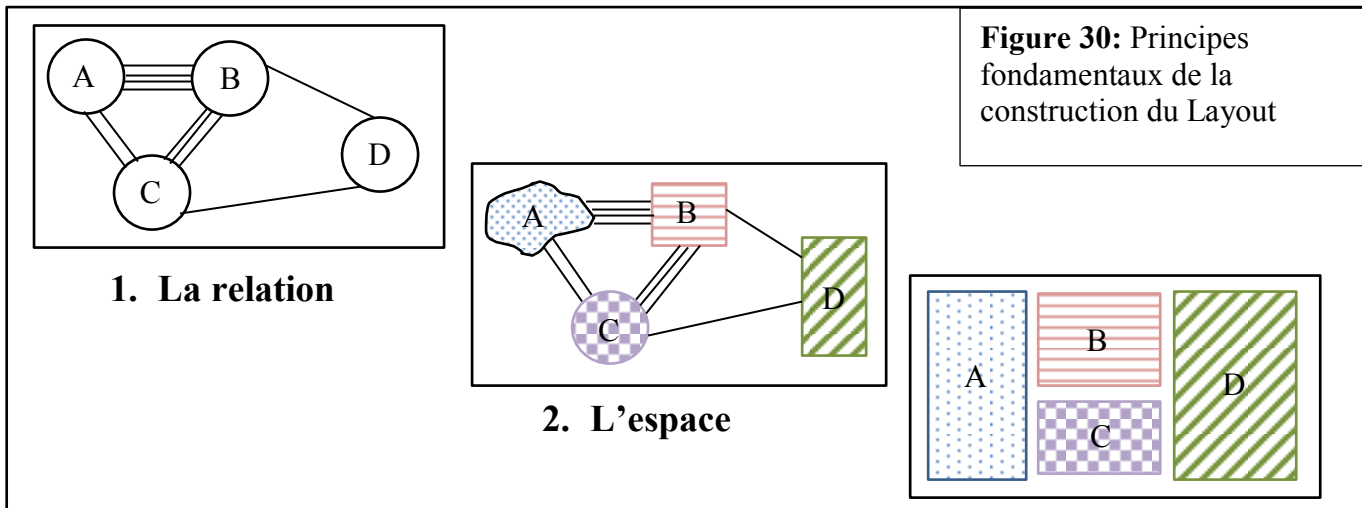
H : temps de production total disponible par jour.

$\eta$  : efficacité de production supposée de l'usine.

**3. Méthodes et algorithmes**

La planification de toute sorte de Layout repose sur les trois principes fondamentaux qui sont :

- **La relation** : l'interaction entre les activités présent dans le Layout.
- **L'espace** : la surface requise pour chaque zone d'activité en quantité, nature et forme.
- **L'ajustement** : C'est-à-dire l'ajustement des relations et de l'espace dans un plan effectif [9].





**3.1. Méthode SLP <sup>19</sup>:**

La planification systématique du Layout est une manière organisée de procéder à la planification du Layout, cette démarche a été inventé par **Richard Muther** en 1961. La méthode SLP est une analyse qualitative et quantitative combinée, elle comprend un ensemble de principes pour identifier, évaluer et visualiser toutes les zones impliquées dans l’organisation du Layout. La démarche SLP a duré plus de 30 ans en raison de la simplicité de son approche et de ces étapes. Ces quatre étapes sont citées dans ce qui suit :

**3.1.1. La collecte des données:**

La collecte des données comprend cinq éléments résumés en ces cinq lettres « PQRST » :

- **P : Produit** : le type de produit à fabriquer, répond à la question « quoi ? ».
- **Q : Quantité** : le volume de chaque type de pièce, répond à la question « combien ? ».
- **P : Routage** : la séquence d’opération pour chaque type de pièce, répond à la question « comment ? ».
- **S : Service** : le service d’assistance, les vestiaires et les postes d’inspection, répond à question « avec quoi ? ».
- **T : Temps** : le temps d’utilisation des machines, le temps nécessaire à la production des articles, répond à la question « quand ? ».

**3.1.2. Analyse des flux :**

L’objectif de l’analyse de flux est de déterminer la quantité de matériaux qui circule entre les différents départements. Cette analyse peut être représentée sous forme de matrice « **De-à** » qui est une matrice symétrique affichant le nombre de déplacements d’une machine à une autre.

|              | Department 1 | Department 2 | Department 3 | Department 4 | Department 5 | Department 6 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Department 1 | —            | 33           | 7            | 3            | 1            | 4            |
| Department 2 | 33           | —            | 5            |              | 2            | 9            |
| Department 3 | 7            | 5            | —            | 8            | 10           | 8            |
| Department 4 | 3            |              | 8            | —            | 19           | 11           |
| Department 5 | 1            | 2            | 10           | 19           | —            | 38           |
| Department 6 | 4            | 9            | 8            | 11           | 38           | —            |

**Figure 31:** Exemple d'une matrice de fréquence des voyages "De-à "

**3.1.3. Tableau des relations d’activité « Activity Relationship chart » :**

En 1973 Muther a exploité une approche qualitative systématique basée sur la définition préalable des relations entre chaque paire de départements. Le diagramme des relations doit être complété soigneusement en utilisant nos propres

---

<sup>19</sup> Systematic Layout Planning

## Partie 4 : Facilities Design

connaissances, en visitant effectivement l'usine afin d'observer et discuter des opérations auprès du personnel, superviseurs et gestionnaire.

Il est éminent d'avoir une raison bien fondée pour chaque une des relations établies.

Les classes suivantes sont utilisées :

A : absolument nécessaire.

E : particulièrement important.








I : important.

O : ordinaire.

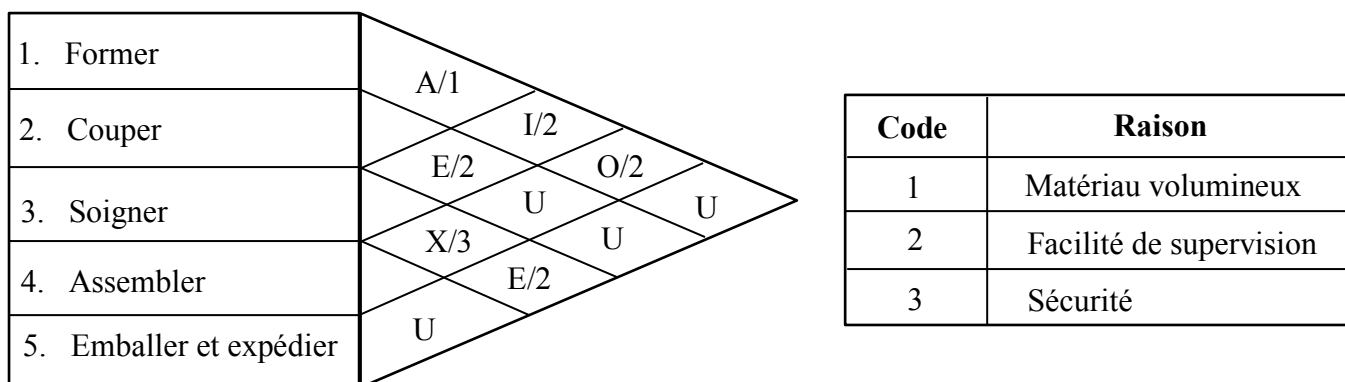
U : sans importance.

X : indésirable.

Ces classes déterminent l'importance de placer les pairs de département les uns à côté des autres. Si on prend l'exemple de la lettre A, il est absolument important que les pairs de départements soient placés les uns à côté des autres.

| Code relationnel | Couleur   |
|------------------|---|
| A                |    |
| E                |   |
| I                |    |
| O                |    |
| U                |    |
| X                |    |

**Tableau 1:** Code couleur pour les côtes de proximités



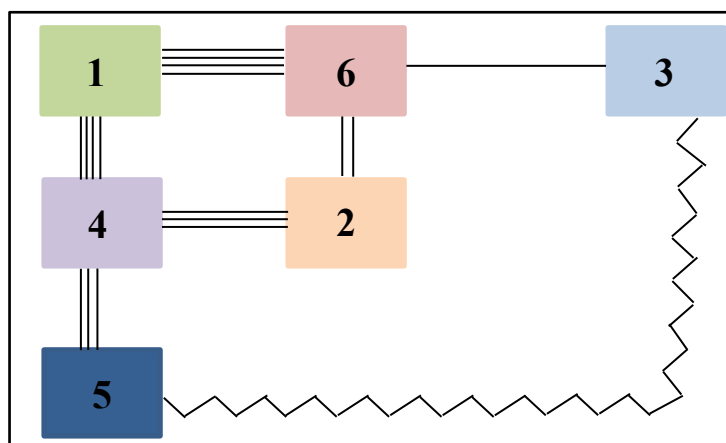
**Figure 32:** Exemple d'un tableau des relations d'activité

**3.1.4. Diagramme de relation :**

Ce diagramme représente une initiation à la localisation des installations. Dans un premier temps, les départements sont disposés en suivant un ordre logique puis ils sont connectés par des lignes en respectant le tableau suivant :

| Code relationnel | Classe                     | Lien entre départements |
|------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>A</b>         | Absolument nécessaire      | =====                   |
| <b>E</b>         | Particulièrement important | =====<br>=====<br>===== |
| <b>I</b>         | Important                  | =====<br>=====          |
| <b>O</b>         | Ordinaire                  | =====                   |
| <b>U</b>         | Sans importance            |                         |
| <b>X</b>         | Indésirable                | ~~~~~                   |

**Tableau 2:** Types de lien selon la classe de proximité



**Figure 33:** Exemple d'un diagramme de relation

**3.1.5. Diagramme de relation spatiale :**

C'est un modèle plus réaliste que le tableau des relations des activités, car il permet de visualiser les surfaces qui sont proportionnel aux espaces requis à chaque département. La figure suivante montre le passage d'un diagramme de relation à un diagramme de relation spatiale.

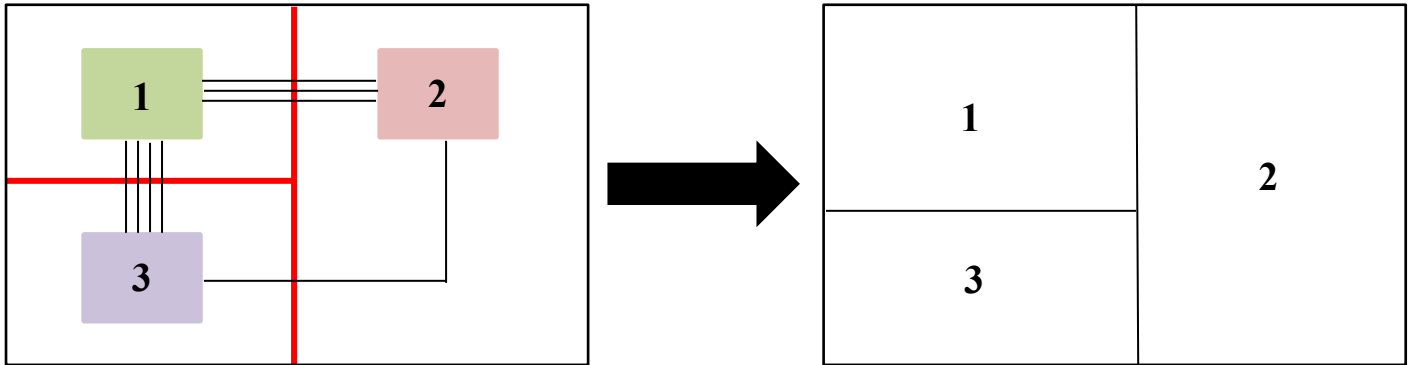


Figure 34: Exemple d'un passage du diagramme de relation ou diagramme de relation spatiale

### 3.2. Méthode théorique des graphes:

L'approche SLP, donne des solutions sous-optimale en raison du risque d'erreur qui existe entre l'étape intermédiaire entre la visualisation et les essais. Ce qui a poussé FOULDS en 1983 à penser à une méthode palliatif connue sous le nom de « Méthode théorique des graphes » [14]. A partir d'un graph planaire maximal dans lequel le poids d'un arc entre deux nœuds correspond au niveau d'interaction entre les départements correspondants, il est possible de déterminer à la fin les paires qui doivent être adjacents pour que la somme des bénéfices soit maximisée.

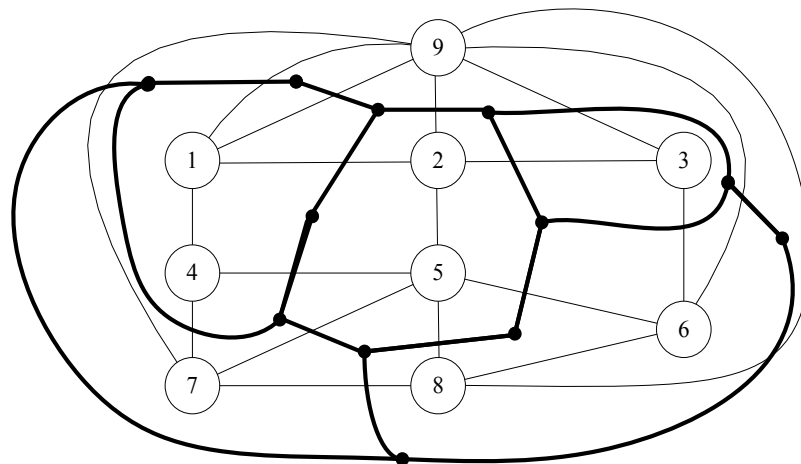
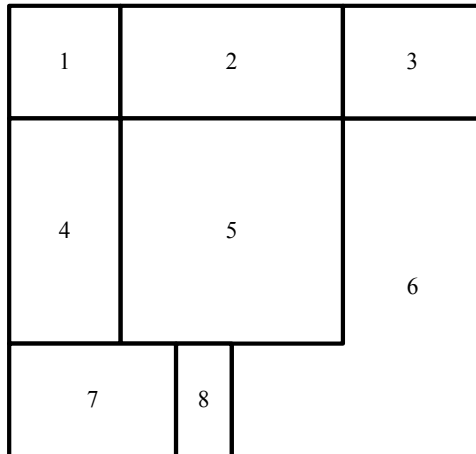


Figure 35: Exemple d'un graphe de contiguïté planaire



**Figure 36:** Disposition obtenue

**3.3. Algorithme MST<sup>20</sup>:**

Cet algorithme détermine l'emplacement optimale des départements placés le long d'une ligne linéaire de sorte que le coût total de transport entre chaque paire de départements soit minimisé. Les étapes de l'approche MST sont les suivantes :

**• Etape 1 :**

Calculer la matrice de poids d'adjacence  $f'_{ij}$  à partir de :

- ✓  $f_{ij}$  : la matrice de flux.
- ✓  $d_{ij}$  : la matrice de clearance.
- ✓  $l_i$  : la longueur de la machine i.
- ✓  $l_j$  : La longueur de la machine j.
- ✓  $i$  : Indice de la machine i.
- ✓  $j$  : Indice de la machine.

$$f'_{ij} = f_{ij}(d_{ij} + 0.5(l_i + l_j))$$

**• Etape 2 :**

Désigner la paire de machine qui a le plus grand élément  $f'_{ij}$ , changer leurs notations de i et j à  $i^*$  et  $j^*$  et la leurs valeurs correspondantes dans la matrice de flux devient :

$f_{i^*j^*} = f_{i^*i^*} = -\infty$  puis connecter les deux machines  $i^*$  et  $j^*$ .

**• Etape 3 :**

---

<sup>20</sup> Modified Spanning Tree

## Partie 4 : Facilities Design

---

A partir de la ligne  $i^*$  et  $j^*$  de la matrice  $f'_{ij}$ , trouver le plus grand élément  $f'_{i^*k}$  et  $f'_{j^*l}$ .

- Si  $f'_{i^*k} > f'_{j^*l}$  : connecter  $k$  à  $i^*$ , supprimer simultanément la ligne et colonne  $i^*$  puis mettre  $i^*=k$ .
- **Sinon** : connecter  $l$  à  $j^*$ , supprimer simultanément la ligne et la colonne  $j^*$  et mettre  $j^*=l$ .

Et pour finir mettre la matrice de poids d'adjacence à jour :  $f'_{i^*j^*} = f'_{i^*i^*} = -\infty$

### • Etape 4 :

Refaire l'**étape 3** jusqu'à ce que toutes les machines soient connectées. La séquence obtenue donne la disposition optimale des machines organisés linéairement [14].

## 4. Objectifs de Facilities Design

- ✓ Assurer une circulation fluide des personnes et des matériaux.
- ✓ Minimiser le temps nécessaire à la manutention des marchandises.
- ✓ Réduire le coût d'investissement en équipements.
- ✓ Transporter et stocker les matériaux tout en les protégeant contre les dommages.
- ✓ Utiliser pleinement l'espace horizontal et vertical pour les lieux de travail, les allées et le stockage afin que le travail puisse être effectué dans un minimum d'espace sans pour autant se sentir à l'étroit.
- ✓ Préserver la flexibilité des installations.
- ✓ Contrôler les coûts liés au personnel.
- ✓ Augmenter l'efficacité et la productivité du système.
- ✓ Faciliter la communication et la supervision.
- ✓ Offrir aux employés un environnement sûr et agréable.

## 5. Facteurs qui affectent le Layout

- Evolution dans la conception de l'usine.
- Ajout de nouveaux articles dans la gamme de production.
- Changement dans le volume de production.
- Identification des ressources obsolètes.

## Partie 4 : Facilities Design

---

- Fréquence des incidents et accidents de travail.
- Nouveaux programmes d'amélioration de la production [15].

### **Conclusion**

Les concepts de **Facilities design** sont devenus très répandus au sein de l'industrie moderne. De plus en plus d'entreprises font appel aux méthodes et algorithmes appartenant à ce domaine pour la résolution de leurs problèmes de conception. Les approches de Facilities design fournissent un arrangement optimal des stations de travail en vue de maximiser l'efficacité des systèmes de production et permettent de profiter d'une atmosphère sûre et agréable.

Nous avons cité quelques méthodes aussi simples qu'efficaces tel que la **méthode théorique des graphes, SLP** et **MST** dans l'objectif de fournir des outils théoriques essentiels à notre étude pratique et donc nécessaires à la résolution de la problématique de notre projet.

# Chapitre 3 : Étude de cas.



# **Partie 1 : Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design.**

### **Introduction**

La notion de gestion de stock est toujours une partie importante qui détermine de manière considérable la productivité d'une entreprise. Elle ne concerne pas uniquement les produits finis mais aussi le stock de matière première et produits semi finis. La gestion des stocks consiste principalement à planifier et à façonner un dispositif pour maximiser la rentabilité. Une bonne gestion de stock réside dans le fait d'avoir la quantité nécessaire au bon moment. Un sous-stockage entraîne une rupture de stock qui entraîne à son tour un arrêt de production tandis qu'un surstockage coûte cher, sans oublier que certains produits risquent de devenir obsolète avec le temps ou mal vieillir. Une bonne gestion consiste à trouver l'équilibre entre ces deux derniers, un équilibre qui permettra de maximiser le profit en minimisant les coûts.

### **1. Problématique**

Au cours de notre stage nous avons remarqué plusieurs anomalies au niveau de la gestion de stock, une planification incorrecte et un entreposage aléatoire conduit souvent l'entreprise à ne pas respecter les délais.

### **2. Rayonnage et entreposage**

Les rayonnages industriels sont des structures métalliques sur lesquelles sont déposées les unités de charge. Il en existe une grande variété couvrant l'ensemble des besoins en stockage.

Dans notre cas, pour l'entreposage des panneaux, les rayonnages classiques à accès direct sont les plus adéquats et polyvalents. Ils permettent la mise en place en FIFO<sup>21</sup>, LIFO<sup>22</sup>, etc...

L'avantage de ce genre de rayonnage, c'est qu'ils sont personnalisables selon chaque type de marchandise. Les panneaux MDF et Aggloméré sont disponible en 210 x 280.

#### **➤ Organisation des panneaux**

Au cours de notre stage nous avons proposé à l'entreprise Kara Design de dédier une surface entre 50 et 70  $m^2$  pour le stockage de matière première, soit environ une surface de 3 x 20m.

Sachant que les dimensions d'un panneau sont de 210 x 280 *cm* et de 1,8 *cm* de profondeur. Le rayonnage pourra contenir une seule ligne, neuf colonnes et deux étages.

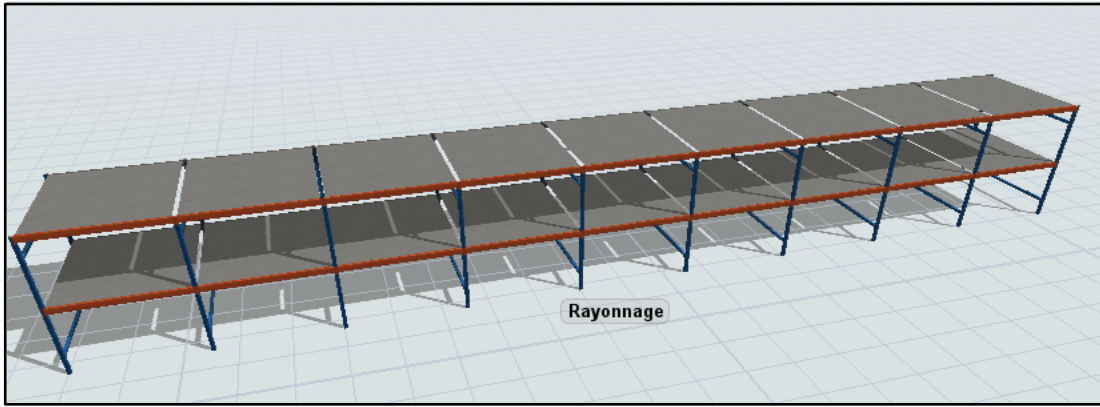
En vue de l'indisponibilité et la non- nécessité de moyens de manutentions, les panneaux doivent être à porter de main, une hauteur de moins de 2 *m* est requise. Le premier étage sera dédié aux nouveaux panneaux tandis que le deuxième contiendra les chutes réutilisables.

Un bac peut contenir jusqu'à 50 panneaux superposés, au total une capacité de 400 à 450 panneaux peut être atteinte.

---

<sup>21</sup> First In First Out

<sup>22</sup> Last In First Out



**Figure 37:** Rayonnage sous FlexSim

Un bac de déchets de 2 x 3 m est aussi prévu au voisinage des stations d'usinage pour tous les déchets non réutilisables.



**Figure 38:** Bac de déchets

| Compagnie : Kara Design<br>Préparé par : Saad KHOUANI<br>Département : usinage |        |        |         |               |            |              |
|--|--------|--------|---------|---------------|------------|--------------|
| MDF  |        |        |         |               |            |              |
| Date   | Entrée | Sortie | Couleur | Prix unitaire | Chute      | Stock actuel |
| 28/06/2021   | 25     | 3      | Blanc   | 8 500         | B 100 x 50 | 22           |
| 29/06/2021   | /      | 4      |         |               | B 80 x 70  | 18           |
| 30/06/2021   | /      | 4      |         |               | B 60 x 50  | 14           |
| 01/07/2021   | /      | 3      |         |               | B 80 x 70  | 11           |
| 02/07/2021   | /      | 5      |         |               | B 90 x 80  | 6            |
| 03/07/2021   | /      | 2      |         |               | B 100 x 50 | 4            |
| 04/07/2021   | /      | 4      |         |               | B 60 x 50  | 0            |
| 05/07/2021   | 25     | 5      | Blanc   | 8 800         | B 100 x 50 | 20           |
| 06/07/2021   | /      | 5      |         |               | B 80 x 70  | 15           |
| 07/07/2021   | /      | 4      |         |               | B 60 x 50  | 11           |
| 08/07/2021   | /      | 4      |         |               | B 80 x 70  | 7            |
| 09/07/2021   | /      | 2      |         |               | B 90 x 80  | 5            |
| 10/07/2021   | /      | 2      |         |               | B 100 x 50 | 3            |
| 11/07/2021   | /      | 3      |         |               | B 60 x 50  | 0            |

**Figure 39:** Fiche technique de gestion de stock





### 3. Prévision de la demande client

En vue de prévoir la demande client de l'entreprise **KARA Design** pour l'année suivante, nous avons dans un premier temps consulté les données historiques de l'entreprise ce qui nous a permis d'avoir une idée sur la fréquence de consommation des clients pour les différents types de meubles proposé par l'enseigne. Par la suite, nous avons opté pour l'utilisation de la méthode de prévision quantitative nommée méthode de **Lissage exponentiel** pour sa simplicité et sa rapidité.

Le tableau qui suit illustre la consommation des différents types de meubles sur une période d'une année, sachant que les produits sont décomposés suivant leurs tailles, utilisation et en quatre sous familles suivantes :

- La sous famille A : bureau et comptoir
- La sous famille B : meuble de salle de bain et caisson
- La sous famille C : chambre et meuble de rangement pharmacie
- La sous famille D : table basse et living

|           | Bureau | Comptoir | Meuble de salle de bain | Caisson | Chambre | Meuble de rangement Pharmacie | Table basse | Living | Total |
|-----------|--------|----------|-------------------------|---------|---------|-------------------------------|-------------|--------|-------|
| Janvier   | 12     | 7        | 15                      | 0       | 5       | 0                             | 5           | 13     | 57    |
| Février   | 7      | 5        | 10                      | 0       | 2       | 15                            | 5           | 5      | 49    |
| Mars      | 10     | 10       | 15                      | 10      | 3       | 0                             | 15          | 10     | 73    |
| Avril     | 8      | 13       | 20                      | 0       | 4       | 15                            | 10          | 8      | 78    |
| Mai       | 5      | 12       | 5                       | 0       | 12      | 15                            | 8           | 6      | 63    |
| Juin      | 15     | 8        | 10                      | 10      | 6       | 0                             | 6           | 10     | 65    |
| Juillet   | 12     | 4        | 10                      | 10      | 7       | 0                             | 14          | 9      | 66    |
| Aout      | 2      | 20       | 35                      | 10      | 2       | 0                             | 5           | 15     | 89    |
| Septembre | 10     | 11       | 10                      | 10      | 5       | 0                             | 20          | 14     | 80    |
| Octobre   | 19     | 6        | 15                      | 0       | 4       | 15                            | 10          | 8      | 77    |
| Novembre  | 14     | 9        | 15                      | 10      | 7       | 0                             | 8           | 6      | 69    |
| Décembre  | 6      | 15       | 20                      | 0       | 3       | 15                            | 14          | 16     | 89    |

|   |                    |
|---|--------------------|
|  | produits de type A |
|  | produits de type B |
|  | produits de type C |
|  | produits de type D |

**Tableau 3:** Prévision de la demande client pour les sous-familles de produits

### 4. Lissage exponentiel de la demande client

Le lissage exponentiel est une méthode de prévision de données chronologiques affectées d'aléas où chaque donnée est lissée successivement en partant de la valeur initiale en utilisant la formule suivante :

$$S_{t+1} = \alpha x_t + (1 - \alpha)S_t$$

$S_t$  : prévision pour la période t.

$S_{t-1}$  : prévision pour la période t-1.

$x_t$  : demande exprimée sur la période t.

$\alpha$  : facteur de lissage ( $0 < \alpha < 1$ ).

## Partie 1 : Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design

| Mois      | Consommations | $\alpha$ |       |       |       |       |
|-----------|---------------|----------|-------|-------|-------|-------|
|           |               | 0,1      | 0,3   | 0,5   | 0,7   | 0,9   |
| Janvier   | 57            | 60       | 60    | 60    | 60    | 60,00 |
| Février   | 49            | 59,70    | 59,10 | 58,50 | 57,90 | 57,30 |
| Mars      | 73            | 58,63    | 63,27 | 53,75 | 51,67 | 49,83 |
| Avril     | 78            | 60,07    | 67,69 | 63,38 | 66,60 | 70,68 |
| Mai       | 63            | 61,86    | 66,28 | 70,69 | 74,58 | 77,27 |
| Juin      | 65            | 61,97    | 65,90 | 66,84 | 66,47 | 64,43 |
| Juillet   | 66            | 62,28    | 65,93 | 65,92 | 65,44 | 64,94 |
| Aout      | 89            | 62,65    | 72,85 | 65,96 | 65,83 | 65,89 |
| Septembre | 80            | 65,28    | 74,99 | 77,48 | 82,05 | 86,69 |
| Octobre   | 77            | 66,76    | 75,60 | 78,74 | 80,61 | 80,67 |
| Novembre  | 69            | 67,78    | 73,62 | 77,87 | 78,08 | 77,37 |
| Décembre  | 89            | 67,90    | 78,23 | 73,44 | 71,73 | 69,84 |

**Tableau 4:** Lissage exponentiel de la demande client

Après avoir examiné les résultats du Lissage exponentiel nous avons constaté qu'au niveau de la valeur **0.7** correspondant au facteur de lissage, la consommation client à ce niveau a une très faible variation ce qui nous a poussé à choisir les résultats obtenus à partir de cette valeur pour effectuer le reste des calculs.

### 5. Le plan industriel et commercial (PIC)

Le plan industriel et commercial est l'outil qui va nous permettre de planifier à partir des données commerciales les moyens qui vont être nécessaires en production dans le but de couvrir l'ensemble des objectifs fixé par l'entreprise **KARA Design**. Les tableaux suivants représentent les différents PIC de l'entreprise à savoir le :

- PIC des ventes.
- PIC de la production.
- PIC du stock.

| Ventes       | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|--------------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Prévisionnel | 60      | 58      | 52   | 67    | 75  | 67   | 66      | 66   | 82        | 81      | 78       | 72       |
| Réel         | 57      | 49      | 73   | 78    |     |      |         |      |           |         |          |          |
| Ecart        | -3      | -9      | 21   | 11    |     |      |         |      |           |         |          |          |
| Ecart en %   | -5      | -16     | 41   | 17    |     |      |         |      |           |         |          |          |

**Tableau 5:** Le PIC pour les ventes

Pour construire le tableau du PIC des ventes nous avons utilisé les valeurs obtenues par le Lissage exponentiel afin de remplir la ligne des ventes prévisionnel.

## Partie 1 : Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design

| Production   | Janvier | Février | Mars  | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|--------------|---------|---------|-------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Prévisionnel | 74      | 74      | 74    | 74    | 74  | 74   | 74      | 74   | 74        | 74      | 74       | 74       |
| Réel         | 48      | 50      | 60    | 54    |     |      |         |      |           |         |          |          |
| Ecart        | -26     | -24     | -14   | -20   |     |      |         |      |           |         |          |          |
| Ecart en %   | -35,1   | -32,4   | -18,9 | -27   |     |      |         |      |           |         |          |          |

**Tableau 6:** Le PIC pour la production

Le PIC de la production reflète le plan de production à suivre à partir du mois de Mai. Pour ce faire nous avons effectué les calculs suivants pour obtenir une prévision en termes de production :

**Production prévisionnelle = [somme (prévisions des ventes (Mai : Décembre)) + objectif de stock - stock (Avril)] / 8 = 74**

| Stock        | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|--------------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Prévisionnel | 30      | 25      | 40   | 35    | 29  | 35   | 43      | 51   | 42        | 35      | 30       | 32       |
| Réel         | 28      | 23      | 31   | 30    |     |      |         |      |           |         |          |          |
| Ecart        | 5       | 8       | -9   | -5    |     |      |         |      |           |         |          |          |
| % Objectif   | 85      | 70      | 94   | 91    |     |      |         |      |           |         |          |          |

**objectif de stock: 32**

**Tableau 7:** Le PIC pour le stock

Pour calculer le stock prévisionnel dans le PIC de stock il suffit d'appliquer la formule suivante :

**Stock prévisionnel = production prévisionnelle + stock disponible – ventes prévisionnel**

L'entreprise a fixé un objectif de stock de 32, qui sera atteint au mois de Décembre si le plan de production est bien suivi.

**6. Plan directeur de production (PDP) et calcul en besoin net (CBN)**

A partir du PIC de production nous allons donner le plan directeur de production pour chaque sous famille de produit en divisant le mois de Mai et de Juin respectivement en 4 semaines. Pour ce faire nous allons diviser le prévisionnel des ventes par 4 pour chaque mois, ce qui nous donne la valeur de 19 pour chaque semaine du mois de Mai et la valeur de 17 pour chaque semaine du mois de Juin. La réalisation du PDP nous permet d'obtenir le PDP début qui indique la quantité de produits à lancer chaque semaine.

Au niveau du CBN le PDP début sera multiplié en fonction de la quantité des produits composants le produit composé principal selon la nomenclature de chaque produit. Pour notre étude nous avons pris la décision de prendre uniquement un seul produit de chaque sous famille vu que leurs processus de fabrication est identique :

- **Sous famille A** : comptoir
- **Sous famille B** : meuble de salle de bain
- **Sous famille C** : living
- **Sous famille D** : meuble de rangement pharmacie

**6.1. Produits de type A**

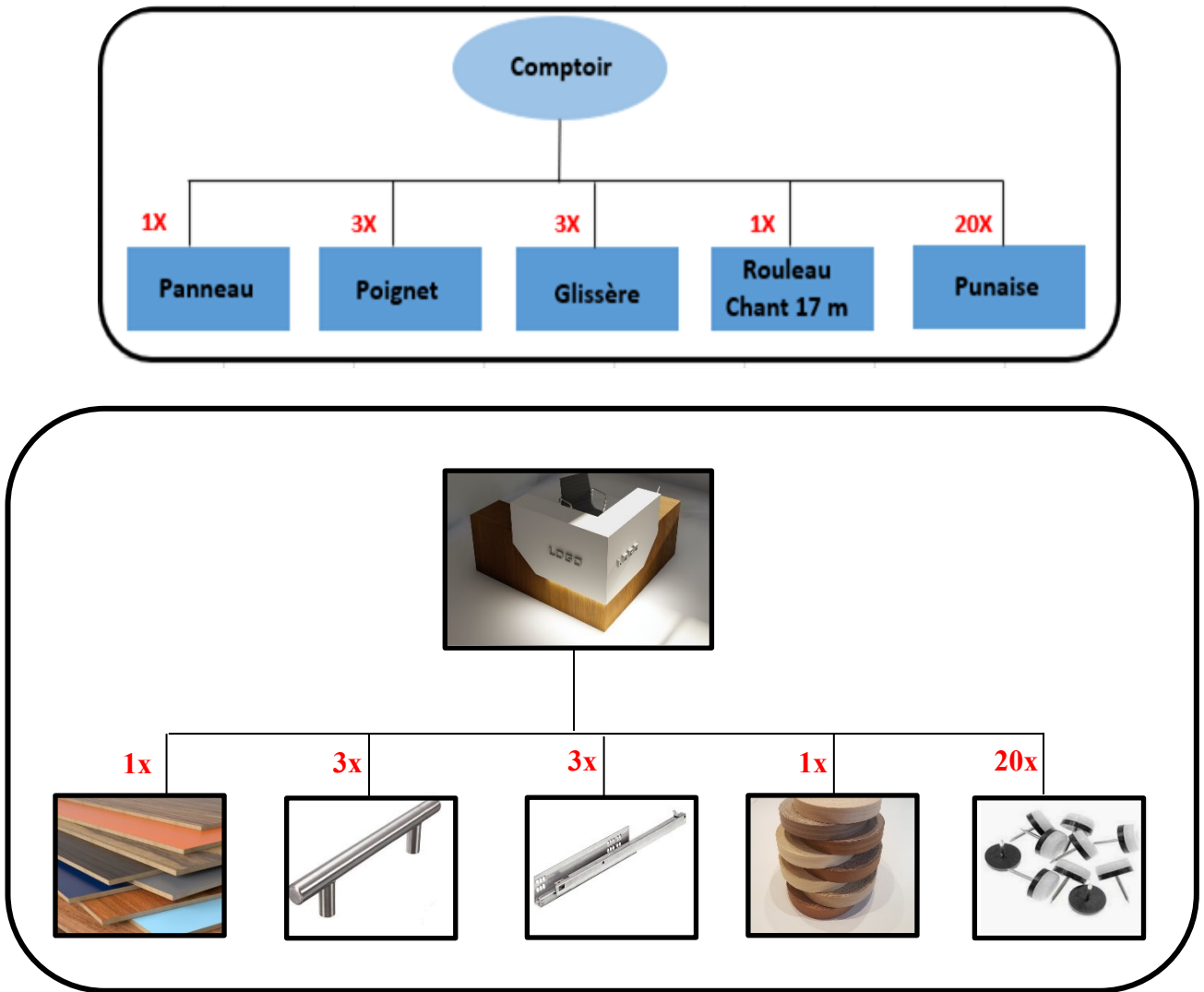
Les produits de la sous famille A ont un délai de production d'une semaine, une taille de lot qui est multiple de 5, un stock initial de 4 produits et un stock de sécurité contenant un seul produit. Nous avons considéré une zone ferme de 4 semaine.

|                         |   | Mois de Mai |    |    |    | Mois de Juin |    |    |    |
|-------------------------|---|-------------|----|----|----|--------------|----|----|----|
| Produit de type A       |   | 18          | 19 | 20 | 21 | 22           | 23 | 24 | 25 |
| Prévisions des ventes   |   | 19          | 19 | 19 | 19 | 17           | 17 | 17 | 17 |
| Commandes fermes        |   | 2           | 3  | 2  | 1  | 3            | 3  | 1  | 4  |
| Besoin net              |   | 21          | 22 | 21 | 20 | 20           | 20 | 18 | 21 |
| Disponible prévisionnel | 3 | 2           | 0  | 4  | 4  | 4            | 4  | 1  | 0  |
| PDP (Fin)               |   | 20          | 20 | 25 | 20 | 20           | 20 | 15 | 20 |
| Disponible à vendre     |   | 18          | 17 | 23 | 19 | 17           | 17 | 14 | 16 |
| PDP (Début)             |   | 20          | 25 | 20 | 20 | 20           | 15 | 20 |    |

St = 4  
 L = x5  
 D = 1 semaine  
 SS = 1  
 ZF = 4

**Tableau 8:** Le PDP de la sous famille A

**Partie 1 :** Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design



**Figure 40:** Nomenclature d'un comptoir

|                    |       | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Panneau | St = 10<br>L = 20 à 30<br>D = 1 semaine |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|---|
| Besoins bruts      |       | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | 15 | 20 | 0  |         |   |
| Ordres lancés      |       | 10 |    |    |    |    |    |    |    |         |   |
| Stock prévisionnel | 10    | 0  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  |         |   |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 30 | 20 | 20 | 20 | 15 | 20 |    |         |   |
|                    | Début | 30 | 20 | 20 | 20 | 15 | 20 |    |    |         |   |

**Tableau 9:** Le CBN des panneaux pour la sous famille A



**Partie 1 : Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design**

|                    |       | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Poignet |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|
| Besoins bruts      |       | 60 | 75 | 60 | 60 | 60 | 45 | 60 | 0  |         |
| Ordres lancés      |       | 30 |    |    |    |    |    |    |    |         |
| Stock prévisionnel | 30    | 0  | 0  | 15 | 5  | 20 | 0  | 15 | 15 |         |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 75 | 75 | 50 | 75 | 25 | 75 |    |         |
|                    | Début | 75 | 75 | 50 | 75 | 25 | 75 |    |    |         |

St = 30  
L = x25  
D = 1 semaine

**Tableau 10:** Le CBN des poignets pour la sous famille A

|                    |       | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Glissière |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|
| Besoins bruts      |       | 60 | 75 | 60 | 60 | 60 | 45 | 60 | 0  |           |
| Ordres lancés      |       | 60 |    |    |    |    |    |    |    |           |
| Stock prévisionnel | 15    | 15 | 0  | 0  | 0  | 0  | 15 | 15 | 15 |           |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |    |           |
|                    | Début | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |    |    |           |

St = 15  
L = x20  
D = 1 semaine

**Tableau 11:** Le CBN des glissières pour la sous famille A

|                    |       | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Rouleau de chant |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| Besoins bruts      |       | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | 15 | 20 | 0  |                  |
| Ordres lancés      |       | 20 |    |    |    |    |    |    |    |                  |
| Stock prévisionnel | 8     | 8  | 3  | 3  | 3  | 3  | 8  | 8  | 8  |                  |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |    |                  |
|                    | Début | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |    |    |                  |

St = 8 rouleaux  
L = x10  
D = 1 semaine

**Tableau 12 :** Le CBN des rouleaux de chant pour la sous famille A

|                    |       | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25 | Punaise |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---------|
| Besoins bruts      |       | 400 | 500 | 400 | 400 | 400 | 300 | 400 | 0  |         |
| Ordres lancés      |       | 200 |     |     |     |     |     |     |    |         |
| Stock prévisionnel | 200   | 0   | 100 | 100 | 100 | 100 | 0   | 0   | 0  |         |
| Ordres proposés    | Fin   |     | 600 | 400 | 400 | 400 | 200 | 400 |    |         |
|                    | Début | 600 | 400 | 400 | 400 | 200 | 400 |     |    |         |

St = 200  
L = x200  
D = 1 semaine

**Tableau 13:** Le CBN des punaises pour la sous famille A

## Partie 1 : Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design

### 6.2. Produits de type B

Les produits de la sous famille B ont un délai de production d'une semaine, une taille de lot qui est multiple de 6, un stock initial de 4 produits et un stock de sécurité contenant un seul produit. Nous avons considéré une zone ferme de 4 semaine.

|                         | Mois de Mai |    |    |    | Mois de Juin |    |    |    |   |   |
|-------------------------|-------------|----|----|----|--------------|----|----|----|---|---|
| Produit de type B       | 18          | 19 | 20 | 21 | 22           | 23 | 24 | 25 |   |   |
| Prévisions des ventes   | 19          | 19 | 19 | 19 | 17           | 17 | 17 | 17 | St = 4<br>L = 1 semaine<br>D = X6<br>SS = 1<br>ZF = 4 |   |
| Commandes fermes        | 4           | 2  | 3  | 1  | 5            | 3  | 2  | 1  |   |   |
| Besoin net              | 23          | 21 | 22 | 20 | 22           | 20 | 19 | 18 |   |   |
| Disponible prévisionnel | 3           | 4  | 1  | 3  | 1            | 3  | 1  | 6  |   | 0 |
| PDP (Fin)               | 24          | 18 | 24 | 18 | 24           | 18 | 24 | 12 |   |   |
| Disponible à vendre     | 20          | 16 | 21 | 17 | 19           | 15 | 22 | 11 |   |   |
| PDP (Début)             | 18          | 24 | 18 | 24 | 18           | 24 | 12 |    |   |   |
|                         |             |    |    |    |              |    |    |    |   |   |

Tableau 14: Le PDP de la sous famille B

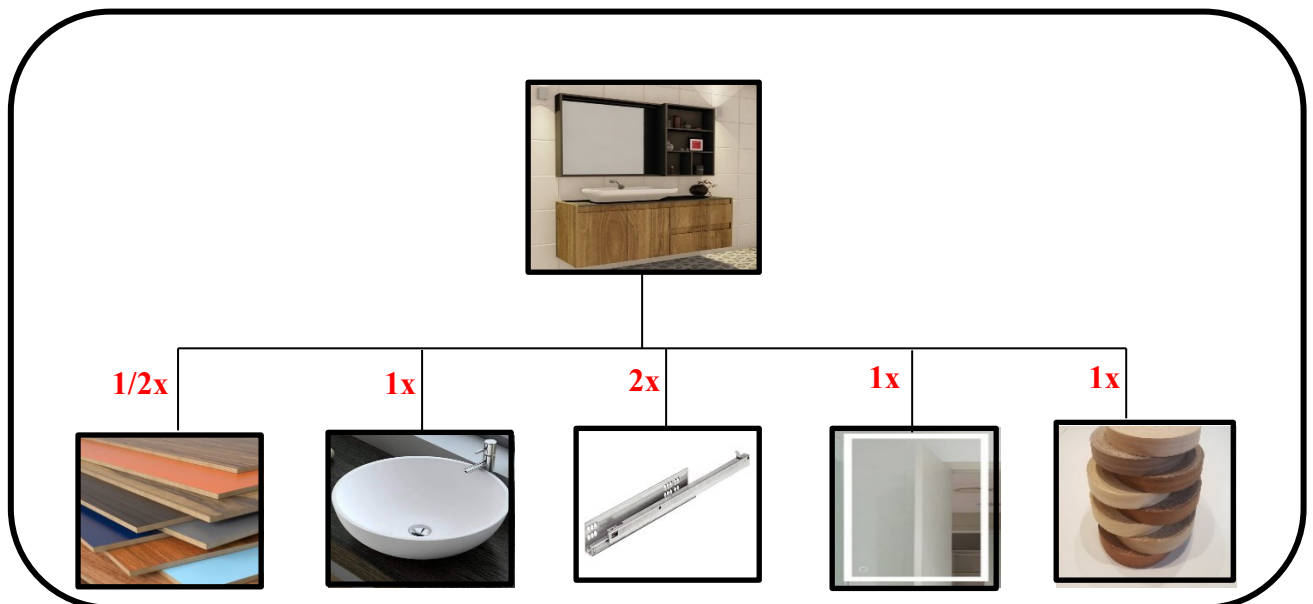
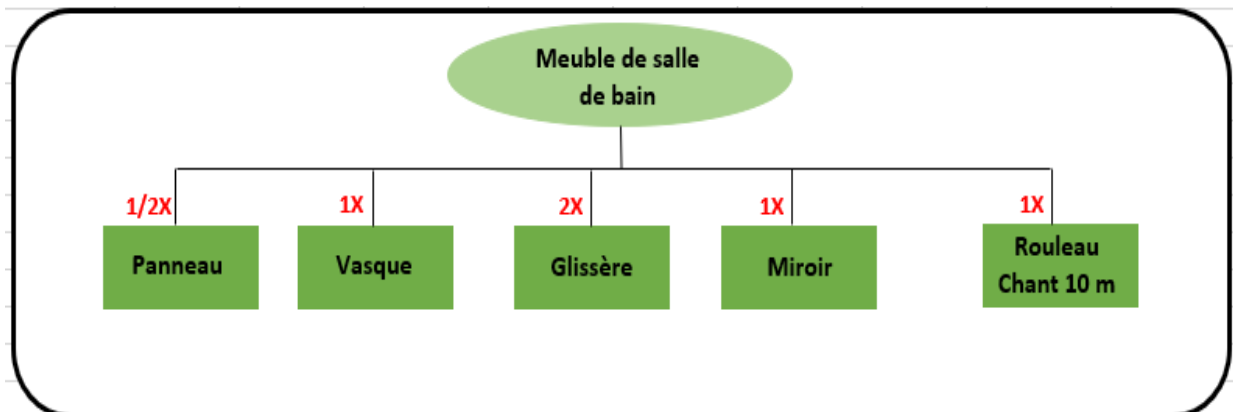


Figure 41: Nomenclature d'un meuble de salle de bain

## Partie 1 : Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design

|                    | 18    | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |                |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----------------|
| Besoins bruts      | 9     | 12 | 9  | 12 | 9  | 12 | 6  | 0  | <b>Panneau</b> |
| Ordres lancés      | 20    |    |    |    |    |    |    |    |                |
| Stock prévisionnel | 10    | 21 | 9  | 0  | 8  | 19 | 7  | 1  |                |
| Ordres proposés    | Fin   |    |    | 20 | 20 |    |    |    |                |
|                    | Début |    |    | 20 | 20 |    |    |    |                |

St = 10  
 L = 20 à 30  
 D = 1 semaine

**Tableau 15:** Le CBN des panneaux pour la sous famille B

|                    | 18    | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |               |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|---------------|
| Besoins bruts      | 18    | 24 | 18 | 24 | 18 | 24 | 12 |    | <b>Vasque</b> |
| Ordres lancés      | 4     |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Stock prévisionnel | 15    | 1  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  |               |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 24 | 20 | 24 | 16 | 24 | 12 |               |
|                    | Début | 24 | 20 | 24 | 16 | 24 | 12 |    |               |

St = 15  
 L = x4  
 D = 1 semaine

**Tableau 16:** Le CBN des vasques pour la sous famille B

|                    | 18    | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |                  |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| Besoins bruts      | 36    | 48 | 36 | 48 | 36 | 48 | 24 | 0  | <b>Glissière</b> |
| Ordres lancés      | 40    |    |    |    |    |    |    |    |                  |
| Stock prévisionnel | 15    | 19 | 11 | 29 | 1  | 5  | 17 | 13 |                  |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 40 | 40 | 20 | 40 | 60 | 20 |                  |
|                    | Début | 40 | 40 | 20 | 40 | 60 | 20 |    |                  |

St = 15  
 L = x20  
 D = 1 semaine

**Tableau 17:** Le CBN des glissières pour la sous famille B

|                    | 18    | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |               |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|---------------|
| Besoins bruts      | 18    | 24 | 18 | 24 | 18 | 24 | 12 | 0  | <b>Miroir</b> |
| Ordres lancés      | 4     |    |    |    |    |    |    |    |               |
| Stock prévisionnel | 15    | 1  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  |               |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 24 | 20 | 24 | 16 | 24 | 12 |               |
|                    | Début | 24 | 20 | 24 | 16 | 24 | 12 |    |               |

St = 15  
 L = x4  
 D = 1 semaine

**Tableau 18:** Le CBN des miroirs pour la sous famille B

|                    | 18    | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |                         |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|
| Besoins bruts      | 18    | 24 | 18 | 24 | 18 | 24 | 12 | 0  | <b>Rouleau de Chant</b> |
| Ordres lancés      | 10    |    |    |    |    |    |    |    |                         |
| Stock prévisionnel | 8     | 0  | 6  | 8  | 4  | 6  | 2  | 0  |                         |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 10 |                         |
|                    | Début | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 10 |    |                         |

St = 8 rouleaux  
 L = x10  
 D = 1 semaine

**Tableau 19:** Le CBN des rouleaux de chant pour la sous famille B

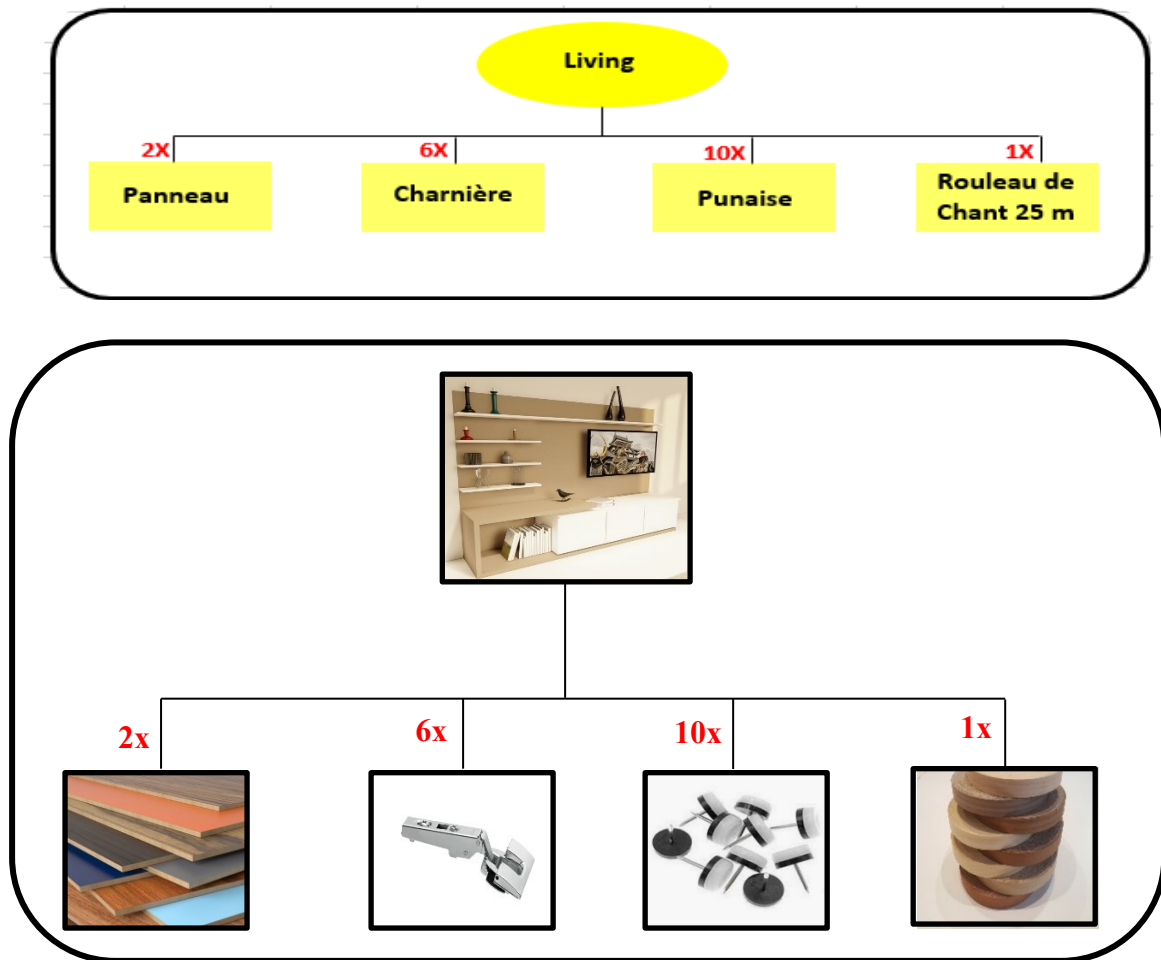
**6.3. Produits de type C**

Les produits de la sous famille C ont un délai de production d'une semaine, une taille de lot qui est multiple de 6, un stock initial de 5 produits et un stock de sécurité contenant un seul produit. Nous avons considéré une zone ferme de 4 semaine.

|                             | Mois de Mai |    |    |    | Mois de Juin |    |    |    |
|-----------------------------|-------------|----|----|----|--------------|----|----|----|
| Produit de type C           | 18          | 19 | 20 | 21 | 22           | 23 | 24 | 25 |
| Prévisions des ventes       | 19          | 19 | 19 | 19 | 17           | 17 | 17 | 17 |
| Commandes fermes            | 7           | 10 | 5  | 6  | 5            | 8  | 4  | 7  |
| Besoin net                  | 26          | 29 | 24 | 25 | 22           | 25 | 21 | 24 |
| Disponible prévisionnel   5 | 3           | 4  | 4  | 3  | 5            | 4  | 1  | 1  |
| PDP (Fin)                   | 24          | 30 | 24 | 24 | 24           | 24 | 18 | 24 |
| Disponible à vendre         | 17          | 20 | 19 | 18 | 19           | 16 | 14 | 17 |
| PDP (Début)                 | 30          | 24 | 24 | 24 | 24           | 18 | 24 |    |

St = 5  
L = 1 semaine  
D = x6  
SS = 1  
ZF = 4

**Tableau 20:** Le PDP de la sous famille C



**Figure 42:** Nomenclature d'un Living

**Partie 1 : Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design**

|                    |       | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Panneau |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|
| Besoins bruts      |       | 60 | 48 | 48 | 48 | 48 | 36 | 48 | 0  |         |
| Ordres lancés      |       | 50 |    |    |    |    |    |    |    |         |
| Stock prévisionnel | 10    | 0  | 2  | 2  | 2  | 2  | 6  | 8  | 8  |         |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 50 | 50 | 50 | 50 | 40 | 50 |    |         |
|                    | Début | 50 | 50 | 50 | 50 | 40 | 50 |    |    |         |

St = 10  
L = 40 à 50  
D = 1 semaine

**Tableau 21:** Le CBN des panneaux pour la sous famille C

|                    |       | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25 | Charnière |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----------|
| Besoins bruts      |       | 180 | 144 | 144 | 144 | 144 | 108 | 144 | 0  |           |
| Ordres lancés      |       | 140 |     |     |     |     |     |     |    |           |
| Stock prévisionnel | 50    | 10  | 6   | 2   | 18  | 14  | 6   | 2   | 2  |           |
| Ordres proposés    | Fin   |     | 140 | 140 | 160 | 140 | 100 | 140 |    |           |
|                    | Début | 140 | 140 | 160 | 140 | 100 | 140 |     |    |           |

St = 50  
L = x20  
D = 1 semaine

**Tableau 22:** Le CBN des charnières pour la sous famille C

|                    |       | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | Punaise |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| Besoins bruts      |       | 300 | 240 | 240 | 240 | 240 | 180 | 240 | 0   |         |
| Ordres lancés      |       | 200 |     |     |     |     |     |     |     |         |
| Stock prévisionnel | 200   | 100 | 60  | 20  | 180 | 140 | 160 | 120 | 120 |         |
| Ordres proposés    | Fin   |     | 200 | 200 | 400 | 200 | 200 | 200 |     |         |
|                    | Début | 200 | 200 | 400 | 200 | 200 | 200 |     |     |         |

St = 200  
L = x200  
D = 1 semaine

**Tableau 23:** Le CBN des punaises pour la sous famille C

|                    |       | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Rouleau de Chant |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| Besoins bruts      |       | 30 | 24 | 24 | 24 | 24 | 18 | 24 |    |                  |
| Ordres lancés      |       | 30 |    |    |    |    |    |    |    |                  |
| Stock prévisionnel | 8     | 8  | 4  | 0  | 6  | 2  | 4  | 0  | 0  |                  |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 20 | 20 | 30 | 20 | 20 | 20 |    |                  |
|                    | Début | 20 | 20 | 30 | 20 | 20 | 20 |    |    |                  |

St = 8 rouleaux  
L = x10  
D = 1 semaine

**Tableau 24:** Le CBN des rouleaux de chant pour la sous famille C

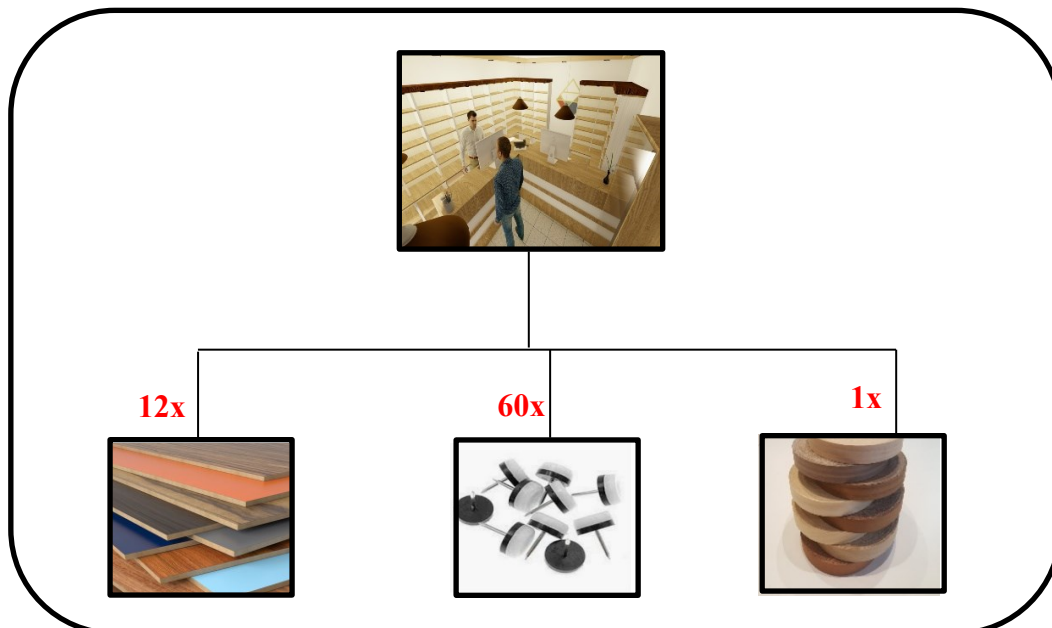
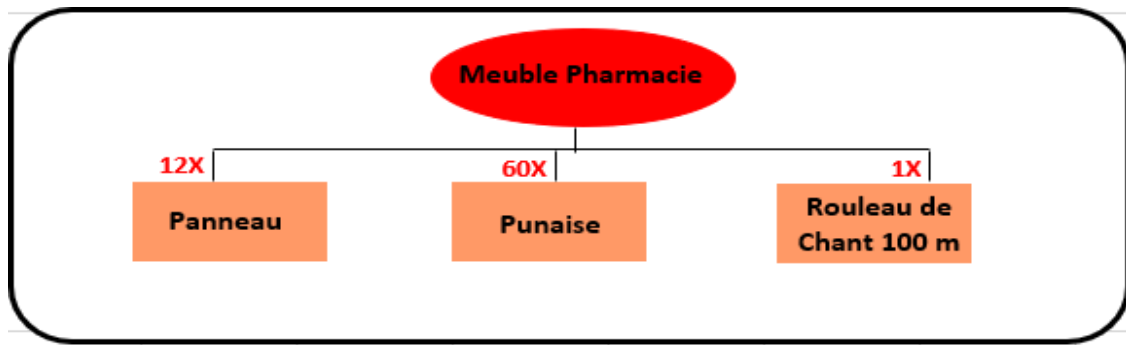
**6.4. Produits de type D**

Les produits de la sous famille D, ont un délai de production d'une semaine, une taille de lot qui est multiple de 2, un stock initial de 2 produits et un stock de sécurité contenant un seul produit. Nous avons considéré une zone ferme de 4 semaine.

|                         | Mois de Mai |    |    |    | Mois de Juin |    |    |    |
|-------------------------|-------------|----|----|----|--------------|----|----|----|
| Produit de type D       | 18          | 19 | 20 | 21 | 22           | 23 | 24 | 25 |
| Prévisions des ventes   | 18          | 18 | 18 | 18 | 16           | 16 | 16 | 16 |
| Commandes fermes        | 3           | 3  | 4  | 2  | 5            | 2  | 2  | 2  |
| Besoin net              | 21          | 21 | 22 | 20 | 21           | 18 | 18 | 18 |
| Disponible prévisionnel | 1           | 2  | 1  | 1  | 0            | 0  | 0  | 0  |
| PDP (Fin)               | 22          | 20 | 22 | 20 | 20           | 18 | 18 | 18 |
| Disponible à vendre     | 19          | 17 | 18 | 18 | 15           | 16 | 16 | 16 |
| PDP (Début)             | 20          | 22 | 20 | 20 | 18           | 18 | 18 |    |

St = 2  
L = 1 semaine  
D = x2  
SS = 1  
ZF = 4

**Tableau 25:** Le PDP de la sous famille D



**Figure 43:** Nomenclature d'un meuble pharmacie

## Partie 1 : Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design

|                    |       | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25 | Panneau |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---------|
| Besoins bruts      |       | 240 | 264 | 240 | 240 | 216 | 216 | 216 | 0  |         |
| Ordres lancés      |       | 240 |     |     |     |     |     |     |    |         |
| Stock prévisionnel | 10    | 10  | 26  | 6   | 6   | 10  | 14  | 18  | 18 |         |
| Ordres proposés    | Fin   |     | 280 | 220 | 240 | 220 | 220 | 220 |    |         |
|                    | Début | 280 | 220 | 240 | 220 | 220 | 220 |     |    |         |

St = 10  
L = x40 ou x44  
D = 1 semaine

**Tableau 26:** Le CBN des panneaux pour la sous famille D

|                    |       | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25 | Punaise |
|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|----|---------|
| Besoins bruts      |       | 1200 | 1320 | 1200 | 1200 | 1080 | 1080 | 1080 | 0  |         |
| Ordres lancés      |       | 1000 |      |      |      |      |      |      |    |         |
| Stock prévisionnel | 200   | 0    | 80   | 80   | 80   | 0    | 120  | 40   | 40 |         |
| Ordres proposés    | Fin   |      | 1400 | 1200 | 1200 | 1000 | 1200 | 1000 |    |         |
|                    | Début | 1400 | 1200 | 1200 | 1000 | 1200 | 1000 |      |    |         |

St = 200  
L = x200  
D = 1 semaine

**Tableau 27:** Le CBN des punaises pour la sous famille D

|                    |       | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Rouleau de Chant |
|--------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| Besoins bruts      |       | 20 | 22 | 20 | 20 | 18 | 18 | 18 | 0  |                  |
| Ordres lancés      |       | 20 |    |    |    |    |    |    |    |                  |
| Stock prévisionnel | 8     | 8  | 6  | 6  | 6  | 8  | 0  | 2  | 2  |                  |
| Ordres proposés    | Fin   |    | 20 | 20 | 20 | 20 | 10 | 20 |    |                  |
|                    | Début | 20 | 20 | 20 | 20 | 10 | 20 |    |    |                  |

St = 8 rouleaux  
L = x10  
D = 1 semaine

**Tableau 28:** Le CBN des rouleaux de chant pour la sous famille D

L'ensemble des CBN, toute famille confondu ont des produits composants communs dont il est nécessaire de recalculer à nouveau l'ensemble des besoins net. Les articles concernés sont :

- ✓ Les panneaux.
- ✓ Les punaises.
- ✓ Les glissières.

Les tableaux suivants donnent leurs CBN total :

|                    |       | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25 | Panneau |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---------|
| Besoins bruts      |       | 329 | 349 | 317 | 320 | 293 | 279 | 290 | 0  |         |
| Ordres lancés      |       | 400 |     |     |     |     |     |     |    |         |
| Stock prévisionnel | 10    | 81  | 32  | 15  | 15  | 22  | 43  | 3   | 3  |         |
| Ordres proposés    | Fin   |     | 300 | 300 | 320 | 300 | 300 | 250 |    |         |
|                    | Début | 300 | 300 | 320 | 300 | 300 | 250 |     |    |         |

**Tableau 29:** Le CBN total des panneaux

## Partie 1 : Gestion des stocks de l'entreprise Kara Design

|                    |       | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25  | Punaïse |
|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|---------|
| Besoins bruts      |       | 1900 | 2060 | 1840 | 1840 | 1720 | 1560 | 1720 | 0   |         |
| Ordres lancés      |       | 2000 |      |      |      |      |      |      |     |         |
| Stock prévisionnel | 200   | 300  | 240  | 0    | 160  | 240  | 680  | 160  | 160 |         |
| Ordres proposés    | Fin   |      | 2000 | 1600 | 2000 | 1800 | 2000 | 1200 |     |         |
|                    | Début | 2000 | 1600 | 2000 | 1800 | 2000 | 1200 |      |     |         |

**Tableau 30:** Le CBN total des punaises

|                    |       | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25 | Glissière |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----------|
| Besoins bruts      |       | 96  | 123 | 96  | 108 | 96  | 93  | 84  | 0  |           |
| Ordres lancés      |       | 100 |     |     |     |     |     |     |    |           |
| Stock prévisionnel | 15    | 19  | 16  | 0   | 12  | 16  | 3   | 19  | 19 |           |
| Ordres proposés    | Fin   |     | 120 | 80  | 120 | 100 | 80  | 100 |    |           |
|                    | Début | 120 | 80  | 120 | 100 | 80  | 100 |     |    |           |

**Tableau 31:** Le CBN total des glissières

## Conclusion

La gestion de stock est l'ensemble des actions à réaliser dans le but de définir la fréquence d'approvisionnement et les quantités de matière première à acheter.

Après avoir réalisé une estimation de la consommation annuelle des produits, nous avons appliqué la méthode de Lissage exponentiel sur les données prélever en vue d'éliminer les aléas. Le PIC, PDP et CBN ce sont avérer efficaces et qui nous ont donner des résultats assez pertinents ce qui nous a permis d'établir un calendrier prévisionnel d'achats et de commandes à lancer.



# Partie 2 : Mesure de performances

## Introduction

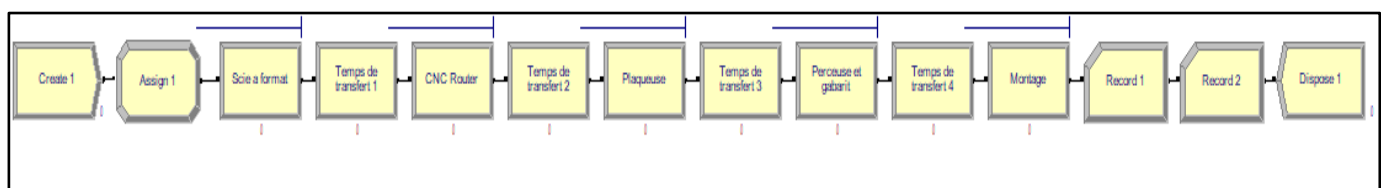
Suite à l'augmentation de la demande client, l'entreprise Kara Design souhaite améliorer son système de production dans l'intention de répondre à l'ensemble des besoins et exigences du marché. Pour notre étude nous allons appliquer les notions théoriques de « **Factory Physics** » dans le but de mesurer les performances de la chaîne de production actuelle de l'entreprise afin de les améliorer en proposant les solutions adéquates.

### 1. Mesure de performances de l'ancienne chaîne

| Process   | Ancienne chaîne              |                               |                           |                             |
|-----------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
|           | Taux par machine (Produit/h) | Nombre de machine par station | Temps opératoire (Minute) | Temps de transfert (Minute) |
| Scie      | 12                           | 1                             | 5                         | 0                           |
| CNC       | 1                            | 1                             | 50.17                     | 2                           |
| Plaqueuse | 2                            | 1                             | 35                        | 3                           |
| Perceuse  | 4                            | 1                             | 15                        | 1                           |
| Montage   | 2                            | 1                             | 37.30                     | 1                           |

**Tableau 32:** Mesures de performance de l'ancienne chaîne

Nous avons simulé l'ancienne chaîne sous le logiciel de simulation ARENA, sur une journée de 8 heures dans le but d'obtenir le temps de traitement brut  $T_0$ , le taux de la machine goulot  $r_b$ , le niveau d'encours critique  $W_0$  et le débit  $TH$ . Le modèle se présente comme illustré sur la figure suivante :



**Figure 44:** Modèle ARENA de l'ancienne chaîne

Le modèle contient les machines qui sont représentés par des « **Process** » avec l'action « **Seize Delay Release** » où nous avons insérer les temps opératoires correspondants, les temps de transfert sont modélisés quant à eux dans des « **Process** » mais avec l'action « **Delay** ».

Pour visualiser les résultats nous avons ajouté le module « **Assign** » qui contient l'attribut « **TNOW** » pour enregistrer le temps de cycle, les deux « **Record** » ont pour but d'afficher le temps de cycle et le temps entre deux arrivées. Les résultats obtenus suite à l'exécution du modèle sont les suivants :

| User Specified |         |                |               |               |
|----------------|---------|----------------|---------------|---------------|
| Tally          |         |                |               |               |
| Between        | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
| Record 1       | 0.8362  | (Insufficient) | 0.8362        | 0.8362        |
| Interval       | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
| Record 2       | 3.7454  | (Insufficient) | 2.4912        | 4.9997        |
| WIP            | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
| Entity 1       | 1.8727  | (Insufficient) | 0.00          | 4.0000        |

**Figure 45:** Résultats de l'ancienne chaîne

A partir de ces résultats on peut tirer les mesures de performances suivantes :

$$r_b = \frac{1}{0.8362} = 1.195 \approx 1.2 \text{ produits/h}$$

$$T_0 = 2.49 \text{ heures}$$

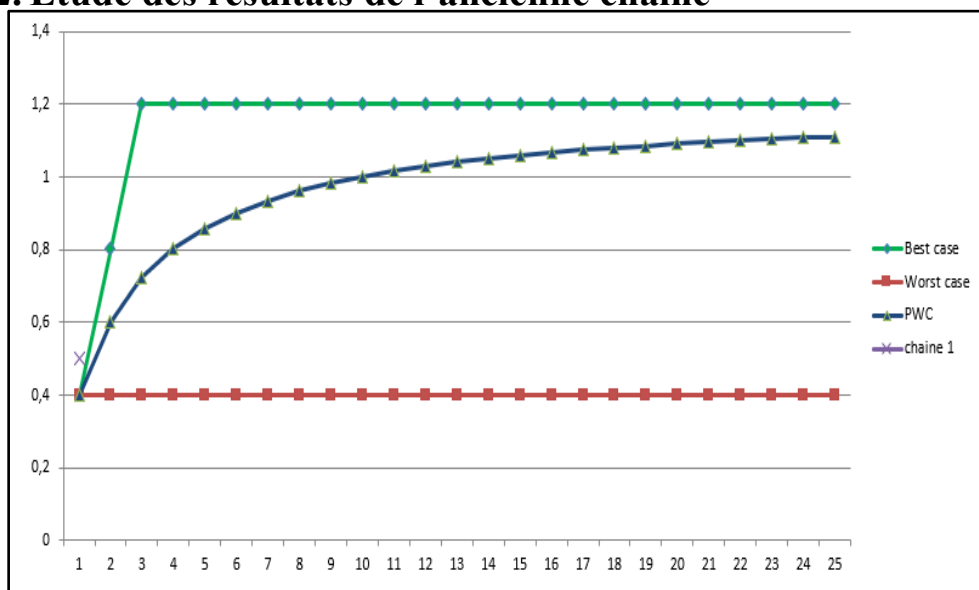
$$W_0 = r_b \times T_0 = 1.2 \times 2.49 = 2.98 \text{ produits}$$

$$\text{WIP} = 1.87 \text{ produits}$$

$$\text{TH} = 4 \text{ produits/jour} = 0.5 \text{ produits/h}$$

L'ancienne chaîne peut produire 4 comptoirs par jour or que la demande est de 10 comptoirs par jours. Nous devons donc penser à améliorer les performances de cette chaîne.

## 2. Étude des résultats de l'ancienne chaîne



**Figure 46:** Courbe représentation le TH en fonction du WIP dans le cas de l'ancienne chaîne

- **Interprétation :**

Les performances de la **chaîne 1** se situent au-dessus du « meilleur cas », donc aucune possibilité d'amélioration pour cette chaîne d'où la nécessité d'installer la nouvelle chaîne en vue de satisfaire la demande client.

### **3. Machines de la nouvelle chaîne**

Après recherche et réflexion, nous avons choisis les machines suivantes :

#### **3.1.CNC2040 :**



**Figure 47:** CNC2040

La CNC 2040 permet de contenir et d'usiner un panneau complet sans la nécessité de passer la scie. Elle offre une finition meilleure grâce à sa puissance et sa table aspirante qui permet de réduire le temps de traitement par deux.

#### **3.2.CNC Side Drilling :**



**Figure 48:** CNC Side Drilling

La CNC Side Drilling est une machine à commande numérique principalement utilisé pour le perçage de trous dans les parties latérales du panneau dédiés au système de fixation. C'est une machine industrielle qui remplace spécifiquement toute l'ancienne station de perçage et qui permet de réduire considérablement le temps de traitement et d'obtenir une bien meilleure finition.

**3.3. Plaqueuse MIZRAK :**



**Figure 49:** Plaqueuse MIZRAK

La plaqueuse MIZRAK Of-Ka Tuana 56 est une machine à 11 opérations contrairement à la plaqueuse ZICAR de 3 opérations. Les opérations manuelles précédemment faites avec l'ancienne plaqueuse s'effectueront automatiquement dans la nouvelle. Cela réduira considérablement le temps de traitement et offrira une finition bien meilleure.

**4. Mesure de performances de la nouvelle chaîne**

| Process   | Nouvelle chaîne              |                               |                           |                             |
|-----------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
|           | Taux par machine (Produit/h) | Nombre de machine par station | Temps opératoire (Minute) | Temps de transfert (Minute) |
| Scie      | 0                            | 0                             | 0                         | 0                           |
| CNC       | 2                            | 1                             | 26.5                      | 0                           |
| Plaqueuse | 4                            | 1                             | 14.42                     | 3                           |
| Perceuse  | 9                            | 1                             | 7                         | 1                           |
| Montage   | 2                            | 1                             | 37.30                     | 1                           |

**Tableau 33:** Mesures de performances de la nouvelle chaîne

De la même manière nous avons simulé la nouvelle chaîne sous le logiciel ARENA, le modèle est le suivant :



**Figure 50:** Modèle ARENA de la nouvelle chaîne

| User Specified |         |                |               |               |
|----------------|---------|----------------|---------------|---------------|
| Tally          |         |                |               |               |
| Between        | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
| Record 1       | 0.6217  | (Insufficient) | 0.6217        | 0.6217        |
| Interval       | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
| Record 2       | 4.6120  | (Insufficient) | 1.5037        | 7.7203        |
| WIP            | Average | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
| Entity 1       | 7.3415  | (Insufficient) | 0.00          | 12.0000       |

**Figure 51: Résultats de la nouvelle chaîne**

A partir de ces résultats on peut tirer les mesures de performances suivantes :

$$r_b = \frac{1}{0.6217} = 1.6084 \cong 1.61 \text{ produits/h}$$

$$T_0 = 1.5 \text{ heures}$$

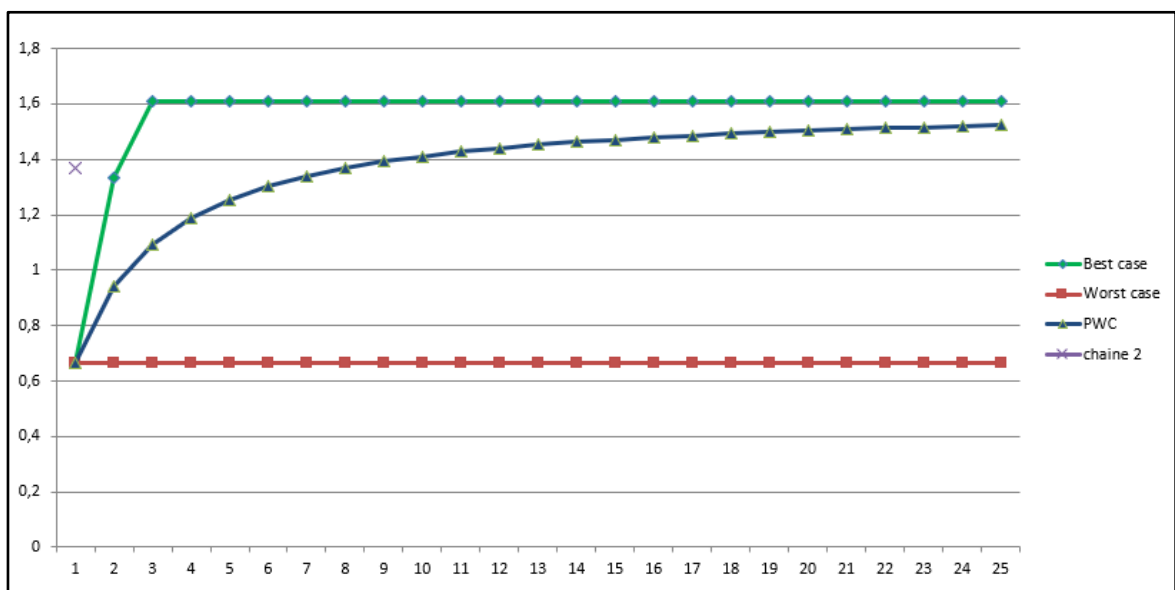
$$W_0 = r_b \times T_0 = 1.61 \times 1.5 = 2.41 \text{ produits}$$

$$\text{WIP} = 7.34 \text{ produits}$$

$$\text{TH} = 11 \text{ produits/jour} = 1.37 \text{ produits/h}$$

La nouvelle chaîne peut produire jusqu'à 11 comptoirs par jours ce qui est amplement suffisant en vue de satisfaire la demande journalière de 10 comptoirs.

## 5. Etude des résultats de la nouvelle chaîne



**Figure 52: Courbe représentant le TH en fonction du WIP dans le cas de la nouvelle chaîne**

- **Interprétation :**

Les performances de la **chaîne 2** se situent bien au-dessus du « meilleur cas ».

### **Conclusion**

Après avoir étudié les performances de l'ancienne chaîne en vue de détecter les anomalies qui empêchent le système de production de satisfaire la demande des clients, nous avons constaté que la chaîne ne nécessite aucune modification ce qui nous a poussé à installer une nouvelle chaîne parallèle à l'ancienne et beaucoup plus performante. La simulation a montré qu'avec la nouvelle chaîne l'entreprise pourra satisfaire la demande et même la dépasser. Suite à la nécessité d'installer une nouvelle chaîne nous allons dès à présent étudier la disposition de celle-ci à l'aide des méthodes et algorithmes de « **Facilities Design** » dans le but de proposer une configuration optimale

# **Partie 3 : Étude de la nouvelle disposition.**



## Introduction

Dans cette partie nous calculerons dans un premier temps les besoins de l'entreprise en termes de nombre de machines et d'employés. Par la suite, nous appliquerons les méthodes SLP et MST afin de définir la nouvelle disposition pour les deux chaînes de production de l'entreprise à s'avoir : l'ancienne et la nouvelle chaîne, pour parvenir au terme de cette étude à déterminer la disposition la plus optimale de l'atelier de production de l'entreprise Kara Design.

### 1. Dimensions et surfaces de chaque machine

| Machine            | Dimensions (cm) | Surface (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------|---------------------------|
| Scie               | 350 x 350       | 12.5                      |
| CNC 1325           | 250 x 130       | 35                        |
| Perceuse           | 120 x 240       | 3                         |
| Plaqueuse ZIKAR    | 150 x 250       | 3                         |
| CNC 2040           | 400 x 200       | 8                         |
| CNC Side Drilling  | 125 x 360       | 4.5                       |
| Plaqueuse MIZRAK   | 80 x 630        | 5                         |
| Station de Montage | 675 x 1399.38   | 95                        |

**Tableau 34:** Dimensions et surfaces de chaque machine

### 2. Calcul des besoins de l'entreprise

#### 2.1. Besoin en machines :

Pour calculer le besoin pour chaque type de machine, il suffit d'appliquer la formule suivante :

$$NM = \left\lceil \frac{tP}{\tau\eta} \right\rceil$$

| Machine   | t (min) | $\tau \left( \frac{h}{mois} \right)$ | $\eta (min)$ | H | P   |
|-----------|---------|--------------------------------------|--------------|---|-----|
| CNC       | 50.17   | 176                                  | 58           | 8 | 330 |
| Plaqueuse | 35      | 176                                  | 55           | 8 | 330 |
| Perçage   | 15      | 176                                  | 20           | 8 | 330 |
| Montage   | 37.3    | 176                                  | 55           | 8 | 330 |

**Tableau 35:** Données sur l'ancienne chaîne

## Partie 3 : Etude de la nouvelle disposition

- **CNC :**  $NM = \frac{50.17 \times 330}{176 \times 50} = 1.62 \cong 2 \text{ machines}$
- **Plaqueuse :**  $NM = \frac{35 \times 330}{176 \times 55} = 1.19 \cong 2 \text{ machines}$
- **Perçage :**  $NM = \frac{15 \times 330}{176 \times 20} = 1.4 \cong 2 \text{ machines}$
- **Montage :**  $NM = \frac{37.3 \times 330}{176 \times 55} = 1.27 \cong 2 \text{ machines}$

### ✓ **Interprétation :**

Les résultats montrent que la demande actuelle nécessite de doubler Le nombre de machines pour chaque type. Cela confirme le besoin d'installer une nouvelle chaîne de production en vue de satisfaire la demande.

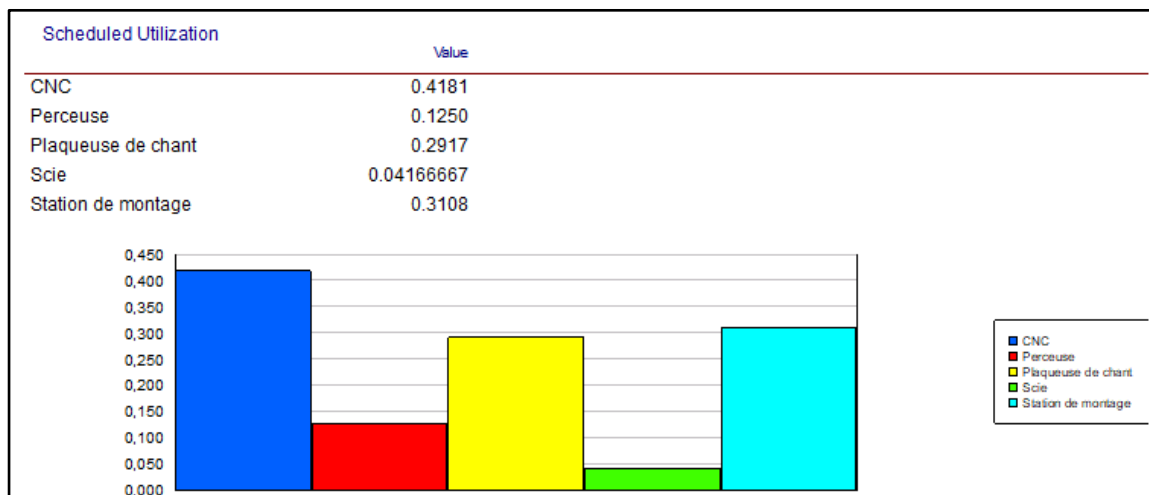
### **2.2. Besoin en personnel :**

Afin de prévoir le nombre d'employés pour la nouvelle et l'ancienne chaîne, il suffit d'appliquer la formule suivante :

$$N = \sum_{i=1}^n \frac{T_i O_i}{\eta H}$$

#### **2.2.1. Ancienne chaîne :**

Le taux de production  $\eta$  de chaque machine est obtenu à partir des résultats de la simulation de la partie précédente :



**Figure 53:** Utilisation des machines de l'ancienne chaîne

### Partie 3 : Etude de la nouvelle disposition

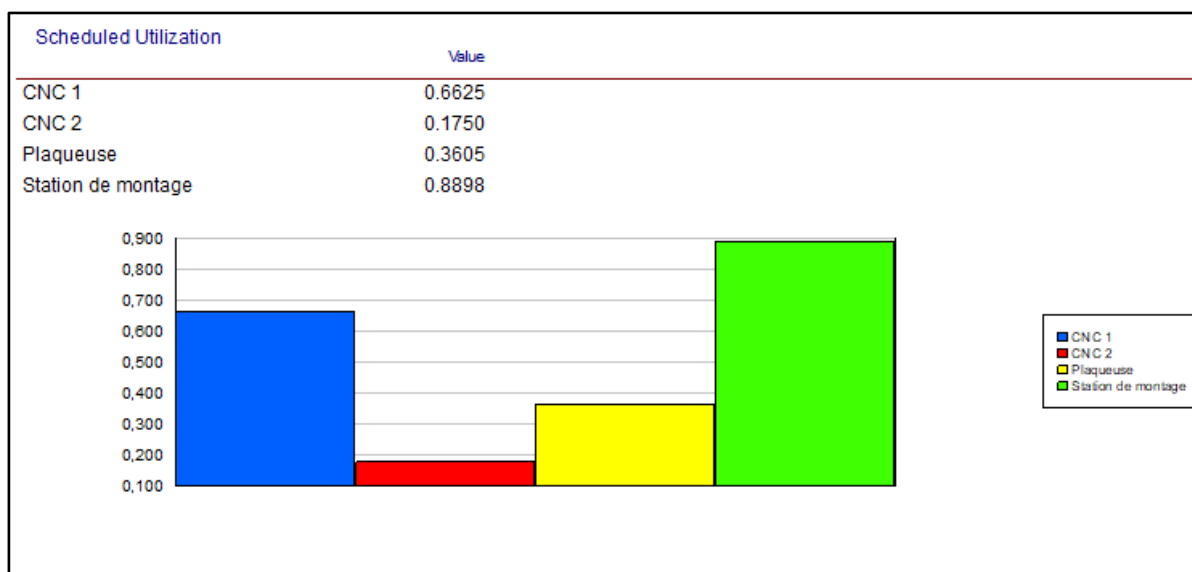
|                 | $T_i$ | $O_i$ | $\eta$ | H |
|-----------------|-------|-------|--------|---|
| Conception +CNC | 0.28  | 12    | 41.81% | 8 |
| Scie            | 0.19  | 12    | 29.17% | 8 |
| Perçage         | 0.08  | 12    | 12.5%  | 8 |
| Plaqueuse       | 0.027 | 12    | 4.16%  | 8 |
| Montage         | 0.2   | 12    | 31.08% | 8 |

**Tableau 36:** Données de disponibilité pour l'ancienne chaîne

$$N = \frac{0.28 \times 12}{0.42 \times 8} + \frac{0.19 \times 12}{0.29 \times 8} + \frac{0.08 \times 12}{0.13 \times 8} + \frac{0.027 \times 12}{0.04 \times 8} + \frac{0.2 \times 12}{0.31 \times 8} = 4.88 \cong 5 \text{ employés}$$

#### 2.2.2. Nouvelle chaîne :

Le taux de production  $\eta$  de chaque machine est obtenu à partir des résultats de la simulation de la partie précédente :



**Figure 54:** Utilisation des machines de la nouvelle chaîne

### Partie 3 : Etude de la nouvelle disposition

---

|                 | $T_i$ | $O_i$ | $\eta$ | H |
|-----------------|-------|-------|--------|---|
| Conception +CNC | 0.24  | 22    | 66.25% | 8 |
| Perçage         | 0.06  | 22    | 17.5%  | 8 |
| Plaqueuse       | 0.13  | 22    | 36.05% | 8 |
| Montage         | 0.32  | 22    | 88.98% | 8 |

**Tableau 37:** Données de disponibilité pour la nouvelle chaîne

$$N = \frac{0.24 \times 22}{0.66 \times 8} + \frac{0.06 \times 22}{0.18 \times 8} + \frac{0.13 \times 22}{0.36 \times 8} + \frac{0.32 \times 22}{0.89 \times 8} = 3.89 \cong 4 \text{ employés}$$

✓ **Interprétation :**

Les calculs indiquent qu'il est nécessaire d'avoir 5 employés dans l'ancienne chaîne et 4 employés chargé de la nouvelle chaîne. Cela fait un total de 9 employés dans toute l'entreprise.

### 3. Approche SLP

- **Contraintes**

- Nécessité d'isoler la machine VACCUM due à son volume important et de sa faible utilisation.
- Contrainte de routage entre les différentes machines.
- Espace disponible au sol pour l'aménagement de l'ensemble des installations.
- Emplacement des espaces de stockage matière première et produit fini suivant les entrées et les sorties.

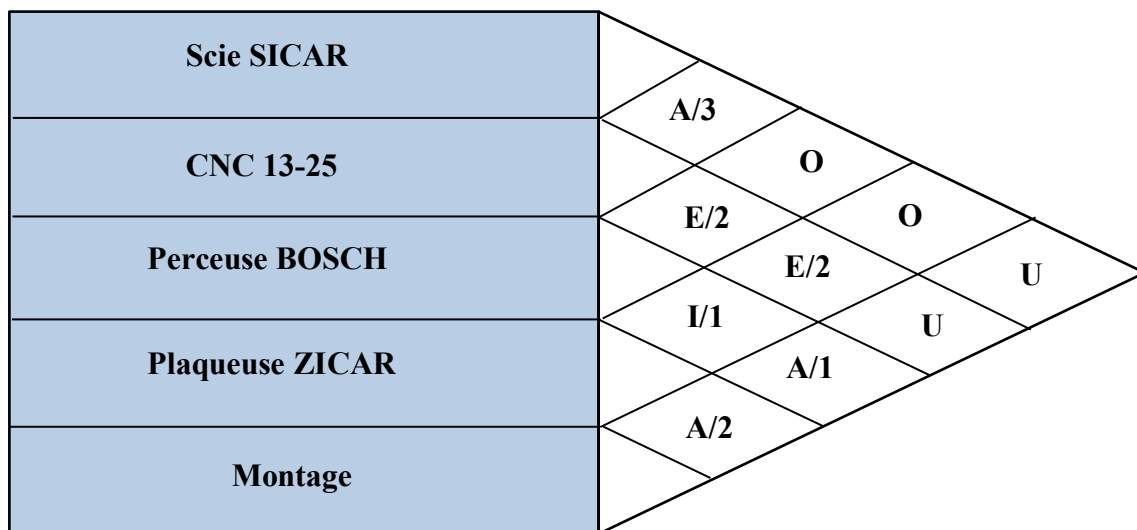
## Partie 3 : Etude de la nouvelle disposition

### 3.1. Chaîne 1 :

#### 3.1.1. Alternative 1

La première alternative représente une amélioration de la chaîne actuelle.

- Relationship chart :



| Code | Raison     |
|------|------------|
| 1    | Proximité  |
| 2    | Poids      |
| 3    | Précédence |

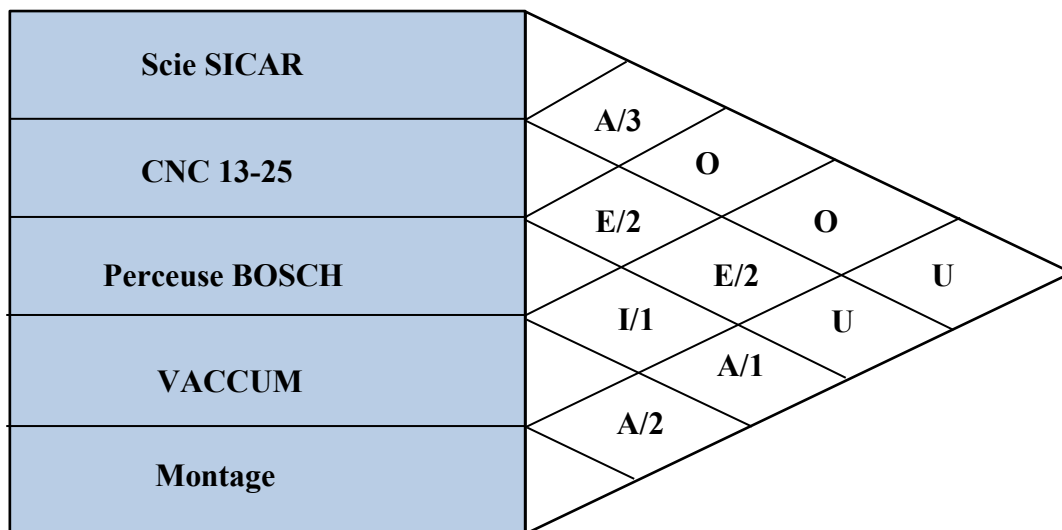
A : Absolument important.  
E : Très important.  
I : Important.  
O : Ordinaire.  
U : Sans importance  
X : Indésirable.

**Figure 55:** Relationship chart de l'ancienne chaîne (alternative 1)

#### 3.1.2. Alternative 2

Dans cette deuxième alternative nous avons remplacé la plaqueuse de chant ZICAR par la machine VACCUM.

• **Relationship chart :**

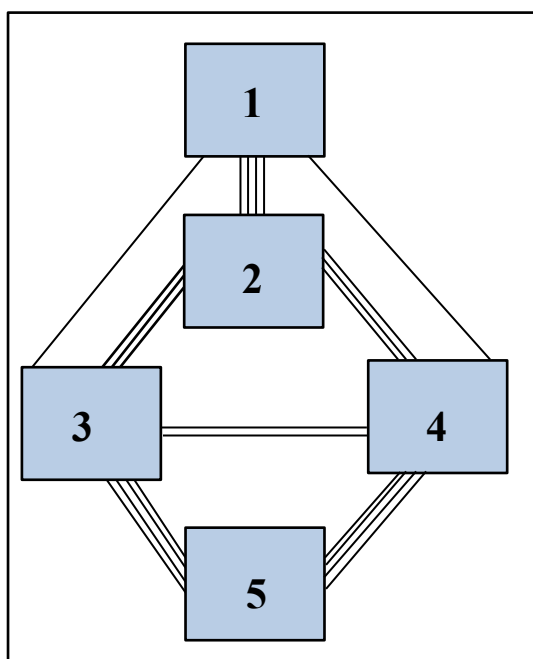


| Code | Raison     |
|------|------------|
| 1    | Proximité  |
| 2    | Poids      |
| 3    | Précédence |

A : Absolument important.  
 E : Très important.  
 I : Important.  
 O : Ordinaire.  
 U : Sans importance.  
 X : Indésirable.

**Figure 56:** Relationship chart de l'ancienne chaîne (alternative 2)

**3.1.3. Relationship diagramme**



|   |  |
|---|--|
| 1 | Scie SICAR                                     |
| 2 | CNC 13-25                                      |
| 3 | Perceuse BOSCH                                 |
| 4 | Plaquette ZICAR (1 <sup>ère</sup> alternative) |
| 4 | VACCUM (2 <sup>ème</sup> alternative)          |
| 5 | Montage  |

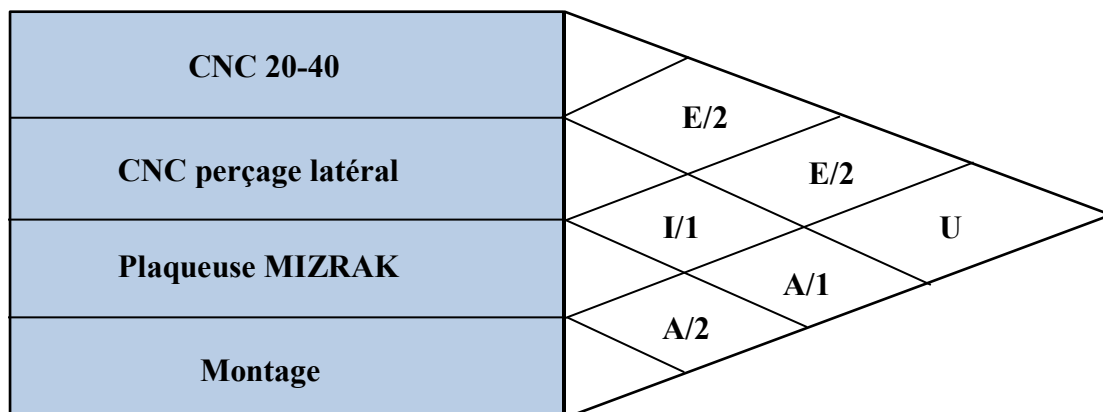
**Figure 57:** Relationship diagramme de l'ancienne chaîne

### 1.2. Chaîne 2

#### 1.2.1. Alternative 1

La première alternative représente la nouvelle chaîne que l'entreprise prévoit d'acquérir.

- **Relationship chart :**



| Code | Raison     |
|------|------------|
| 1    | Proximité  |
| 2    | Poids      |
| 3    | Précédence |

A : Absolument important.

E : Très important.

I : Important.

O : Ordinaire.

U : Sans importance.

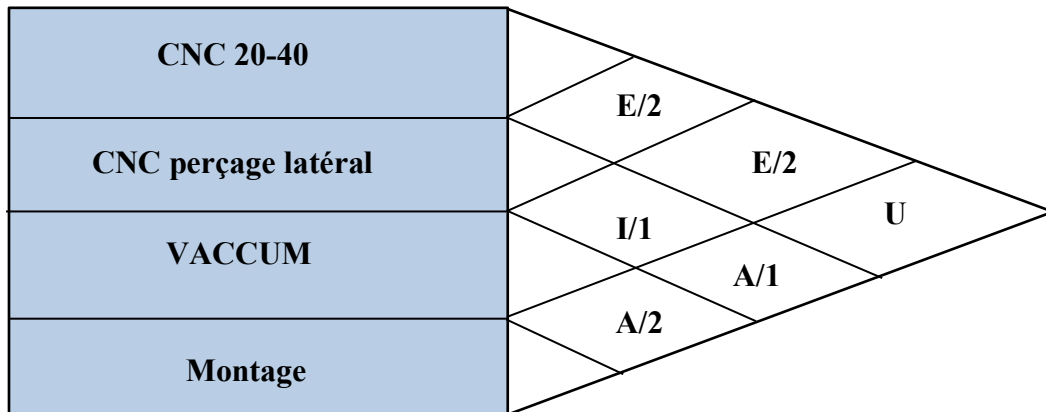
X : Indésirable.

**Figure 58** : Relationship chart de la nouvelle chaîne (alternative 1)

**1.2.2. Alternative 2**

Dans cette deuxième alternative nous avons remplacé la plaqueuse de chant MIZRAK par la machine VACCUM.

• **Relationship chart :**

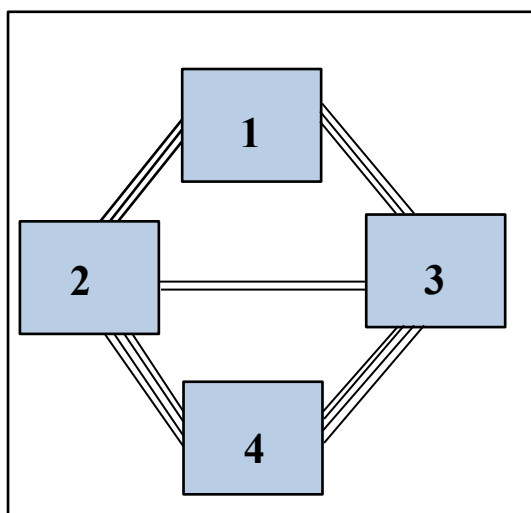


| Code | Raison     |
|------|------------|
| 1    | Proximité  |
| 2    | Poids      |
| 3    | Précédence |

A : Absolument important.  
 E : Très important.  
 I : Important.  
 O : Ordinaire.  
 U : Sans importance.  
 X : Indésirable.

**Figure 59:** Relationship chart de la nouvelle chaîne (alternative 2)

**1.2.3. Relationship diagramme**



|   |  |
|---|--|
| 1 | CNC 20-40  |
| 2 | CNC perçage latéral                                |
| 3 | Plaqueuse MIZRAK<br>(1 <sup>ère</sup> alternative) |
| 3 | VACCUM<br>(2 <sup>ème</sup> alternative)           |
| 4 | Montage  |

**Figure 60:** Relationship diagramme de la nouvelle chaîne (alternative 2)



### Partie 3 : Etude de la nouvelle disposition

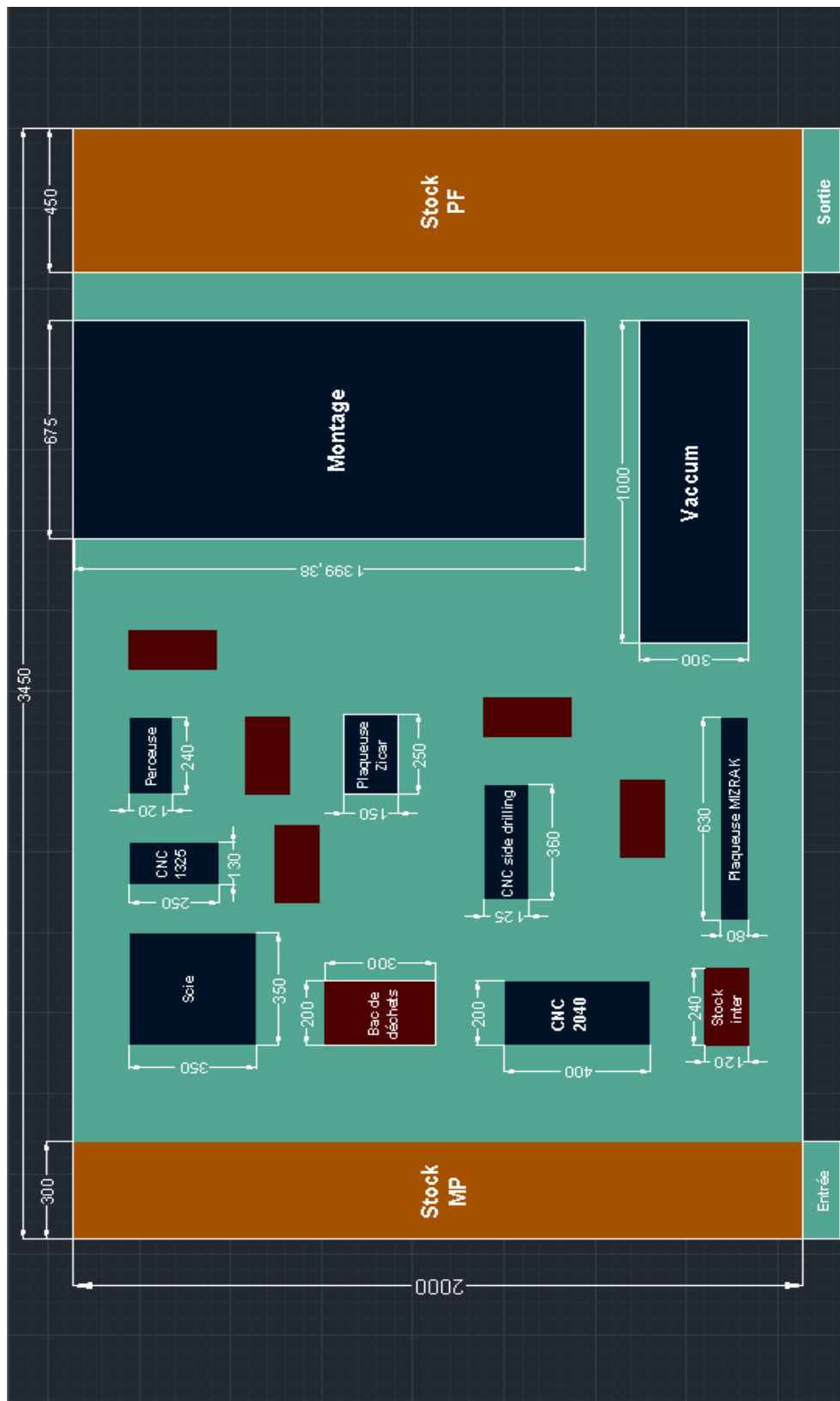


Figure 61: Nouvelle disposition sur Auto-CAD

## 4. Méthode MST :

### 3.1. Chaîne 1 :

La première étape de la méthode MST consiste à calculer la matrice de flux suivante :

$$f'_{ij} = f_{ij}(d_{ij} + 0.5(l_i + l_j))$$

- Les données :

✓ La matrice de flux :

$$f_{ij} = \begin{bmatrix} . & Scie & CNC & Plaqueuse & Perceuse & Montage \\ Scie & - & 12 & 0 & 0 & 0 \\ CNC & 12 & - & 12 & 0 & 0 \\ Plaqueuse & 0 & 12 & - & 12 & 0 \\ Perceuse & 0 & 0 & 12 & - & 12 \\ Montage & 0 & 0 & 0 & 12 & - \end{bmatrix}$$

✓ La matrice de distance :

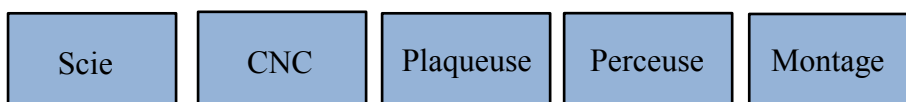
$$d_{ij} = \begin{bmatrix} . & Scie & CNC & Plaqueuse & Perceuse & Montage \\ Scie & - & 150 & 580 & 430 & 1225 \\ CNC & 150 & - & 270 & 450 & 1050 \\ Plaqueuse & 580 & 270 & - & 350 & 700 \\ Perceuse & 430 & 450 & 350 & - & 435 \\ Montage & 1225 & 1050 & 700 & 435 & - \end{bmatrix}$$

✓ La longueur des machines :

Scie = 350 cm  
 CNC = 130 cm  
 Plaqueuse = 250 cm  
 Perceuse = 240 cm  
 Montage = 675 cm

$$f'_{ij} = \begin{bmatrix} . & Scie & CNC & Plaqueuse & Perceuse & Montage \\ Scie & - & 4680 & 0 & 0 & 0 \\ CNC & 4680 & - & 5520 & 0 & 0 \\ Plaqueuse & 0 & 5520 & - & 7140 & 0 \\ Perceuse & 0 & 0 & 7140 & - & 10710 \\ Montage & 0 & 0 & 0 & 10710 & - \end{bmatrix}$$

Après application de l'algorithme de la méthode MST nous obtenons la disposition en ligne suivante pour la chaîne 1 :



## Partie 3 : Etude de la nouvelle disposition

---

### 3.2. Chaîne 2 :

#### 3.2.1. Alternative 1 :

- Les données :

✓ La matrice de flux :

$$f_{ij} = \begin{bmatrix} . & & & & \\ & CNC & & & \\ & Plaqueuse & & & \\ & Perceuse & & & \\ & Monrage & & & \\ & & CNC & Plaqueuse & Perceuse & Montage \end{bmatrix} \begin{matrix} - & 22 & 0 & 0 \\ 22 & - & 22 & 0 \\ 0 & 22 & - & 22 \\ 0 & 0 & 22 & - \end{matrix}$$

✓ La matrice de distance :

$$d_{ij} = \begin{bmatrix} . & & & & \\ & CNC & & & \\ & Plaqueuse & & & \\ & Perceuse & & & \\ & Monrage & & & \\ & & CNC & Plaqueuse & Perceuse & Montage \end{bmatrix} \begin{matrix} - & 300 & 375 & 1525 \\ 300 & - & 530 & 900 \\ 375 & 530 & - & 650 \\ 1525 & 900 & 650 & - \end{matrix}$$

✓ La longueur des machines :

CNC = 200 cm  
 Plaqueuse = 630 cm  
 Perceuse = 360 cm  
 Montage = 675 cm

$$f'_{ij} = \begin{bmatrix} . & & & & \\ & CNC & & & \\ & Plaqueuse & & & \\ & Perceuse & & & \\ & Monrage & & & \\ & & CNC & Plaqueuse & Perceuse & Montage \end{bmatrix} \begin{matrix} - & 15730 & 0 & 0 \\ 15730 & - & 22550 & 0 \\ 0 & 22550 & - & 25685 \\ 0 & 0 & 25685 & - \end{matrix}$$

Après application de l'algorithme de la méthode MST nous obtenons la disposition en ligne suivante pour la chaîne 2 pour la première alternative :



## Partie 3 : Etude de la nouvelle disposition

### 3.2.2. Alternative 2 :

✓ La matrice de flux :

$$f_{ij} = \begin{bmatrix} . & CNC & Vaccum & Perceuse & Montage \\ CNC & - & 22 & 0 & 0 \\ Vaccum & 22 & - & 22 & 0 \\ Perceuse & 0 & 22 & - & 22 \\ Monrage & 0 & 0 & 22 & - \end{bmatrix}$$

✓ La matrice de distance :

$$d_{ij} = \begin{bmatrix} . & CNC & Vaccum & Perceuse & Montage \\ CNC & - & 1160 & 675 & 1525 \\ Vaccum & 1160 & - & 400 & 358 \\ Perceuse & 675 & 400 & - & 650 \\ Monrage & 1525 & 358 & 650 & - \end{bmatrix}$$

✓ La longueur des machines :

CNC = 200 cm  
 Vaccum = 1000 cm  
 Perceuse = 360 cm  
 Montage = 675 cm

$$f'_{ij} = \begin{bmatrix} . & CNC & Vaccum & Perceuse & Montage \\ CNC & - & 38720 & 0 & 0 \\ Vaccum & 38720 & - & 23760 & 0 \\ Perceuse & 0 & 23760 & - & 25685 \\ Monrage & 0 & 0 & 25685 & - \end{bmatrix}$$

Après application de l'algorithme de la méthode MST nous obtenons la disposition en ligne suivante pour la chaîne 2 pour la deuxième alternative :



### **Conclusion**

Suite à l'étude de la disposition de l'usine en utilisant les principes théoriques de « **Facilities Design Layout** », nous avons proposé une nouvelle configuration de l'atelier de production Kara Design qui prend en compte des relations d'activités entre les différentes machines du processus de fabrication, de l'espace disponible, de la taille des machines et bien évidemment des contraintes imposés les dirigeants.

Cette nouvelle disposition permettra non seulement de satisfaire la demande client, de réduire considérablement les coûts liés à la production ainsi que les temps de déplacements entre les machines tout en améliorant de manière efficace les performances de la chaîne de production.

# Conclusion générale

# Conclusion et perspectives

---

Le travail décrit dans ce mémoire est le résultat de plusieurs semaines de dur labeur conjoint entre réflexion, recherche, analyse et progression. Ce travail est l'opportunité d'appliquer nos connaissances théoriques et pratiques acquises lors de la formation en génie industriel et qui représente aussi une épreuve de plus dans la carrière professionnelle. Le travail de cet article porte sur la gestion des stocks, l'aménagement, la conception ainsi que les mesures de performances des deux chaînes de production. Le but est d'établir un système de planification et de gestion des marchandises, d'optimiser la conception des deux lignes de production de meubles en fonction des besoins et en tenant compte de toutes les conditions et contraintes.

Une bonne gestion et planification des stocks constitue un facteur de flexibilité pour l'entreprise. En effet, les stocks représentent une charge financière et une immobilisation de capitaux. En raison d'absence de planification et un approvisionnement aléatoire, l'étude s'est orientée vers une approximation des prévisions ventes de chaque type de meuble, complétée par un lissage exponentiel qui est une technique de prévision qui s'applique à des séries chronologiques qui n'ont aucune tendance marquée et dont l'objectif est d'obtenir des valeurs lissées qui réduiront la marge d'erreur des demandes de client au maximum. Suivie du plan industriel et commercial qui permet de planifier à partir de données commerciales les moyens nécessaires à la production pour couvrir les objectifs mis en place. Accompagnée aussi d'un plan directeur de production qui permet de planifier les besoins de produits finis, il définit l'échéancier des quantités à produire pour chaque type de meuble. Ainsi que le calcul en besoin net, qui servira à l'ordonnancement de toute production.

Étant l'objectif de l'entreprise d'investir sur une nouvelle chaîne afin de pouvoir satisfaire la demande, une partie de l'étude s'est concentrée sur la mesure de performances des chaînes, qui a pour objectif principal, la maximisation de la productivité, cela a été fait à l'aide du logiciel Arena qui a permis de soustraire tous les indicateurs nécessaires au calcul des performances dans le contexte de Factory Physics. Les résultats obtenus ont été plus que satisfaisants et ont même dépassé l'objectif mis par l'entreprise.

La dernière et plus importante partie s'est concentré sur l'aménagement et ordonnancement des installations. Cette section comprend l'explication du processus de fabrication de meubles, le mode de fonctionnement de chaque machines et stations ainsi que leurs dimensions. Les méthodes et concepts du Facility Layout Design ont permis d'obtenir une conception qui répond à toute contrainte à travers le calcul des matrices de flux et des distances, les relations entre les différentes stations et la détermination des espaces de stockage, une conception qui s'est avéré optimale lors de la confirmation et amélioration des résultats.

Pour conclure, ce fut une expérience riche en apprentissage et en émotion. Ça nous a permis de nous plonger dans le monde professionnel le temps d'un stage et d'apprendre à gérer la pression. Une épreuve mémorable et enrichissante tant dans le domaine technique que l'aspect humain.

# Résumé

---

## Résumé

L'organisation des installations dans son ensemble, de la gestion du stock à l'aménagement des ateliers sont des étapes indispensables à la perpétuation d'une entreprise, elles lui permettront de rester compétitive en tout point.

Notre projet de fin d'étude s'est déroulé chez la société Kara Design, une société productrice de meuble qui a pour ambition de satisfaire toutes les demandes ainsi que d'acquérir constamment plus de part de marché tout en cherchant une amélioration continue. Le but de notre travail était la mise en place d'un système de gestion de stock et l'étude de la conception de l'atelier de production ainsi qu'une évaluation des performances de la productivité.

**MOTS-CLES :** Gestion des stocks, production de meuble, mesure de performances, aménagement des ateliers.

## Abstract

The organization of the facilities as a whole, from the management of the stock to the layout of the workshops are essential steps for the perpetuation of a company, they will allow it to remain competitive in every point.

Our graduation project took place at Kara Design, a furniture manufacturing company whose ambition is to satisfy all demands and to constantly acquire more market share while looking for a continuous improvement.

The aim of our work was the implementation of a stock management system and the study of the design of the production workshop as well as an evaluation of the productivity performances.

**KEYWORDS:** Stock management system, furniture production, performance measurement, facility layout design.

## ملخص

يعد تنظيم المرافق ككل ، من إدارة المخزون إلى تصميم ورش العمل ، خطوات أساسية في استمرار العمل ، وسوف تسمح لها بالبقاء قادرة على المنافسة بكل الطرق

تم تنفيذ مشروع نهاية الدراسة الخاص بنا في شركة أثاث تطمح إلى تلبية جميع الطلبات بالإضافة إلى الحصول باستمرار على حصة أكبر في السوق مع السعي إلى التحسين المستمر

كان الهدف من عملنا هو إنشاء نظام إدارة المخزون ودراسة تصميم ورشة الإنتاج بالإضافة إلى تقييم أداء الإنتاجية

إدارة المخزون ، إنشاء الأثاث ، قياس الأداء ، تخطيط ورشة العمل : **المفتاحية الكلمات**



# Références bibliographiques

---

- [1] Xiaojun.Ye, « Modélisation et simulation des systèmes de production une approche orientée objets. Modélisation et simulation ». INSA de Lyon 1994.
- [3] Youssef BENAMA, « Formalisation de la démarche de conception d'un système de production mobile : intégration des concepts de mobilité et de reconfigurabilité. Mécanique des matériaux. Université de Bordeaux, 2016.
- [10] P. BARANGER et G. HUGUEL, « Gestion de la production acteurs, techniques et politique ».
- [11] Luc BOYER, Michel POIREE et Elie Salin, « Précis d'organisation et gestion de la production ».
- [13] Wallace J. HOPP et Mark. L.Spearman, "Factory Physics".
- [14] Sunderesh S. HERAGU, "Facilities Design".

# Références webographies

---

- [2] <https://docplayer.fr/174822033-A-planification-delaproduction.html>
- [4] [www.vivonsmaison.com/mdf-caracteristiques-utilisation-avantages-et-inconvenients](http://www.vivonsmaison.com/mdf-caracteristiques-utilisation-avantages-et-inconvenients)
- [5] <https://construction-maison-ooreka.fr/astuce/voir/492581/panneau-de-particules-de-bois>.
- [6] [www.frwiki.org/wiki/Panneau-de-particules](http://www.frwiki.org/wiki/Panneau-de-particules).
- [7] <https://fr.p-mbuilders.com/pros-and-cons-of-veneer-particleboard-17289>.
- [8] [www.frwiki.org/wiki/Ameublement](http://www.frwiki.org/wiki/Ameublement).
- [9] [www.outillage2000.com/machines-a-bois/scies/scies-a-format.html](http://www.outillage2000.com/machines-a-bois/scies/scies-a-format.html)
- [12] [www.wikipedia.org/wiki/Planification-strategique](http://www.wikipedia.org/wiki/Planification-strategique)
- [15] [www.faq-logistique.com/Layout-Distribution-Interne-Usine.htm](http://www.faq-logistique.com/Layout-Distribution-Interne-Usine.htm)