

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA 1
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE MECANIQUE

Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du Diplôme de Master en
Construction Mécanique

Titre
**Optimisation et ordonnancement d'une chaîne de
production de charpentes métalliques avec MS Project**

Encadré par :

Dr. Salah MECHRAOUI

Co-Encadré par :

Mr. Abdelmadjid KARDACHE

Réalisé par :

- SAIDI Chakib Mustapha

- BOUDRAA Abd el rahmane

- BOUTIBA Ayoub

Année universitaire 2021/2022.

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre profonde gratitude à Mr **MECHRAOUI SALAH**, de nous avoir encadré dans notre mémoire de fin d'étude.

Nous remercions également Mr **KARDACHE MADJID**, pour le temps qu'il nous a consacré, pour sa disponibilité et pour ses conseils durant notre préparation.

Finalement, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Mustapha&Abd el rahmane&Ayoub

Dedicase

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU de m'avoir donné la force et
le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur
soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents,
et*

leur soutien moral,

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours
universitaire,*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le
fruit de votre soutien sans faille.*

Saidi Mustapha Chakib

Dédicace

A mes parents, mon frère et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours. A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

BoudraaAbdElRahmane

Liste des tableaux

Tableau 1 : différents profils utilisés en fonction de la pièce requise.	17
Tableau 2 : Propriété de la machine sciage de profilé.	30
Tableau 3 : données techniques de Machine Oxy / plasma pour les coupes spéciales.	33
Tableau 4 :données techniques de Coupe et perçage tôle grugeage.[7]	35
Tableau 5 : données techniques de la Plieuse spéciale pour la tôle.[7]	36
Tableau 6 : Extraie du manuel de COSIDER (Cf Annex)	57
Tableau 7 : Tableau récapitulatif du type, nombre, et le poids des pièces.....	59
Tableau 8 : Tableau des groupements élémentaire d'usinage.	60
Tableau 9 : tableau de ratio	61
Tableau 10 :estimation du prix de la ligne de production.	70
Tableau 11 : Estimation du prix du groupe électrogène	70
Tableau 12 : Estimation du prix du parc roulant	70
Tableau 13 : Estimation du prix des équipements informatique et bureaux	71
Tableau 14 : Estimation du cout d'aménagement	71
Tableau 15 : Estimation des salaires	72
Tableau 16 : Estimation des charges liées à la production	72
Tableau 17 : Amortissement des équipements	73

Liste des figures

Figure 1 : la géolocalisation de l'unité P30 COSIDER.	6
Figure 2 : Organigramme représente l'organisation de l'unité p30 COSIDER.	8
Figure 3 : Représentation de la charpente métallique.	14
Figure 4 : Métrologie d'une charpente métallique	15
Figure 5 :Différents profilés utilisés pour les charpentes métalliques	16
Figure 6 :Logigramme récapitulatif du processus d'une commande à la fabrication.	20
Figure 7 : Schéma de la chaine de fabrication.	23
Figure 8 : Assemblage du profilé avec l'ossature.	25
Figure 9 : Schéma de transfert du métal	25
Figure 10 : Organigramme de la ligne d'usinage.	27
Figure 11 : la Grenailleuse.	28
Figure 12 : Machine sciage de profilé : Scie à ruban.....	29
Figure 13 : Machine de poinçonnage/ Débitage pour les petits profilés.	30
Figure 14 : Machine sciage/perçage des grand profilés.	31
Figure 15 :Machine Oxy / Plasma pour les coupes spéciales.	32
Figure 16 : Photo prise de l'intérieur de la machine Oxy/coupage en plein tache.	33
Figure 17 : Coupe et perçage tôle grugeage.	34
Figure 18 : Plieuse spéciale pour la tôle.	36
Figure 19 : Convoyeur à rouleaux.	37
Figure 20 : Photo d'un chariot élévateur.	38
Figure 21 : Aide élévateur	39

Figure 22 : palan à rail d'extérieur	39
Figure 23 : palan à rail d'intérieur.	39
Figure 24 : Graphique récapitulatif des exigences du site choisi.	40
Figure 25 : Capture d'écran d'un plan de masse réalisé sur Autodesk.	41
Figure 26 : Conception de la chaîne linéaire de fabrication réalisé avec SolidWorks.....	42
Figure 27 : Diagramme de Gantt : (sur tableur) « GANTT au plus tôt».....	54
Figure 28 : Diagramme de Gantt : (avec Microsoft PROJECT) « GANTT au plus tôt».....	55
Figure 29 : Diagramme de Gantt	65
Figure 30 : Des poutre brutes	65

Liste des abréviations

CAO : conception assistée par ordinateur.

FAO : conception et fabrication assistée par ordinateur.

CAM: Computer Aided Manufacturing

MES :ManufacturingExecution System

CNC : commande numérique avec calculateur

Resours : ressources

mm: millimètre

Kg : kilogramme.

H : heure

T : tonne

Nbr : nombre

P.E.R.T: [Eco.] Planning d'organisation montrant sous forme de réseau maillé l'enclenchement des tâches relatives à la construction d'un ouvrage.

M.P.M : « Méthode des Potentiels Métra » Planning sous forme de réseau représentant graphiquement l'ordonnancement des opérations d'un projet

Résumé

Le travail présenté dans ce mémoire consiste à améliorer la productivité de l'unité "P30 Cosider-Construction" du Groupe Cosider, spécialisée dans la fabrication des différents types de profilés de charpentes métalliques en Algérie. En effet, cette amélioration vient suite à des écarts prélevés par un audit qualité/sécurité externe réalisé il y a six mois. Grâce à l'étude et l'analyse des moyens matériels et humains de l'unité, nous avons pu apporter des corrections aux écarts prélevés telles que la correction du problème du retard dans les délais dépassant les exigences des clients. Cette amélioration est apportée grâce à l'introduction d'une nouvelle procédure relative à la planification et organisation de la fabrication par l'utilisation du logiciel de gestion de projets MS Project. Enfin, une étude économique d'implantation d'une nouvelle unité de fabrication de charpentes métalliques a été réalisée et présentée.

Abstract

The work presented in this thesis consists in improving the productivity of the "P30 Cosider-Construction" unit of the Cosider-Group, specialized in the manufacturing of different types of structural steel profiles in Algeria. Indeed, this improvement comes following discrepancies noted by an external quality/safety audit carried out six months ago. Thanks to the study and analysis of the material and human resources of the unit, we were able to make corrections to the deviations taken such as the correction of the problem of the delay in the deadlines exceeding the requirements of the customers. This improvement is made thanks to the introduction of a new procedure relating to the planning and organization of

manufacturing through the use of the project management software MS Project. Finally, an economic study for setting up a new metal framework manufacturing unit was carried out and presented.

ملخص

يتمثل العمل المقدم في هذه الرسالة في تحسين إنتاجية وحدة "P30 Cosider-Construction" التابعة لمجموعة Cosider Group المتخصصة في تصنيع أنواع مختلفة من قطاعات الصلب الإنشائية في الجزائر. في الواقع، يأتي هذا التحسن في أعقاب النقائص التي لوحظت من خلال مراقبة خارجية للجودة/السلامة تم إجراؤه منذ ستة أشهر. بفضل دراسة وتحليل الموارد المادية والبشرية للوحدة، تمكنا من إجراء تصحيحات للتباعدات التي تم تسجيلها مثل تصحيح مشكلة التأخير في المواعيد التي تتجاوز طلبات العملاء. تم إجراء هذا التحسين بفضل إدخال إجراء جديد يتعلق بتخطيط وتنظيم التصنيع باستخدام برنامج إدارة المشاريع "MS Project". وأخيراً، تم إجراء وتقديم دراسة اقتصادية لإنشاء وحدة جديدة لتصنيع الهياكل المعدنية.

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخ ص

INTRODUCTION1

CHAPITRE I : PRESENTATION DE COSIDER CONSTRUCTION

I.1 Introduction4

I.2. Description générale de l'entreprise et l'effectifs5

I.3. Description générale de l'unité P30.6

I.4. Organisation de l'unité P30 de COSIDER8

I.5. Historique de l'Unité « COSIDER P30 »9

I.6. Gamme de produits de l'Unité « COSIDER P30 »	9
I.7. Atouts et enjeux de l'Unité Cosider P30	10
I.8. Politique qualité, environnementale et QHSE	10
I.8.1 Qualité	10
I.8.2. Santé et Sécurité	11
I.8.3. Environnement	11

CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES CHARPENTES METALLIQUES

II.1. Introduction	14
II.2. Structure d'une charpente métallique	16
II.2.1. Charpente métallique IPE et HPE	17
II.3. Avantages et inconvénients de la charpente métallique.....	18
II.3.1. Principaux avantages	18
II.3.2. Les inconvénients	18

CHAPITRE III : ETUDE TECHNIQUE : Méthodologie d'implantation des moyens de productions

III.1. Introduction	20
III.2. Les fonctions de la production	21
III.2.1. Structure techno-commercial	21
III.2.2. Structure Méthode	21
III.2.2. Structure d'approvisionnement.....	22
III.3. La chaîne de fabrication d'une charpente métallique	23
III.3.1. Phase traitement de surface grenailage.....	23
III.3.2. Phase d'usinage	24
III.3.3. Phase de l'assemblage	24
III.3.4. Phase de soudage : SOUDAGE à ARC	25
III.3.5. Phase de revêtement (peinture)	26
III.3.6. Phase de l'expédition	26
III.4. Le process d'usinage	27
III.5. Les machines par phase/type	28

III.5.1. Phase grenailage	28
III.5.2. Phase usinage	29
III.5.2.1. Sous phase usinage grand profile	29
III.5.2.2. Machine d'usinage tôle	34
III.6. Les caractéristiques des moyens de manutention	37
III.6.1. Les convoyeurs à rouleaux	37
III.6.2. Le chariot élévateur	38
III.6.3. Panneau d'élévation	39
III.7. Choix du site	40
III.8. Plan de masse	41
III.9. Conception de la chaine de fabrication qui contient la disposition des machines	42

CHAPITRE IV : Etude organisationnelle et institutionnelle

IV.1. Introduction	44
IV.2. Méthodes utilisées pour la planification et l'ordonnancement	45
IV.2. Laméthode Pert	45
IV.2.1. Principe de la méthode	45
IV.2.2. Normalisation du graphe	47
IV.2.3.Méthodologie de construction d'un réseau PERT	49
IV.2.4. Quelques définitions à retenir	51
IV.2.5. Résultats de l'étude	52
IV.3. La méthode MPM	52
IV.3.1. Principe de la méthode	52
IV.3.2.Calculs sur le graphe	53
IV.3.3. Normalisation du graphe	53
IV.3.4. Méthodologie de construction d'un réseau MPM	53
IV.3.5. Le diagramme de Gant	53
IV.3.6. La méthode Pert- cost(Pert – Coût).....	55
IV.4.Pistes d'améliorations suggérées	56

IV.5. Etude de cas	57
IV.6. Estimation du temps et ressources matérielles et humaines de fabrication	60
IV.7. Le diagramme de gant	65
IV.8. L'usinage d'une poutre	65
IV.8.1. Les principales phases d'usinage	66

CHAPITRE V : Etude économique

V.1. Introduction	69
V.2. Etude économique et estimation du cout	69
V.2.1. Frais fixes	69
V.2.1.1. Cout d'achat des équipements	69
A. Estimation du prix de la ligne de production	69
B. Estimation du prix du groupe électrogène	70
C. Estimation des prix du parc roulant	70
D. Estimation du prix du parc roulant	71
E. Estimation du prix des équipements informatiques	71
V.2.2. Frais variables	71
V.2.2.1 Les salaires des travailleurs	71
V.2.2.3-Estimation des charges liées à la production	72
V.3. Besoin en fonds de roulement	72
V.5. Amortissement	73
V.7. Bénéfice net	73
Conclusion générale	74
Références bibliographiques	76

Glossaire

Annexes

INTRODUCTION

GENERAL

Introduction générale

Une charpente est l'ossature, faite de poteaux et de poutres, d'une construction. L'homme a utilisé ces charpentes depuis très longtemps. Il a commencé à utiliser celle en bois, puis les charpentes en béton, mais avec l'évolution de l'industrie de la sidérurgie, de nouvelles charpentes ont vu le jour : c'est le cas des charpentes métalliques.

Les charpentes métalliques sont largement utilisées pour la construction de bâtiments industriels, de bâtiments agricoles, de garages, d'abris de jardin, mais aussi, et de plus en plus, de maisons individuelles. En Algérie, ces structures sont conçues et fabriquées notamment par l'entreprise Cosider-Construction du Groupe Cosider.

Le travail présenté dans ce mémoire consiste à améliorer la productivité de l'unité « **P30 Cosider-Construction** » spécialisée dans la fabrication des différents types de profilés de charpentes métalliques à partir d'un stage réalisé à cette unité. En effet, cette amélioration vient suite à des écarts prélevés par un audit qualité/sécurité externe réalisé il y a six mois.

Grace à l'étude et l'analyse des moyens matériels et humains de l'unité, nous avons pu apporter des corrections aux écarts prélevés telles que la correction du problème du retard dans les délais dépassant les exigences des clients. Cette amélioration est apportée grâce à l'introduction d'une nouvelle procédure relative à la planification et organisation de la fabrication par l'utilisation du logiciel de gestion de projets MS Project. Enfin, une étude économique d'implantation d'une nouvelle unité de fabrication de charpentes métalliques a été réalisée et présentée.

Après une introduction générale, ce mémoire présente cinq chapitres :

- Chapitre 1 : Présente l'unité P30 de l'entreprise COSIDER CONSTRUCTION.
- Chapitre 2 : Porte sur des généralités sur les charpentes métalliques.
- Chapitre 3 : Présente une méthodologie d'implantation des moyens de production de l'unité P30 de l'entreprise Cosider-Construction.
- Chapitre 4 : Présente l'étude organisationnelle et institutionnelle de notre travail.
- Chapitre 5 : Présente une étude économique de l'implantation d'une nouvelle unité.

Enfin, une Conclusion générale.

CHAPITRE I

Chapitre I : Présentation de COSIDER construction (P30)

I.1 Introduction

Elaborer une stratégie gagnante, chercher un idéal supérieur et aspirer à un modèle d'entreprise qui soit durable : telle est la devise de Cosider Construction.

Elle se veut une place dans l'histoire de la construction en s'imposant sur le marché national et rivalise, sans aucun complexe, avec les grands du monde dans son domaine d'activité. Elle a capitalisé un savoir-faire dans la réalisation des travaux de bâtiment, de génie civil et de construction métallique.

C'est avec fierté que COSIDER Construction participe fortement dans la concrétisation du plan quinquennal (2010-2014) mettant ainsi en œuvre sa grande expérience déjà acquise à travers la réalisation d'importants et prestigieux projets sur le territoire national, en déployant une main d'œuvre qualifiée et performante, un des plus sérieux gages que l'entreprise puisse offrir à sa clientèle en guise d'assurance.

Etant convaincue que sa réussite vient en premier lieu de son capital humain, COSIDER Construction déploie tous les moyens pour protéger ce patrimoine de connaissance et d'expérience et d'en faire son cheval de bataille.

Les chiffres d'affaires annuels en constante évolution sur les quatre dernières années témoignent de son sérieux et affiche sa bonne santé financière. L'activité réalisée en 2018 de 10 milliards de dinars passe à fin 2020 à 19 milliards de dinars avec l'objectif d'environ 35 milliards de dinars en 2021.

S'engager sur la voie de la qualité a toujours été une volonté présente à l'esprit des dirigeants et des travailleurs de l'entreprise d'où son engagement à mettre en œuvre et en améliorer continuellement un système de management intégrant les trois dimensions : qualité, santé/sécurité et environnement. Un engagement qui a su fédérer tous les efforts vers un seul objectif « produire de la qualité en toute sécurité, en respectant l'environnement ». Cette stratégie vise à :

- Renforcer sa position dans les métiers de la construction.
- Améliorer son niveau de croissance.

- Améliorer la maîtrise des processus de réalisation et de contrôle des projets.
- Intégrer la culture d'entreprise citoyenne à son personnel.

Ces axes reposent sur les objectifs suivants :

- La satisfaction des parties intéressées.
- Le respect de la législation opposable à ses activités, produits et services.
- La prévention de la pollution de l'environnement.
- La prévention de toute atteinte à la santé et la sécurité des personnels et des tiers.
- L'amélioration continue du système management intégré.

Avec toutes ces appréciations, nous restons confiants quant à la volonté des travailleurs d'une part, de rester acteur d'une évolution certaine de notre entreprise et, d'autre part, la préservation des concepts qui la caractérisent à savoir : une entreprise citoyenne qui crée de la richesse, crée de l'emploi et qui participe à l'essor du pays [1].

I.2. Description générale de l'entreprise et l'effectifs

Crée en 1995 dans le cadre du processus de restructuration du Groupe COSIDER, la filiale COSIDER Construction s'est spécialisée dans le domaine de la construction et notamment la réalisation de bâtiments à usage de bureaux, d'habitation et des équipements publics ainsi que la fabrication et montage de la charpente métallique.

A titre de référence, COSIDER Construction a déjà réalisé pour divers clients comme : OPGI, AADL, DEP, MDN, ...

S'appuyant sur le professionnalisme et la compétence de son personnel qui avoisine un effectif de 13.500 employés, COSIDER Construction constitue un opérateur de choix, capable de se positionner en leader dans le métier de bâtisseur et prendre ainsi part aux programmes nationaux dans le domaine de la construction.

COSIDER Construction dispose d'un potentiel humain fortement expérimenté et d'une compétence avérée.

Elle se caractérise par sa maîtrise de procédés de construction modernes (coffrage tunnel) et dispose de moyens matériels en bon état de fonctionnement lui permettant d’assurer la couverture totale des besoins de ses clients notamment pour les activités de terrassements et de gros œuvres.

Il est à rappeler que notre entreprise dispose d’un système de management combiné : qualité, sécurité et environnement, certifié par un organisme accrédité s’appuyant sur une politique adéquate.

Pour les corps d’états secondaires, COSIDER Construction s’appuie sur un réseau de prestataires spécialisés, sélectionnés et pour la plupart fidélisés.

Conformément aux exigences normatives, les prestataires sont réévalués sur la base de critères mentionnés dans des fiches transmises aux concernés trimestriellement.[1]

I.3. Description générale de l’unité P30



Figure 1 : la géolocalisation de l’unité P30 COSIDER.[2]

L'unité de fabrication de la charpente métallique se trouve au niveau de Tabainet commune de Chebli wilaya de Blida. Le site est à 2.5 Km de la nouvelle pénétrante du N29 à l'autoroute Est-Ouest A1.

Le site s'étend sur une superficie de 5.5 Hectare dont : · 18 000 M2 couvert.

· Aires de stockage de matière première de 4 500 M2 avec une structure métallique munie de deux ponts roulants.

· Aires de stockage de produits finis d'environ 7 500 M2 équipé d'un portique roulant [1].

I.4. Organisation de l'unité P30 de COSIDER

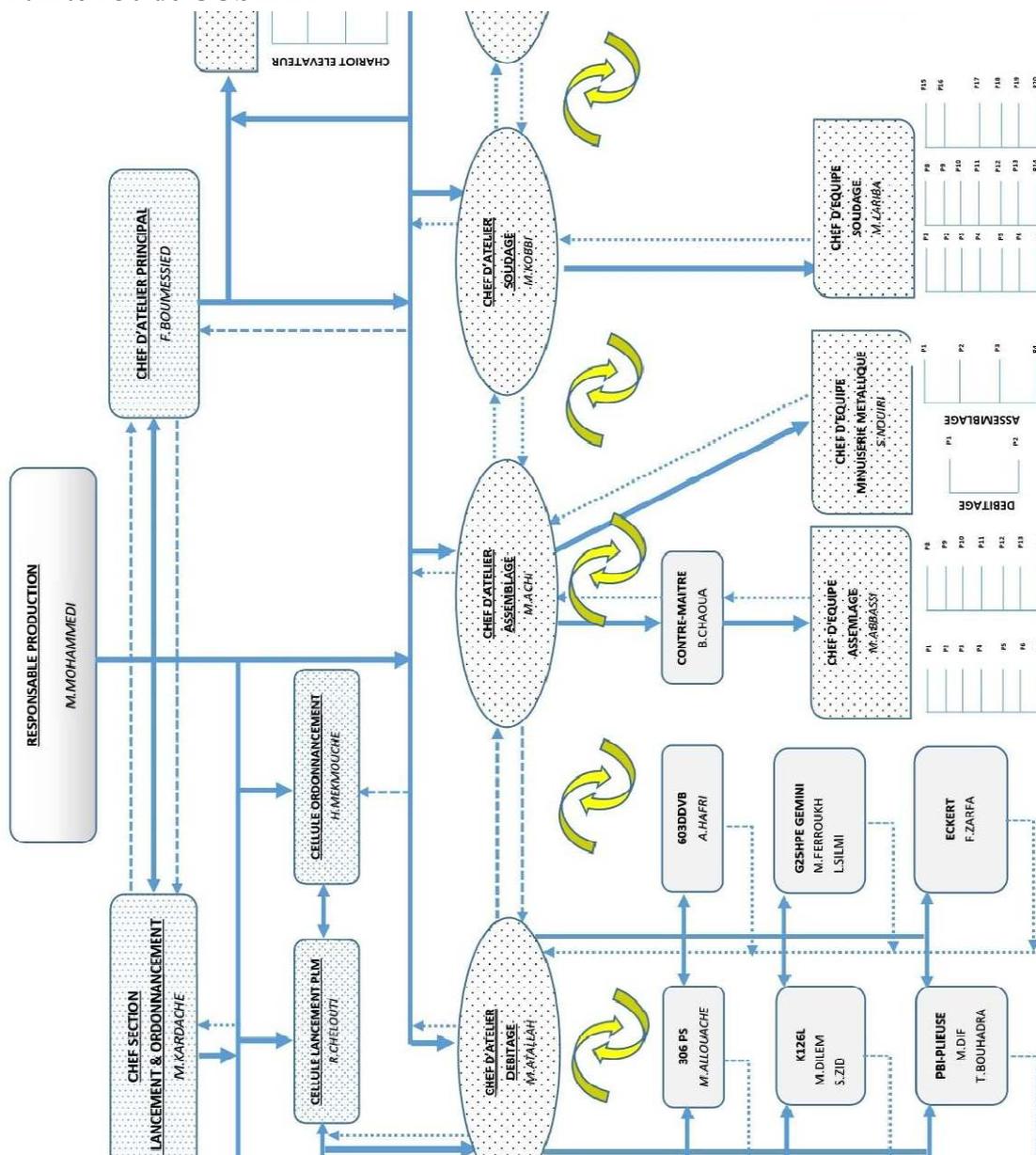


Figure 2 : Organigramme représente l'organisation de l'unité p30 COSIDER. [3]

I.5. Historique de l'Unité « COSIDER P30 »

Notre activité s'étend à plusieurs secteurs à savoir :

- 1- Fabrication et montage de tous types d'hangars et installations industrielles en charpente métallique.
- 2- Centrale électrique et Structure porteuse des cellules photovoltaïques.
- 3- Fabrication et montage de tous types d'hangars agricoles, de stockage et d'élevage.
- 4-Fabrication et montage des stations de tri de déchets ménagers.
- 5- Fabrication des structures de couverture destinées aux centres commerciaux et aux salles de sports et piscines.
- 6- Fabrication des serrureries métalliques destinées aux bâtiments à usage d'habitation.
- 7- Réalisation des blocs en charpente métallique à usage de bureaux e t à usage d'habitation.

I.6.Gamme de produits de l'Unité « COSIDER P30 »

La capacité de production de l'unité depuis 2010, à ce jour elle atteint la moyenne de 90 Tonnes/mois pour l'activité charpente et un maximum de 75 Tonnes/mois en cintrage de profilés. L'actuelle installation est dimensionnée pour une capacité de production optimale d'environ 9 000 Tonnes/an soit environ 800 tonnes/mois en produits sidérurgiques répartie comme suit :

85% en charpente métallique

10% en mécano soudés

5% en serrureries métalliques.[3]

I.7.Atouts et enjeux de l'Unité Cosider P30

COSIDER Construction dispose d'un potentiel humain fortement expérimenté et d'une compétence avérée.

Elle se caractérise par sa maîtrise de procédés de construction modernes (coffrage tunnel) et dispose de moyens matériels en bon état de fonctionnement lui permettant d'assurer la couverture totale des besoins de ses clients notamment pour les activités de terrassements et de gros œuvres.

Il est à rappeler que notre entreprise dispose d'un système de management combiné : qualité, sécurité et environnement, certifié par un organisme accrédité s'appuyant sur une politique adéquate.

Pour les corps d'états secondaires, COSIDER Construction s'appuie sur un réseau de prestataires spécialisés, sélectionnés et pour la plupart fidélisés.

Conformément aux exigences normatives, les prestataires sont réévalués sur la base de critères mentionnés dans des fiches transmises aux concernés trimestriellement.[3]

I.8. Politique qualité, environnementale et QHSE

L'entreprise COSIDER CONSTRUCTION est considérée comme la première entreprise de bâtiment et génie-civil en Algérie et classée à la catégorie IX.

Elle est certifiée à la norme ISO 9001 depuis 2006 selon les trois (03) référentiels : 9001-2008, 45001 v 2018 et 14001, au même titre que la SST en 2012.

I.8.1 Qualité

Certifiée depuis 2006 au SMQ conformément à la norme ISO 9001 (Cf Annex) ,la qualité se résume à la satisfaction totale de ses clients et la prise en compte des attentes de ses parties intéressées.

L'entreprise s'est assigné des objectifs qu'elle ne pourra atteindre qu'avec la contribution de ses prestataires dont le rôle est primordial vu que certains travaux liés directement au produit final leur sont confiés.

Il est attendu d'eux :

- !! La conformité des travaux réalisés.
- !! Le respect des délais contractuels.
- !! La réactivité dans la prise en charge des non conformités.

!! L'implication dans l'amélioration de ses activités. !!La participation aux réunions de coordination.

Lors de ces réunions de travail, toute suggestion ou proposition pertinente sera discutée et éventuellement prise en charge.[4]

I.8.2 Santé et Sécurité

COSIDER Construction a intégré la SST dans son système de management de la qualité depuis

2012 et s'est vu attribué le certificat conformément à la norme ISO 45001 v 2018 par un organisme accrédité. (Cf Annex)

Les exigences de la SST reposent essentiellement sur le respect de la réglementation en vigueur afin de préserver la santé des personnes, y compris celles travaillant sous son contrôle (sous-traitants), et d'offrir un espace de travail sécurisé.

Nous devons tous comprendre que les dispositions arrêtées par notre entreprise doivent être respectées et notamment :

- Les consignes affichées,
- Le port des EPI,
- La conformité des EPC,
- La qualification du personnel,
- Le contrôle technique du matériel,
- Le respect du plan de circulation,
- Le respect du programme SST lié à ses activités,
- La médecine de travail,
- La participation aux exercices de simulation,
- La participation au comité interentreprises.

L'annexe 2 détaille l'ensemble des risques liés à notre secteur d'activité.[4]

I.8.3 Environnement

Le système de management de la qualité a intégré le volet environnement selon la norme ISO 14001, au même titre que la SST en 2012. Ainsi notre entreprise dispose d'un SMI conforme aux dernières versions de 2015(Cf Annex).

Il s'agit en fait de préserver l'environnement dans lequel on évolue en respectant les principales exigences dont :

- † Respect du tri sélectif.
- † Récupération des déchets générés,
- † Non déversement des hydrocarbures,
- † Rationalisation des consommations d'électricité et d'eau,
- † Respect du programme environnemental,
- † Participation aux exercices de simulation,
- † Participation au comité interentreprises,
- † Limitation des émissions de poussières et de bruits.[4]

CHAPITRE II

Chapitre II : Généralités sur les charpentes métalliques

II.1. Introduction

Une charpente est un assemblage d'éléments en bois, métal ou béton, servant à soutenir ou couvrir des constructions. C'est une ossature porteuse ponctuelle, par opposition à la structure linéaire que constitue un mur continu.

On désigne souvent par charpente l'ossature de poteaux et poutres qui reprend le poids de la couverture ainsi que les charges verticales (c'est-à-dire les forces verticales s'exerçant sur la charpente) telles que les surcharges climatiques (neige, le vent). La charpente métallique concurrence la charpente en bois dans presque tous les domaines.

La figure représente la représentation de la charpente métallique.

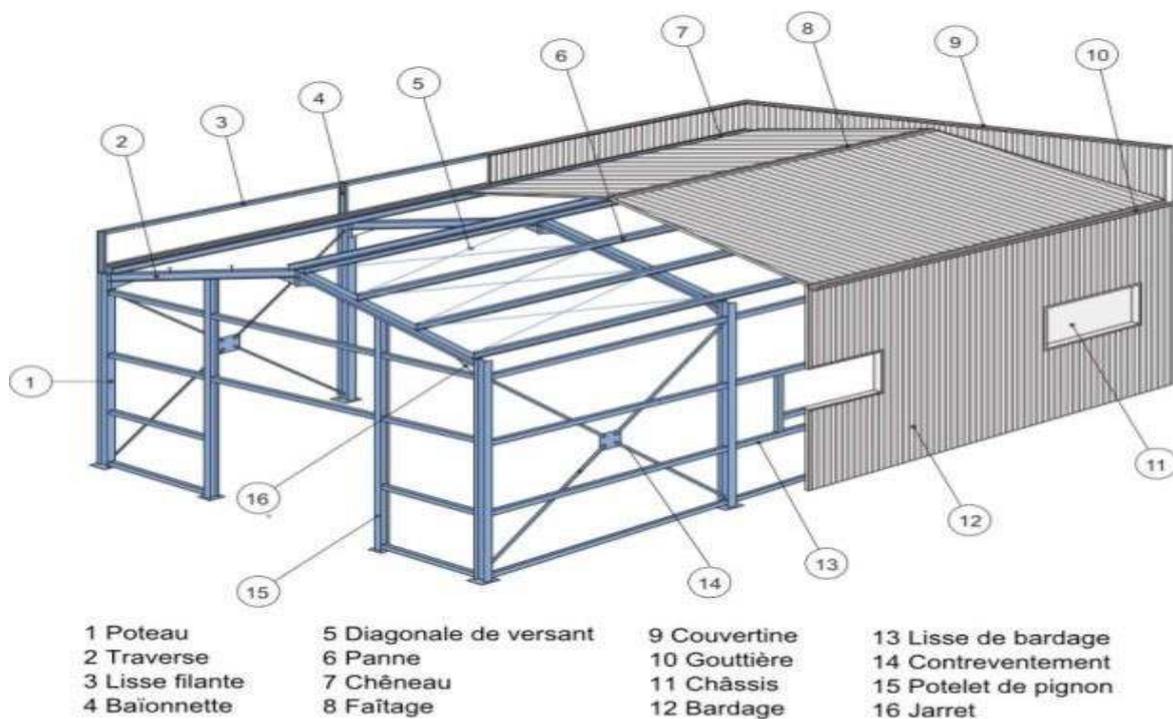


Figure 3 : Représentation de la charpente métallique.

La construction d'ouvrages de grande portée est simple. La grande majorité des bâtiments industriels est réalisée avec des charpentes métalliques, notamment pour des questions de coût. Les charpentes métalliques résistent au feu moins longtemps que celles en bois car les caractéristiques mécaniques chutent brutalement en cas d'élévation de température alors que le bois inflammable et combustible perd sa solidité plus graduellement par perte d'épaisseur. Ceci peut imposer une protection au feu spécifique des charpentes métalliques suivant les usages, par un doublage incombustible (isolants, plaques de plâtre) ou par un revêtement intumescent.

La figure (4) représente la métrologie d'une charpente métallique.

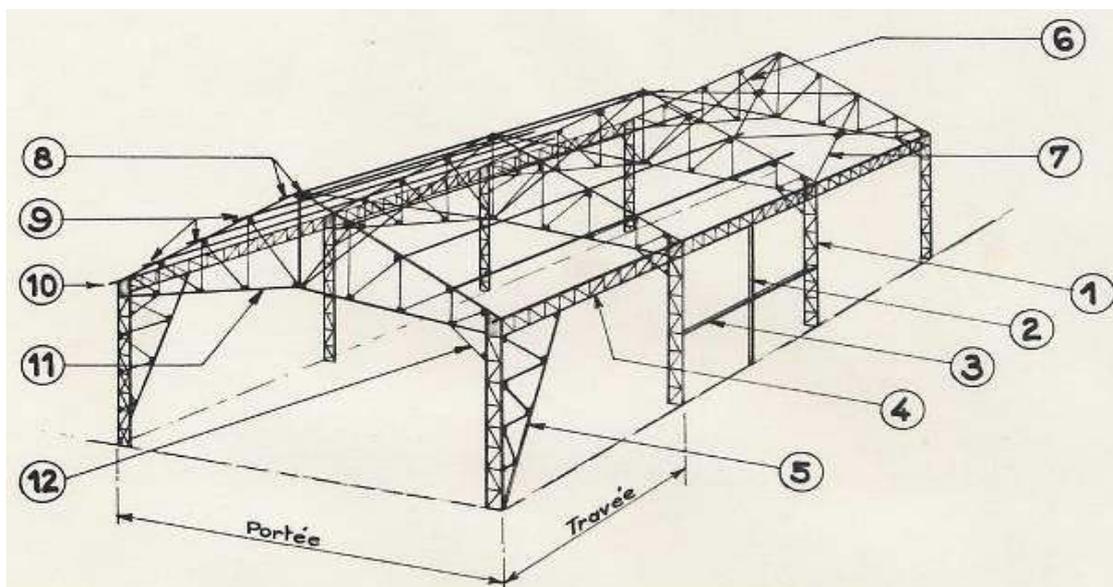


Figure 4 :Métrologie d'une charpente métallique

1. Poteau (column)
2. Montant
3. Traverse
4. Sablière (où : poutre de rive)
5. Contreventement (où : palée de stabilité) (Wind-Bracings)
6. Contreventement vertical (où : de faîtage)
7. Contreventement rasant (où : de versant)
8. Pannes faîtières
9. Pannes courantes
10. Pannes basses (ou sablières)
11. Fermes

12. Bracon (où : contrefiche)

II.2. Structure d'une charpente métallique

Tout comme une charpente traditionnelle, la charpente métallique est composée de fermes, d'arbalétriers et d'entrails reliés par des pannes.

Pour l'élaboration d'une charpente métallique, on préférera toujours les aciers laminés aux aciers doux, qui présentent plus de risques de déformation.

Sur une charpente métallique, les poutrelles ont des formes spécifiques :

- **Forme en U** : poutrelles de type UPE ou UPN.
- **Forme en I** : poutrelles IPE (poutrelles normales européennes).
- **Forme en H** : poutrelles de type HEA ou HEB (poutrelles européennes à larges ailes).

La figure (5) représente les différents profilés utilisés pour les charpentes métalliques.

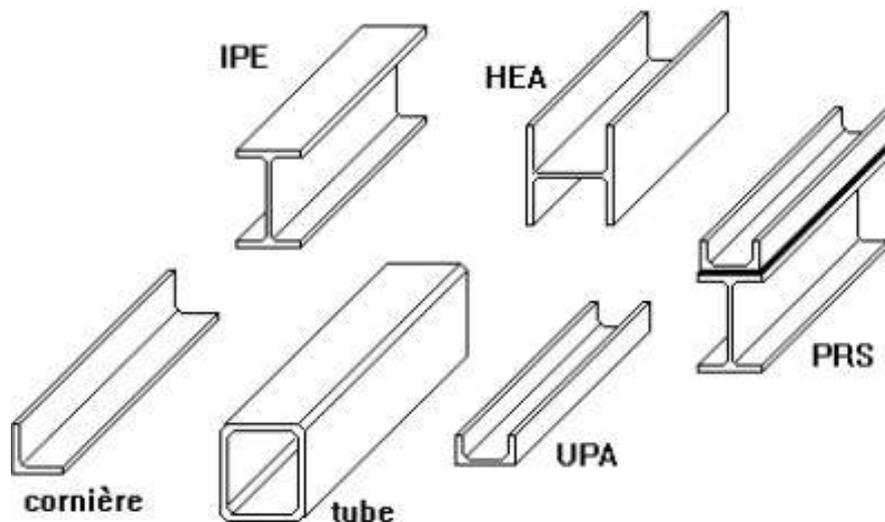


Figure 5. Différents profilés utilisés pour les charpentes métalliques

II.2.1. Charpente métallique IPE et HPE

Les IPE et HPE sont des poutrelles essentielles à la structure de charpente métallique, destinées à être assemblées ou soudées. Elles doivent pouvoir travailler :

- En flexion.
- En torsion.
- Et en compression.

Le tableau ci-dessous expose les différents profils utilisés en fonction de la pièce requise :

Pièces de charpente métallique	Profils
Poteaux	<ul style="list-style-type: none"> • HEA • HEB • IPE
Arbalétrier	IPN de forme tubulaire
Pannes	IPE
Chevêtres	IPE
Couronnements	IPE

Tableau 1 : différents profils utilisés en fonction de la pièce requise.

La charpente métallique, ou même l'ossature métallique, ont traditionnellement été utilisées pour les bâtiments industriels, ou agricoles. Elles permettent de couvrir de grandes surfaces de charpente dans des halls de stockage. La charpente métallique est également utilisée, de nos jours, pour la couverture des garages ou des abris de jardin. Elle est encore peu employée pour la réalisation de logements, mais son utilisation dans le secteur de l'habitat collectif ou particulier est destinée à se développer.

En effet, la charpente métallique présente une alternative intéressante à la charpente bois traditionnelle, tout en étant plus facile et plus rapide à mettre en œuvre et en permettant une réduction des coûts. Les charpentes métalliques peuvent par ailleurs être utilisées en lieu et

place d'une ossature bois et ne sont donc pas réservées à la seule toiture. Elles peuvent servir à la construction des parois et sont alors recouvertes d'isolation et de plaques de plâtre.

II.3. Avantages et inconvénients de la charpente métallique

II.3.1. Principaux avantages

La charpente métallique présente de **nombreux avantages**, parmi lesquels sa simplicité de mise en œuvre et les possibilités techniques qu'elle offre :

- **Mise en œuvre rapide** : les éléments sont produits en usine, sur plans, et seul l'assemblage est effectué sur le chantier, ce qui permet un gain de temps considérable.
- **Facilité du montage** : il existe des charpentes en kit pour tous ceux qui veulent pratiquer l'auto-construction. Cette solution ne convient évidemment pas à de grandes charpentes, nécessitant des engins de levage. Dans ce cas, il faudra faire appel à une entreprise spécialisée dans l'assemblage de charpentes métalliques.
- **Une solution économique** : la charpente métallique permet un gain financier d'environ 10% sur une charpente traditionnelle.
- Des frais d'entretien pour ainsi dire inexistantes.
- Une charpente **durable et robuste**, tout en étant légère.
- **Une solution écologique**, puisque contrairement au bois, la charpente métallique n'a pas à être imprégnée de fongicide

I.3.2. Les inconvénients

L'inconvénient majeur de la charpente métallique est son peu de résistance au feu, dans la mesure où la structure est déformée par les températures élevées. Elle nécessite donc un traitement d'ignifugation

CHAPITRE III

Chapitre III : Etude technique : Méthodologie d'implantation des moyens de productions

III.1. Introduction

Une fonction de production est un processus de fabrication établi en fonction d'une fonction « méthode » qui transforme des matières premières ou des composants en produits ayant une valeur marchande. Les activités de production peuvent prendre différentes formes, il est donc difficile de généraliser cette fonction. Les activités de production peuvent être comprises comme un réseau de processus et d'opérations de base dans le but de produire des produits. Par conséquent, l'ensemble du processus de production consiste en un processus continu dans lequel les matières premières sont progressivement transformées en produits finis.

La figure (5) représente un logigramme récapitulatif du processus d'une commande à la fabrication .

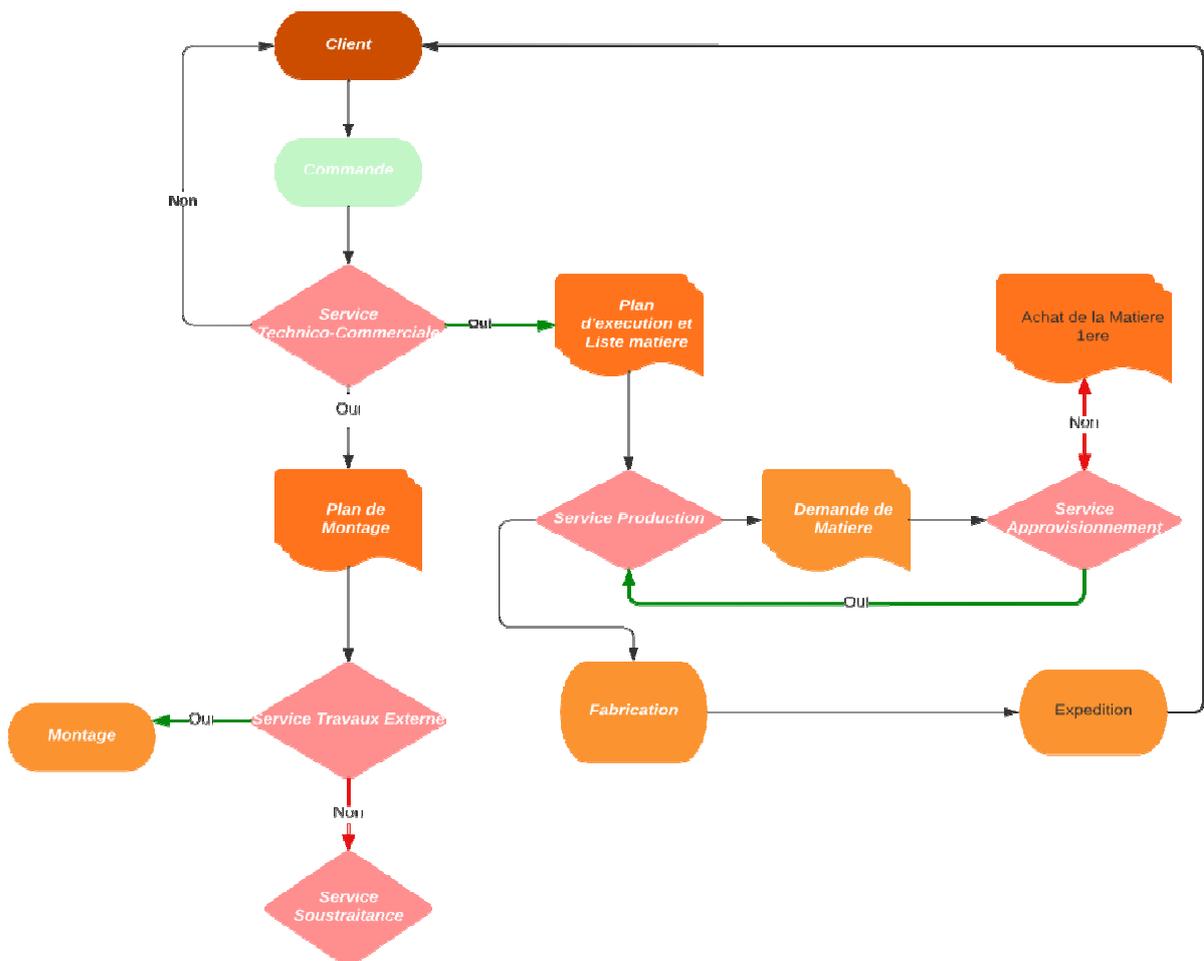


Figure 6 :Logigramme récapitulatif du processus d'une commande à la fabrication.

III.2. Les fonctions de la production

La fonction de production est directement liée à l'environnement des affaires et à toutes les autres fonctions. Dans une entreprise industrielle, de nombreux services composent le système de production.

III.2.1. Structure techno-commercial

Il se compose d'un groupe d'ingénieurs professionnels dédiés à la recherche de projets. La qualification et l'expertise de l'équipe lui permettent d'intervenir sur tous types de chantiers. Inspirée des dernières techniques de production, l'unité COSIDER P30 offre tout, de la recherche (dessin) à l'installation, sans occulter la fabrication des charpentes métalliques dans son atelier. Équipe de travail Des ingénieurs en structure spécialisés dans le dimensionnement des structures d'acier effectuent toutes les recherches, de la de la conception des produits finis qui seront fabriqués. Pour chaque produit, il dresse la liste des composants dans une structure de décomposition appelée nomenclature. Deux principales familles de logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur). Sont alors utilisées **Autodesk Robot Structural Analysis** et **Tekla Structures** pour accomplir cette tâche.

III.2.2. Structure Méthode

Dans une entreprise, le bureau méthode ou service méthode est l'interface entre la chaîne de production et le bureau d'études. Elle est responsable de l'industrialisation des produits, c'est-à-dire la mise en œuvre des ressources nécessaire à la production. Il doit également augmenter la productivité globale de la production, améliorer les conditions de travail et fournir les outils d'analyse nécessaires aux études de coûts standards, à savoir :

- Vérifier la faisabilité et la fabricabilité du produit avec le bureau d'études.
- Définir l'étape de production et le temps nécessaire à la production.
- Mettre en place les moyens de production nécessaires (machines, opérateurs, matériels et équipements, etc.).
- Définir les coûts de production.
- Optimiser le temps/coût de production.

Ce service est directement lié à :

- Production.
- Qualité.
- Approvisionnement.
- Commercial.
- Logistique.

Il est aussi, selon les entreprises, plus ou moins chargé d'assurer le bon fonctionnement de la production en changeant ou en modifiant les machines, les équipements et plus généralement l'atelier. Ce département est également chargé de sélectionner les machines pour les nouveaux achats et de les construire si nécessaire. Le service Méthodes est sous surveillance technique constante.

Le système utilisé par cette structure Méthode est appelé **STEEL PROJECT logiciel** FAO (FABRICATION ASSISTE PAR ORDINATEUR), Plus précisément, ses fonctionnalités peuvent être résumées par des solutions **CAM** ,**Ne Sting** et **MES**, grâce aux technologies numériques, il aide les constructeurs métalliques à maximiser et automatiser leur production , à économiser de l'acier grâce à ses algorithmes spécifiques, et à surveiller en temps réel leur production et leurs moyens de production tout en interagissant avec les (*MES*) [5].

III.2.3. Structure d'approvisionnement

Il existe une relation très étroite entre l'offre et les services rendus par les entreprises, chaque entreprise devant être dotée en amont des moyens nécessaires au développement de ses activités. L'approvisionnement est directement lié au flux continu de fournitures, de matériaux et de services. Pour s'approvisionner efficacement, une bonne gestion des stocks est essentielle. Pour organiser l'approvisionnement en stock dans un entrepôt, il est nécessaire de se demander : à quelle fréquence une commande sera-t-elle passée et combien d'unités de chaque produit seront nécessaires.

III.3. La chaîne de fabrication d'une charpente métallique

La figure (6) représente un schéma de la chaîne de fabrication .

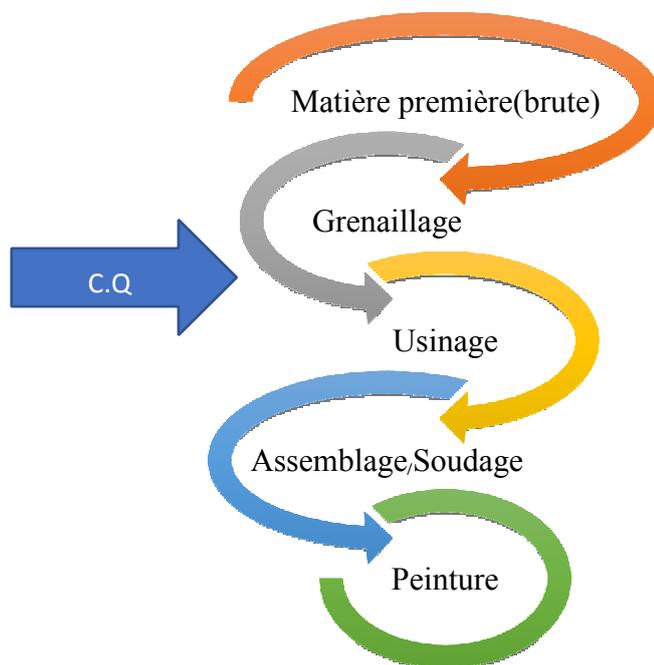


Figure 7 : Schéma de la chaîne de fabrication.

III.3.1. Phase traitement de surface (grenaillage) :

Les métaux sont utilisés dans la fabrication de nombreuses structures, véhicules et objets, comme les voitures, les bâtiments, les bateaux, etc. Comme la corrosion entraîne une détérioration du métal, elle est indésirable dans nos applications modernes du métal. Pourtant, c'est un processus naturel qui dépend de plusieurs facteurs. Donc on utilise le grenaillage pour traiter les surfaces.

Le grenaillage est une Technique Industrielle de Puissant Décapage de Surfaces Métalliques (acier, fonte, bronze, magnésium etc.)

Le procédé du grenaillage consiste à projeter par jet d'air comprimé, à grande vitesse et en continu, des microbilles d'acier sur la surface d'un ouvrage pour en modifier la structure superficielle. Sous cette action de martelage, la surface dépasse sa limite d'élasticité et subit une déformation plastique sur une couche très mince, ce qui permet d'éliminer toutes traces de rouille, de calamine et autres impuretés.

On obtient ainsi une surface propre et uniforme tout en conservant une certaine rugosité nécessaire à l'application d'une couche de protection ou de peinture.

Autre Avantage du grenailage : certaines pièces présentent de microscopiques fissures (invisibles à l'œil nu) qui provoquent, à l'usage, des défauts d'étanchéité dus à la pression interne. Le grenailage ferme ces fissures en améliorant également l'aspect des pièces. C'est une garantie supplémentaire contre la corrosion.

III.3.2. Phase d'usinage

L'usinage est une famille de procédés de fabrication de pièces par enlèvement de copeaux. Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière de façon à donner à la pièce brute la forme et les dimensions voulues, à l'aide d'une machine-outil. Par cette technique, on obtient des pièces d'une grande précision il est constitué de deux sous phases :

- ✦ Sous phase usinage des profilés (grands et petits).
- ✦ Sous phase usinage de la tôle.

III.3.3. Phase de l'assemblage :

L'assemblage des profilés en tôle nécessite des fixations permettant de transmettre les efforts supportés par la structure. Parmi les systèmes actuellement développés en charpente métallique, on peut citer :

- Les assemblages avec soudure des éléments du contact.
- La continuité est assurée grâce au dépôt de métal à chaud.

Les différents types d'assemblages :

- Assemblages articulés : ils transmettent les efforts normaux et tranchants.
- Assemblages encastrés : ils transmettent en plus les moments.
- On distingue quatre modes de fixations utilisés.
- Rivetage (ouvrage ancien, n'est plus guère usité).
- **Boulonnage (Très Utilisé).**
- **Soudage (Très Utilisé Mais Mise En Œuvre Moins Facile Et Coût Plus Important).**
- Collage (non usité actuellement, car la technique, bien que très performante, est difficile à mettre en œuvre et non réglementée).

En réalité les assemblages ont un comportement intermédiaire (semi-articulés ou semi encastrés), et au montage de l'ossature, une articulation peut être plus facile à monter ; toutefois un encastrement peut éviter des éléments provisoires de stabilisation.

Dans les assemblages à boulons précontraints, plus la précontrainte est importante, plus la stabilité dans le temps de l'assemblage est forte.

La figure (7) représente l'assemblage du profilé avec l'ossature.

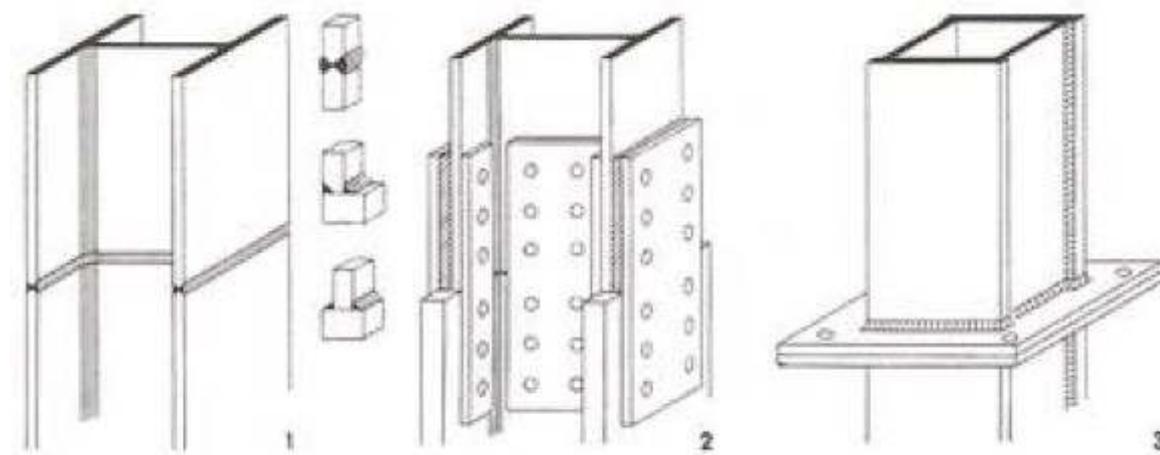


Figure 8 : Assemblage du profilé avec l'ossature.

III.3.4. Phase de soudage : SOUDAGE à l'ARC

Ce type de soudage est vaguement utilisé dans les charpentes métalliques.

Le principe du procédé est le suivant :

Le métal d'apport est transféré par un arc électrique jaillissant entre l'âme de l'électrode enrobée et la pièce. La chaleur dégagée par l'arc électrique fait fondre simultanément, le métal de base (la pièce), l'âme métallique et l'enrobage de l'électrode, créant ainsi le bain de fusion qui recueille les gouttes de métal d'apport et de laitier fondus transférées dans le plasma de cet arc. Une partie des constituants de l'électrode est volatilisée, contribuant à créer l'atmosphère dans laquelle l'arc jaillit. L'enrobage fondu, de faible densité recouvre le bain de fusion formant le laitier qui protège le métal déposé pendant et après la solidification.

La figure 9 représente le schéma de transfert du métallors du soudage à l'arc.

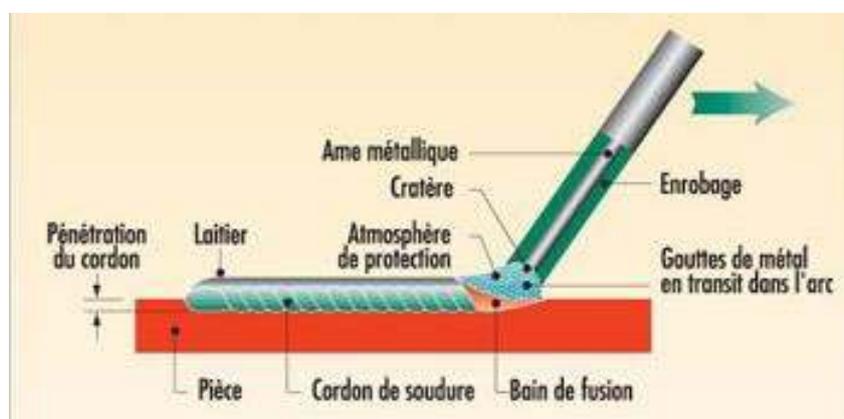


Figure 9 : Schéma de transfert du métallors du soudage à l'arc.

III.3.5. Phase de revêtement (peinture).

Peindre une charpente métallique avec l'antirouille charpente, reste une très bonne solution pour sauvegarder un ouvrage métallique. Il protège les constructions en métal contre les piqûres dues à la corrosion, l'oxydation et la rouille avant une mise en peinture contre la rouille décorative définitive.

Ce primaire antirouille s'applique aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur sur tous les types de surfaces métalliques comme les charpentes, les pylônes, les poutres, les IPN, les bardages, les silos ou les citernes. Elle confère une bonne protection au métal contre la corrosion en empêchant le retour de la rouille.

Cet apprêt antirouille est particulièrement recommandé avant l'application d'une peinture pour métaux de finition de couleur claire. S'il est laissé tel quel en finition, il peut donner un bel aspect satiné en seulement 2 ou 3 couches sur une charpente métallique. Il n'est pas sensible aux cordages, aux marques et aux traînées.

Cette sous couche antirouille peut être employée dans de nombreuses industries et professions du métal. Elle est proposée en différentes couleurs blanches, grises ou noires que l'on retrouve dans le nuancier Ral. Elle s'adapte très bien à une utilisation à la brosse, au pinceau, au rouleau, au pistolet à peinture pneumatique ou airless car elle est très facile d'emploi. Elle ne fait pas de trace grâce à un excellent rendu après séchage.

III.3.6. Phase de l'expédition.

Transport et montage sont calculés automatiquement à partir du tonnage global, en tenant compte du poids moyen de chargement (foisonnement de 30 % -> 17 tonnes) et du prix unitaire du camion.

III.4. Process d'usinage

Une unité de construction métallique (charpente métallique) est composée d'une ligne pour les profilés (grands et petits) et une ligne pour la tôle.

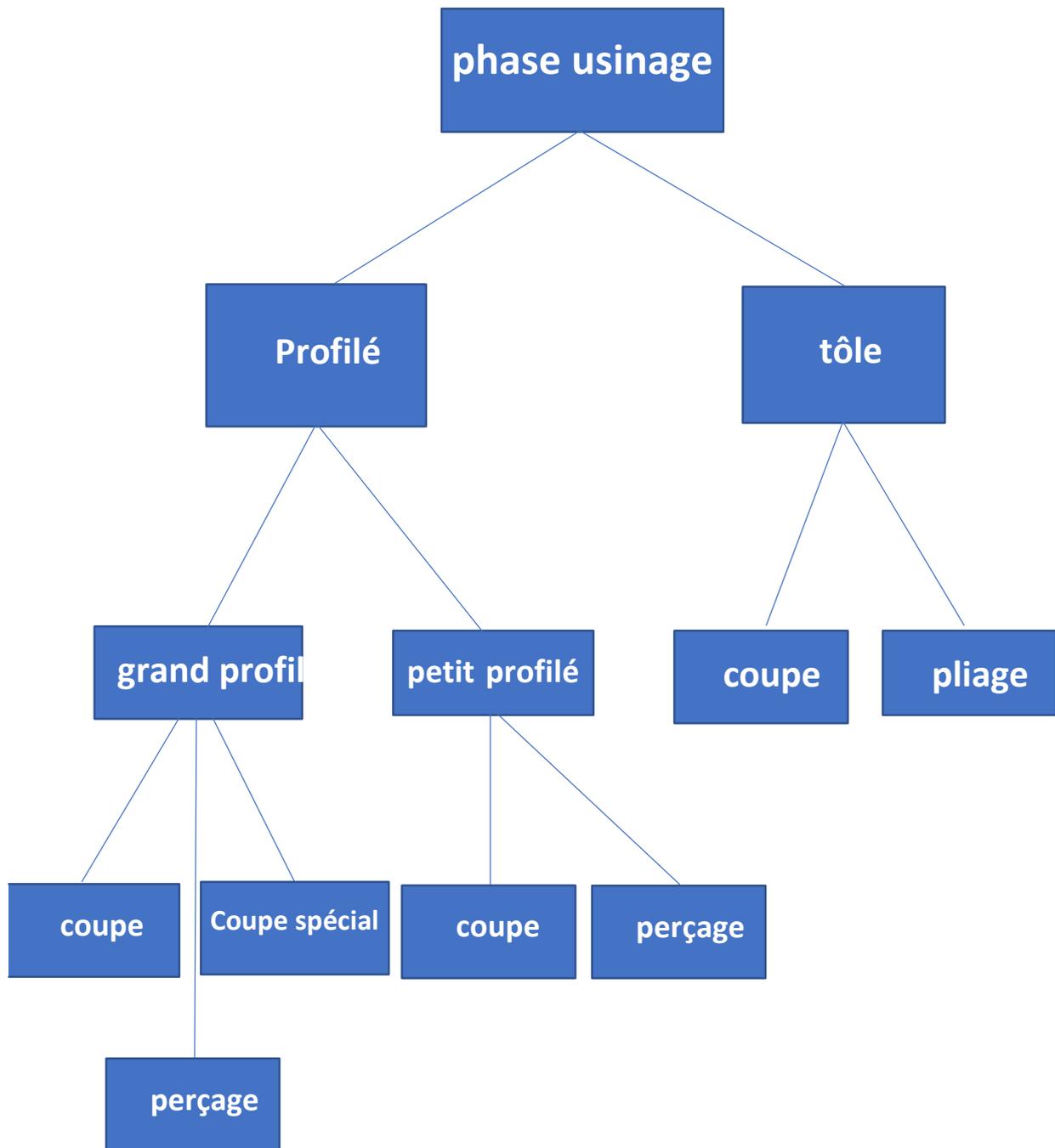


Figure 10 : Organigramme de la ligne d'usinage.

III.5. Les machines par phase/type

Une chaîne de production est constituée de plusieurs machines, chacune d'elle a un rôle précis à jouer dans la productivité des charpentes métallique, et sont utilisées selon chaque phase, elles se présentent comme suit :

A- Grenailleuse.

B- Machine Sciage De Profile : Scie A Ruban.

C- Machine De Poinçonnage/ Débitage Pour Les Petits Profiles.

D- Machine Sciage Perçage Des Grand Profiles.

E- Machine Oxy /Plasma Pour Les Coupes Spéciales.

F- Coupe Et Perçage Tôle Grugeage.

G- Plieuse Spéciale Pour La Tôle.

III.5.1. Phase Grenailage

La Grenailleuse : est utilisée durant cette phase.



Figure 11 : la Grenailleuse.

Les pièces disposées sur le convoyeur à rouleaux, avancent et pénètrent dans la grenailleuse. En passant, elles déclenchent un détecteur de présence qui donne l'information pour l'ouverture des vannes de dosage ; celles-ci alimentent les turbines en grenaille. Ceci garantit que le grenailage ne se fera que sur les pièces et non à vide dans l'enceinte de grenailage.

L'étanchéité est assurée par des rideaux caoutchouc disposés dans les sas d'entrée et sortie. L'étanchéité de la partie inférieure, entre les rouleaux, est assurée par des brosses linéaires à position réglable. Après avoir traversées l'enceinte de grenailage, les pièces traversent un sas de brossage et soufflage ; la grenaille restée en rétention est évacuée et est réintégrée au circuit de grenaille de l'installation.[7]

III.5.2. Phase usinage :

III.5.2.1. Sous phase usinage grand profile

•Machine sciage de profilé : Scie à ruban



Figure 12 : Machine sciage de profilé : Scie à ruban.

La scie à ruban est une machine avec arc vertical pour le coupage de matériaux métalliques alimentés par systèmes manuels ou automatiques avec dimensions comprises profilés, tubes carrés et rectangulaires. Le coupage de sections pleines comme barres rondes, carrées ou parallélépipèdes n'est pas prévu. Les mouvements principaux de la scie à ruban sont déterminés par le glissement de l'arc porte-bande (mouvement de coupage), par la rotation de la lame (outil) et par la rotation de la table (exécution de coupes graduées).

Le choix de la vitesse de la lame se fait en fonction de :

1. La dureté du matériau
2. Le dimensionnement de la pièce
3. La dureté de la lame.

Le tableau (2) représente les Propriété de la machine sciage de profilé.

Puissance du moteur	24 KW
Productivité	50 Barres/8heures
Dimension a usiner	40 mm-1000mm
Longueur maximale du profilé a usiné	12100 mm

Tableau 02:Propriété de la machine sciage de profilé.

- **Machine de poinçonnage/ Débitage pour les petits profilés :**



Figure 13 : Machine de poinçonnage/ Débitage pour les petits profilés.

La constitution de la Machine : unité de coupe (disque, ruban, cisaille) (lay-out)

1. Unité de poinçonnage.
2. Pince.
3. Bras de la pince.
4. Chariot mobile qui transporte le matériau.
5. Guide coulissant pour le mouvement du chariot.
6. Voie à rouleaux fous pour l'avancement du matériau.
7. Armoire électrique.
8. Interrupteur principal.
9. C.n. et position de l'opérateur.
10. Aspirateur des pastilles poinçonnées.
11. Voie à rouleaux motorisés .
12. Unité de marquage (optionnel).

• **Machine sciage/perçage des grands profilés :**



Figure 14 : Machine sciage/perçage des grand profilés.

- **Machine Oxy / Plasma pour les coupes spéciales :**



Figure 15 :Machine Oxy / Plasma pour les coupes spéciales.

L'installation de base se compose de : (lay-out)

1. Voie à rouleaux pour l'avancement du matériel à usiner
2. Chariot mobile qui transporte le matériel
3. Pince
4. Unité de coupe thermique (robot)
5. Dispositifs d'alignement profilé (option)
6. Portes d'accès à la cabine de coupe thermique
7. Commande numérique et poste de l'opérateur
8. Voie à rouleaux d'évacuation des pièces finies
9. Panneau de contrôle système de coupage oxygène
10. Armoire électrique principal
11. Interrupteur électrique principal
12. Tube d'aspiration fumées
13. Système d'aspiration fumées

14. Unité de gestion système de coupage plasma (option).

Le tableau (3) représente les données techniques de Machine Oxy / plasma pour les coupes spéciales.

GRUGEAGE THERMIQUE AUTOMATIQUE CNC SPITFIRE	1201FRC
Taille min. du profil(mm)	80*10
Taille max. du profil(mm)	1220*60
Chalumeau d'oxycoupage(nombre)	1
Chalumeau au plasma(nombre)	1

Tableau 03 : données techniques de Machine Oxy / plasma pour les coupes spéciales.



Figure 16 : Photo prise de l'intérieur de la machine Oxy/coupage en plein tache.

III.5.2.2. Machine d'usinage tôle

A-Coupe et perçage tôle grugeage :

Les systèmes Gemini sont en mesure de traiter les tôles des fines aux lourdes pour la découpe thermique, le marquage, le perçage, le taraudage, le fraisage, le chanfreinage et bien plus encore, le tout sur une seule ligne avec une précision sans précédent. C'est la solution d'usinage de tôles complète pour les producteurs et les fabricants de toutes les dimensions.



Figure 17 : Coupe et perçage tôle grugeage.

Le tableau représente les données techniques de Coupe et perçage tôle grugeage.

LIGNE DE POINÇONNAGE ET DE PERÇAGE POUR TÔLES	P83E
Taille de la tôle [mm max.]	800 Repositionnement x
Force de poinçonnage [kN]	800
Poinçons [nombre]	3
Diamètre de poinçonnage [mm max.]	46
Épaisseur de poinçonnage [mm max.]	25
Têtes de perçage [nombre]	1
Outils de perçage par tête [nombre]	1
Diamètre du perçage [mm max.]	40
Épaisseur de perçage [mm max.]	40
Puissance de broche [kW]	7,5
Tr/min max. de la broche	2200

Tableau 04 :données techniques de Coupe et perçage tôle grugeage.[7]

B-Plieuse spéciale pour la tôle

- Les presses de Machine à Plier CNC ont de nombreuses fonctions facilitantes telles que la programmation, le stockage de programmes dans la mémoire, le retraitement en cas de besoin, la modification de la vitesse d'exécution, la définition et le stockage de moules 5 inférieurs et supérieurs, le transfert de programmes directement depuis un ordinateur ou via une connexion de réseau au banc.
- Lorsque la mâchoire arrive à la position supérieure, elle commence à descendre en bas grâce à son poids. Pendant ce temps, une aspiration se produit dans le cylindre. En ouvrant les vannes de pré-remplissage du réservoir d'huile, l'huile est remplie dans les cylindres (étape de chute libre). Après l'achèvement de l'étape de chute libre est finie, l'étape de pliage commence.
- Pendant l'étape de pliage, les vannes de pré-remplissage sont fermées et les valves sur le bloc sont ouvertes. L'ensemble de moteur électrique envoie de l'huile sous pression aux cylindres de pompe. Avec la révélation de la puissance, la plaque entre les moules est tordue (phase de pliage) une fois le processus de pliage terminé, la vanne directionnelle dans le système hydraulique change de direction et l'huile sous pression

est envoyée au fond du cylindre. La mâchoire supérieure monte vers le haut avec les pistons.[6]



Figure 18 : Plieuse spéciale pour la tôle.

Le tableau (5) représente les données techniques de la Plieuse spéciale pour la tôle.

Système automatique de perçage et de découpe thermique à portique pour tôles cnc – gemini	
Taille de la tôle [mm max.]	2540x6100 10
Épaisseur de tôle avec plasma [mm max.]	80
Chalumeaux droits au plasma [nombre max.]	1
Chalumeaux à chanfrein au plasma [nombre max.]	1
Épaisseur de tôle avec oxy [mm max.]	100
Chalumeaux d'oxycoupage [nombre max.]	3
Têtes de perçage [nombre]	1
Outils de perçage par tête [nombre]	6
Diamètre du perçage [mm max.]	40
Épaisseur de perçage [mm max.]	80
Puissance de broche [kW]	15
Tr/min max. de la broche	7000
Poids de la machine [kg]	4500

Tableau 05 : données techniques de la Plieuse spéciale pour la tôle.[7]

III.6. Les caractéristiques des moyens de manutention

III.6.1. Les convoyeurs à rouleaux

Le convoyeur est destiné à la manutention industrielle et à la logistique pour le transport et le traitement de produits dans le cadre de la chaîne de production. Il présente une grande capacité de flexibilité et peut adopter différentes formes, constitutions et/ou courbes, selon les besoins requis, afin de s'inclure parfaitement au cœur de la manutention continue pour répondre à vos objectifs en vous faisant gagner en efficacité et en productivité.

Le convoyeur à rouleaux est, comme son nom l'indique, équipé de rouleaux cylindriques (dans le cas d'un convoyeur droit) ou coniques (dans le cas d'un convoyeur courbe) commandés par courroies, par bandes ou par chaînes. Ces rouleaux permettent à la charge qui y est déposée de rouler et d'être ainsi transportée d'un point vers un autre, sur des distances plus ou moins longues.[6]



Figure 19 : Convoyeur à rouleaux.

Caractéristiques :

1. Largeur : 1200mm

2. Pas entre rouleau : 700mm

3. Charge maxi par pas : 50kg

III.6.2. Chariot Et Palan Elévateurs

Les besoins de la manutention dictent le choix des différentes composantes du chariot de manutention. Utilisé dans de nombreux domaines (transport, commerce, industrie, etc.), ce dernier est une appellation qui regroupe tout engin, motorisé ou non, destiné à déplacer ou à élever une charge. Il est à choisir en fonction de la nature et du poids des colis à manutentionner, mais aussi de la nature de la manipulation ou encore de la distance à parcourir.

La figure (20) représente une photo d'un chariot élévateur.



Figure 20 : Photo d'un chariot élévateur.

la figure (21) représente un aide élévateur.



Figure 21 : Aide élévateur

III.6.3. Palans élévateurs plafond

Les palans élévateurs ont des **capacités** portantes jusqu'à 200kg/m.

Les figures (22) et (23) représentent un palan d'extérieur et d'intérieur.

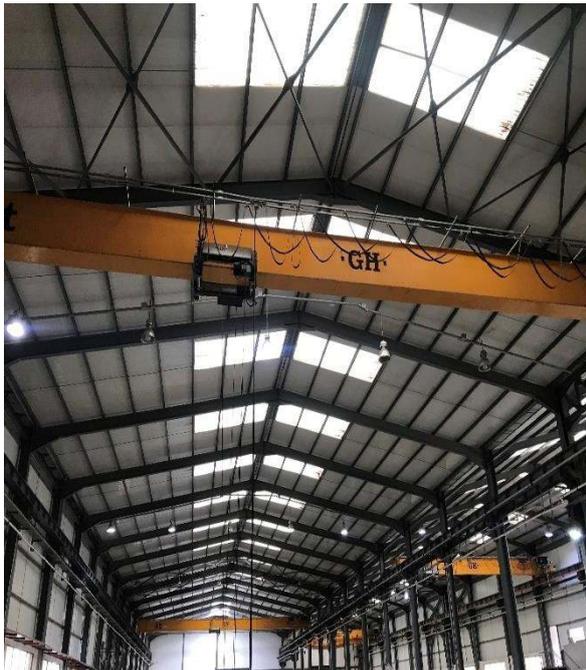


Figure 23 : palan à rail d'intérieur. Figure 22 : palan à rail d'extérieur

III.7. Choix du site

Le site choisi doit répondre à des exigences, pour cela il prend en compte ses trois facteurs

Pour choisir la meilleure implantation du projet une analyse du site doit être effectuée afin de déterminer l'accessibilité au trafic routier.

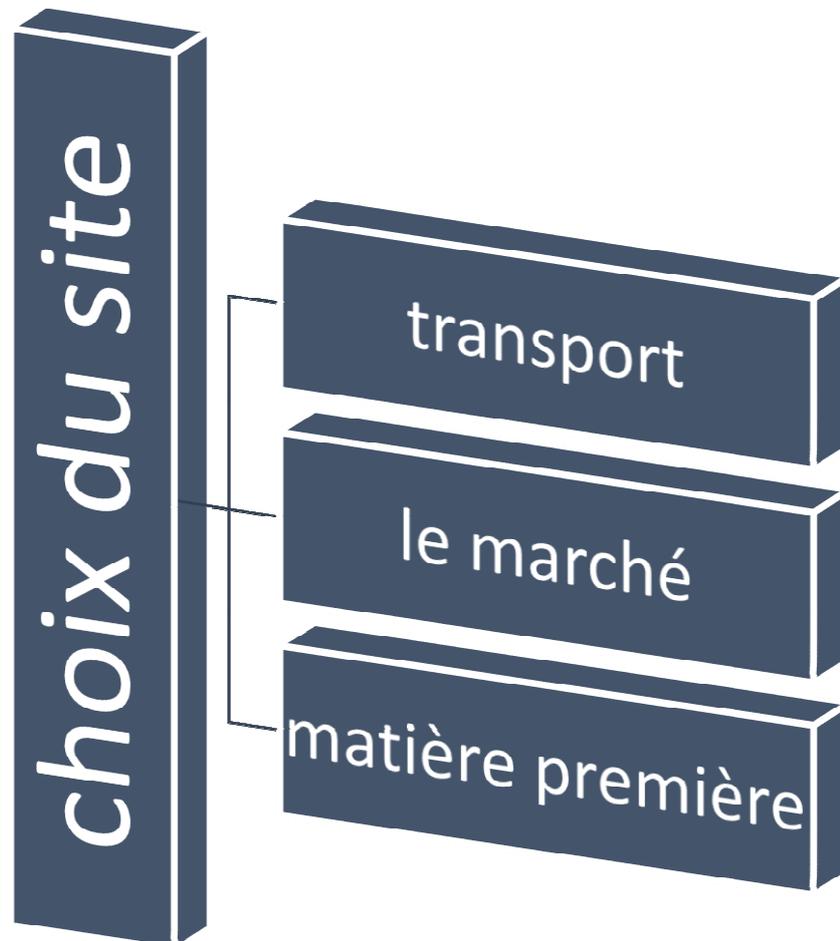


Figure 24 : Graphique récapitulatif des exigences du site choisi.

III.8. Plan de masse

La figure ci-dessous (25) représente la disposition des petits ateliers pour une cohérence dans la fabrication réalisée avec **Autocad** .

Cette disposition a été optimisé par COSIDER.

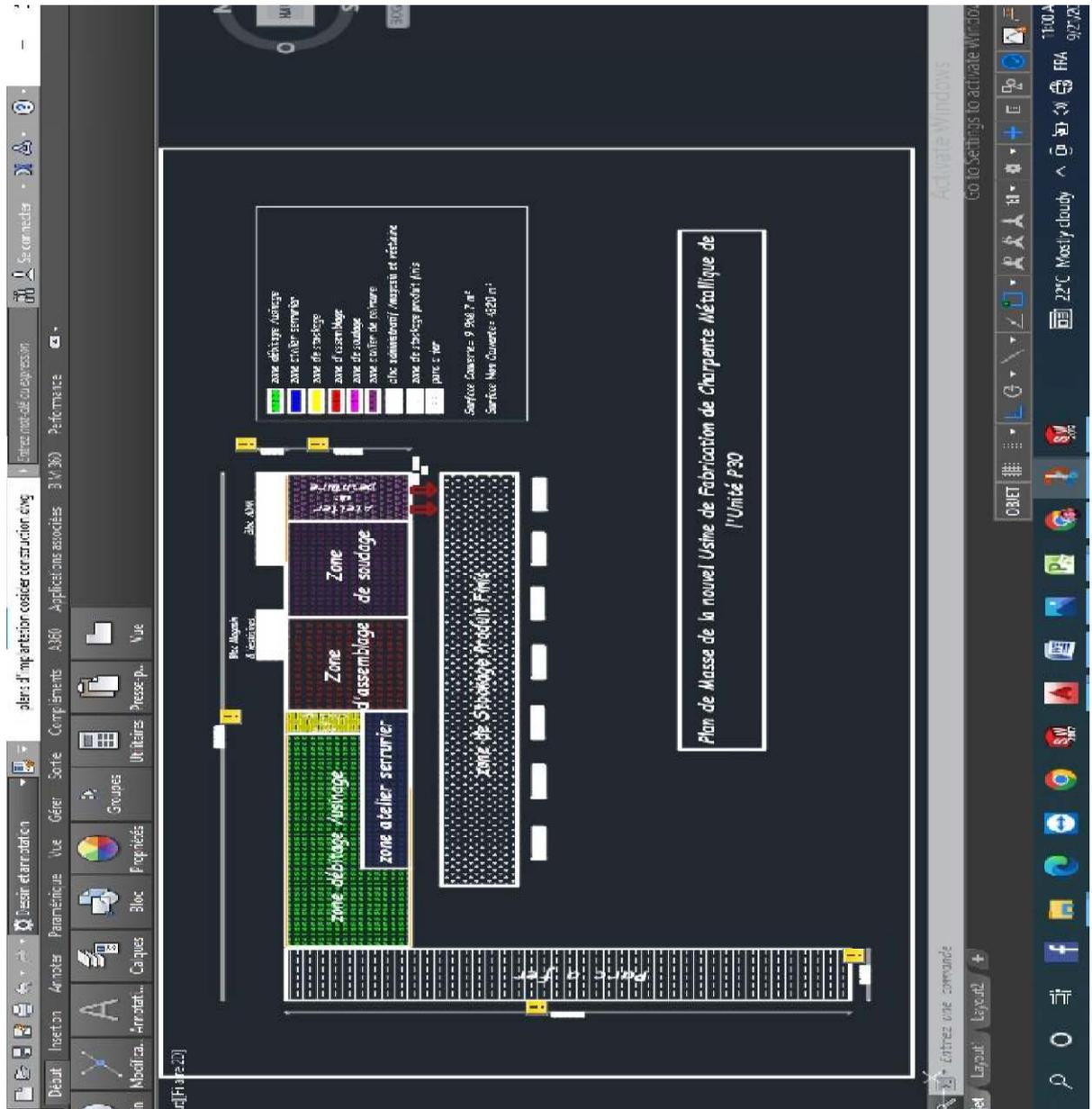


Figure 25 : Capture d'écran d'un plan de masse réalisé sur Autodesk.

III.9. Conception de la chaîne de fabrication qui contient la disposition des machines

La figure (26) représente la conception de la chaîne de fabrication de charpentes métalliques réalisée avec SolidWorks. Cette figure montre que l'arrangement des machines de la chaîne concernée est linéaire.

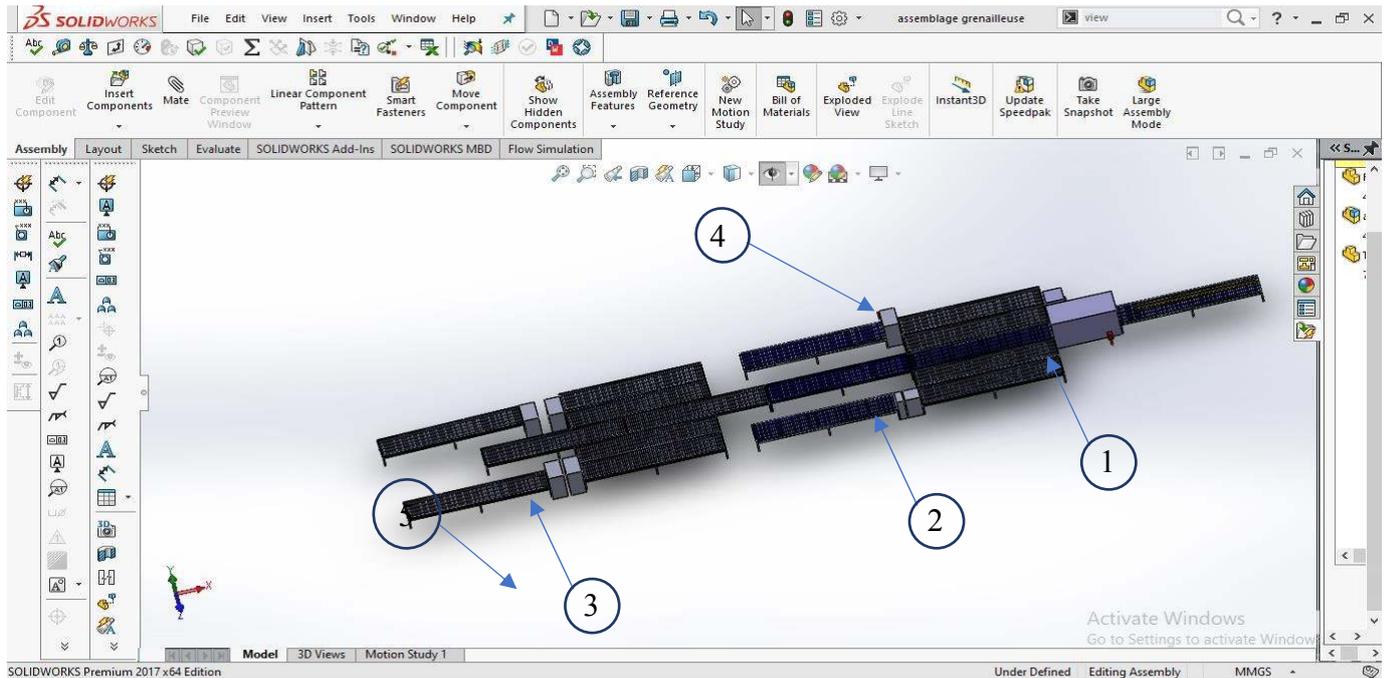


Figure 26 : Conception de la chaîne linéaire de fabrication réalisé avec SolidWorks.

1. Grenailleuse
2. Machine Sciage De Profile
3. Machine De Poinçonnage/ Débitage Pour Les Petits Profiles.
4. Machine Sciage Perçage Des Grand Profiles.
5. Machine Oxy /Plasma Pour Les Coupes Spéciales.

CHAPITRE IV

Chapitre IV : Etude organisationnelle et institutionnelle (étude de cas)

Objectif d'étude de cas

Chercher un ordonnancement minimisant la durée totale du projet.

Problèmes à résoudre

- Quel est le temps nécessaire pour réaliser l'ensemble du projet?
- A quelle date doit commencer chaque tâche ?

IV.1. Introduction

Toute entité économique (entreprise industrielle, entreprise du bâtiment, administration, sous-traitant, ...) doit assurer la cohérence technique et économique de la réalisation du produit et/ou service avec le contrat qui la lie au client. Cette réalisation doit amener la satisfaction du client, en respectant le cahier des charges, les délais, et les coûts. Pour cela il faut effectuer deux types de gestions : une gestion technique (spécifications, délais) / une gestion économique (coûts, prix de revient).

Les différentes méthodes utilisées permettent de faire apparaître clairement et rapidement les données liées à la réalisation d'un projet, telles que : 1) le temps, les délais, 2) les moyens, ou ressources, 3) les coûts. Plusieurs logiciels peuvent être utilisés pour réaliser un ordonnancement qui prend en compte les critères précédents, nous pouvons citer :

- Microsoft Project,
- Super Project,
- Gantt Project,
- Microsoft Excel ou autre tableur .

Les méthodes les plus utilisées pour la planification et l'ordonnancement sont :

- PERT (elle est utilisée aux États-Unis).
- MPM (elle est utilisée en France).
- GANTT.
- Pert-Cost.

IV.2. Méthodes utilisées pour la planification et l'ordonnement

IV.2. La méthode PERT

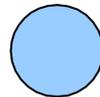
IV.2.1. Principe de la méthode

Réduire la durée totale d'un projet par une analyse détaillée des tâches ou activités élémentaires et de leur enchaînement. On étudie les délais sans prendre en compte les charges.

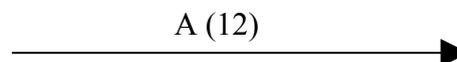
La méthode s'appuie en grande partie sur une représentation graphique qui permet de bâtir un «réseau PERT».

Un réseau PERT est constitué par des tâches et des étapes :

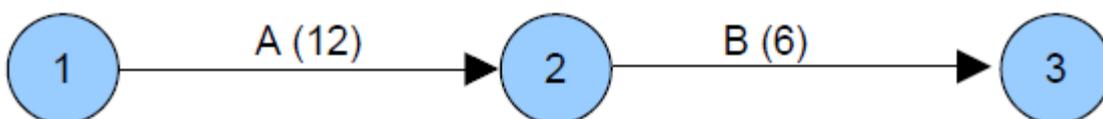
-**Étape**: commencement ou fin d'une tâche. Une étape n'a pas de durée. On symbolise une étape (ou « nœud ») sur le réseau par un cercle.



-**Tâche** : déroulement dans le temps d'une opération. Contrairement à l'étape, la tâche est pénalisante car elle demande toujours une certaine durée, des moyens (ou ressources) et coûte de l'argent. Elle est symbolisée par un vecteur (ou arc orienté, ou liaison orientée) sur lequel seront indiqués l'action à effectuer et le temps estimé de réalisation de cette tâche.



Exemple de réseau:

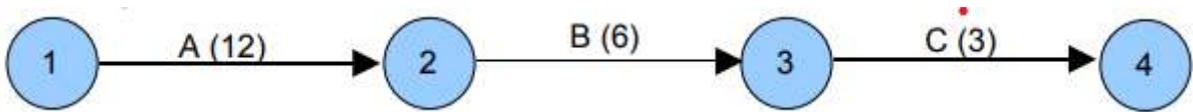


Remarques:

- La longueur des arcs n'est pas proportionnelle au temps d'exécution.

- Pour alléger la représentation, on ne note pas le nom complet de la tâche, mais une lettre ou un code la représentant.

Représentation graphique des étapes et des tâches dans un réseau :

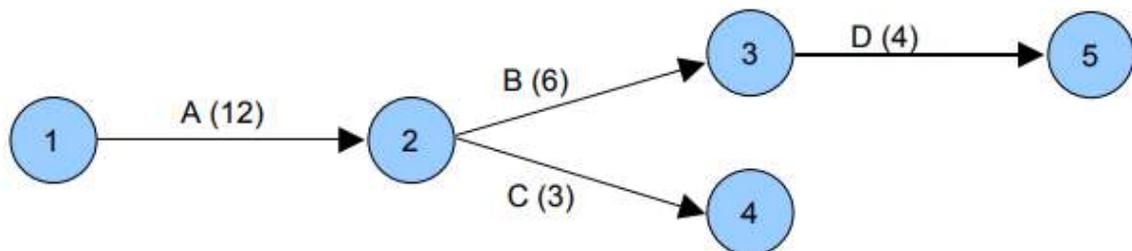


B ne peut commencer que si A est terminée (A précède B, ou A est antérieure à B). C ne peut commencer que si A et B sont terminées (A et B précèdent C, ou A et B sont antérieurs à C, ou A et B enclenchent C).

Remarque: en fait B terminée suffit, sinon il y a redondance. La contrainte d'antériorité qui lie A à C n'a pas besoin d'être représentée.

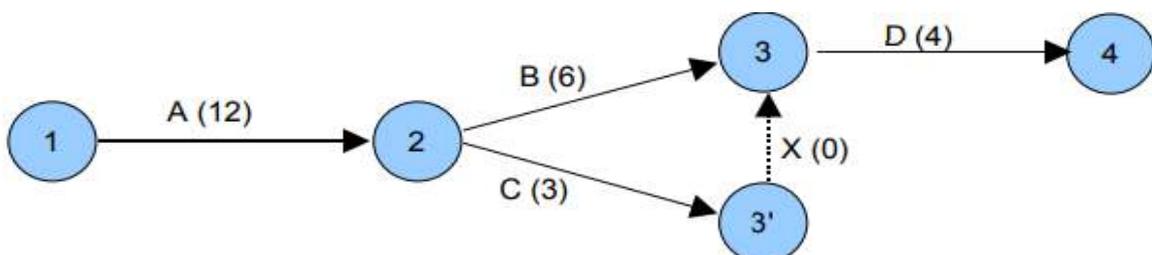
Tâches simultanées : Elles peuvent commencer en même temps en partant d'une même étape.

Exemple :



D ne peut commencer que si B est terminée.

Si l'on souhaite que D ne commence que si B et C sont terminées

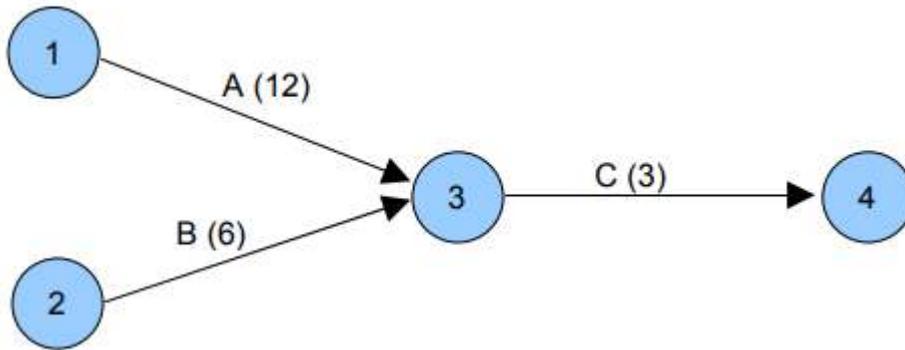


Du fait de la règle de construction qui interdit de faire se dérouler les deux tâches B et C simultanément, nous utilisons une tâche x (0) dite « tâche fictive » qui sert à représenter ce type de contraintes de liaison (contraintes d'antériorité).

Il s'agit d'une tâche dont la durée et le coût sont nuls. On la représente en pointillés.

Tâches convergentes : Plusieurs tâches peuvent se terminer sur une même étape.

Exemple :

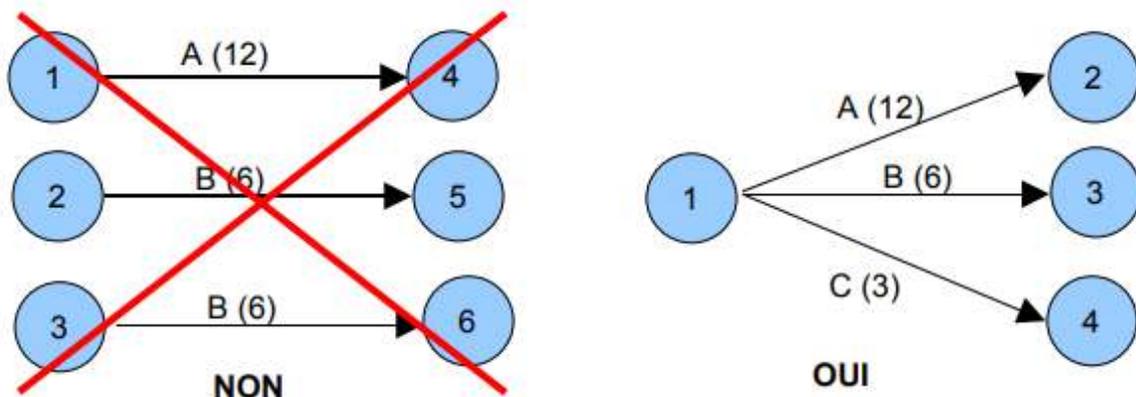


Ici, la tâche A (12) a une durée de 12 unités de temps, B(6) a une durée de 6 unités de temps. On constate que la tâche A dure plus longtemps que B. A est dite « pénalisante ». Nous pouvons calculer la durée du projet (ici : $12+3 = 15$ unités de temps) en prenant le chemin le plus long dit « chemin critique ». Ce « chemin critique » pourra être repéré en rouge. Les tâches de ce chemin seront à surveiller prioritairement.

IV.2.2. Normalisation du graphe

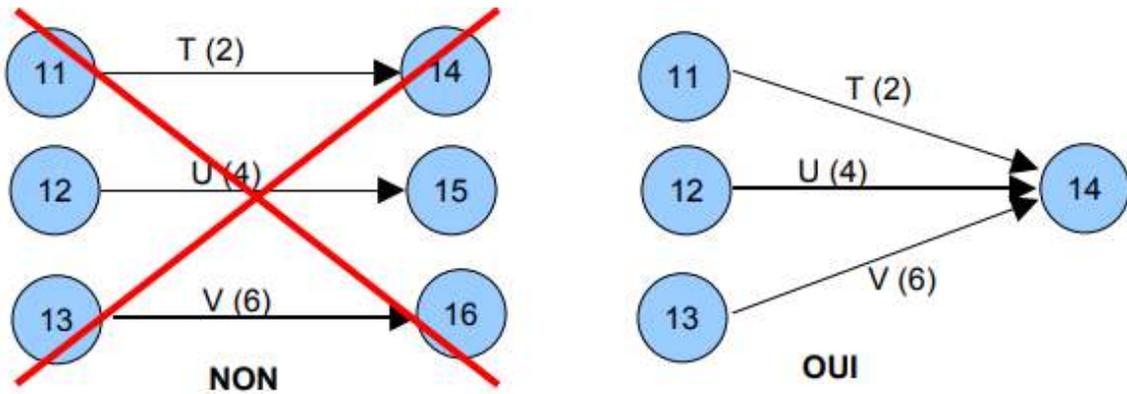
Si le graphe doit débuter par plusieurs tâches simultanées, il ne doit y avoir qu'une seule étape d'entrée (ou étape de début, ou étape de départ). Les étapes seront donc regroupées en une seule.

Exemple :

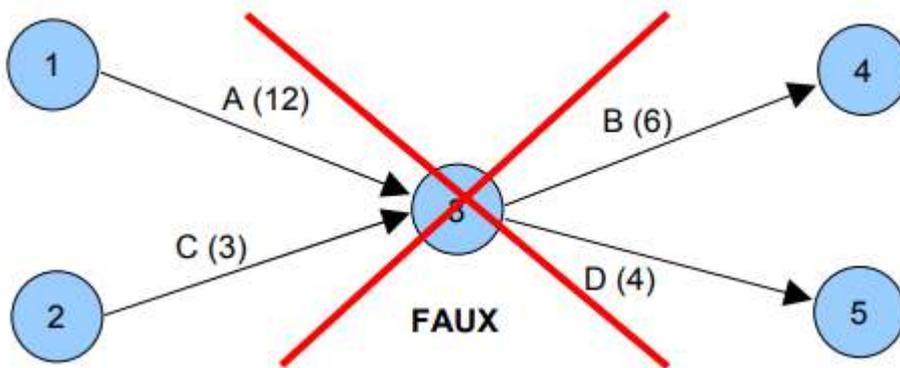


Si le graphe se termine par plusieurs tâches (plusieurs étapes de sortie (ou de fin), il ne doit y avoir qu'une seule étape de sortie.

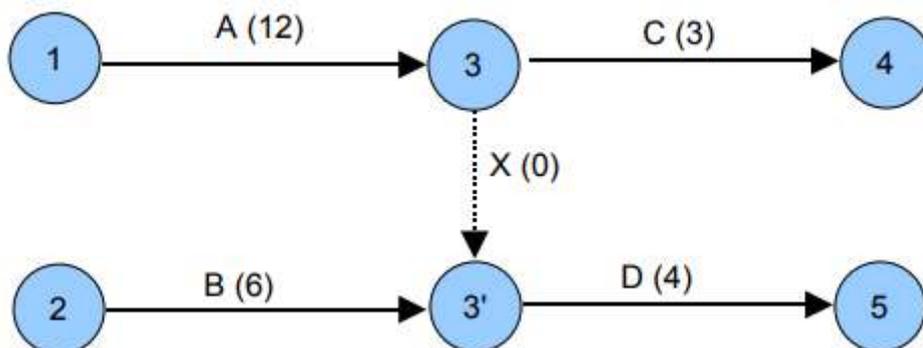
Exemple :



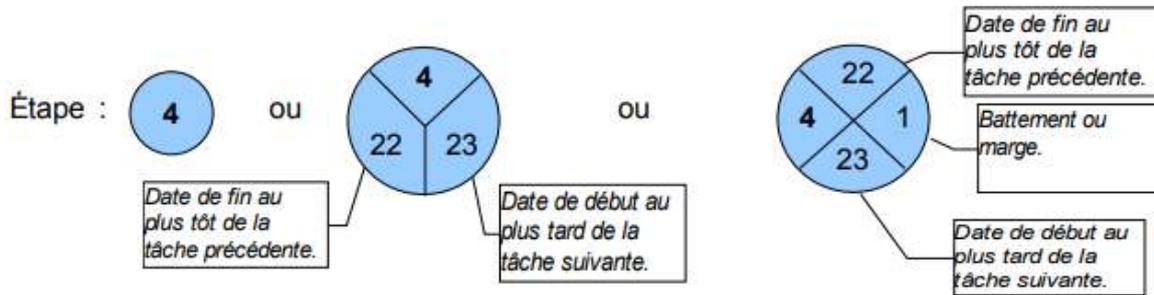
Problèmes de dépendances : A enclenche B, A enclenche D, C enclenche D. Nous pouvons être tentés de dessiner le graphe suivant



Le graphe précédent est faux car cette construction signifie : A enclenche B, A enclenche D, C enclenche B, et C enclenche D. Pour respecter les contraintes d'antériorités du projet, on introduit une tâche fictive comme suit :



Représentation des étapes : Les étapes ou « noeuds » peuvent être représentés de différentes façons selon les informations que l'on souhaite mettre en évidence.



IV.2.3. Méthodologie de construction d'un réseau PERT

- Établir la liste des tâches (faire le partitionnement des tâches en fonction des ressources).
- Déterminer des antériorités : tâches immédiatement antérieures, et tâches antérieures.
- Déterminer les niveaux d'exécution ou rang des tâches (optionnel).
- Construire le réseau PERT.
- Calculer la durée du projet, les dates début et de fin des tâches.
- Déterminer le chemin critique.

Mettre en évidence les marges. 2.6. Application. Soit les tâches suivantes qui constituent un projet : A (3), B (4), C (2), D (3), E (4). Les antériorités sont les suivantes :

- A enclenche C,
- A enclenche D,
- B enclenche E,
- C enclenche E.

Afin de construire le réseau, nous allons déterminer le rang (ou niveau) d'exécution de chaque tâche, c'est à dire la position chronologique qu'elle occupe au début de son exécution dans le projet.

Nous pouvons utiliser une matrice (ou grille) de dépouillement des données (dite : « matrice de dépouillement par les sommets ») : On met une croix lorsqu'il y a une antériorité entre une tâche et une autre. On cherche s'il existe des croix dans l'une des colonnes. Si nous ne trouvons pas de croix dans certaines, cela signifie que les tâches repérées en haut des colonnes n'ont pas d'antériorité. Elles sont alors de rang 1. On note ces tâches, puis on barre

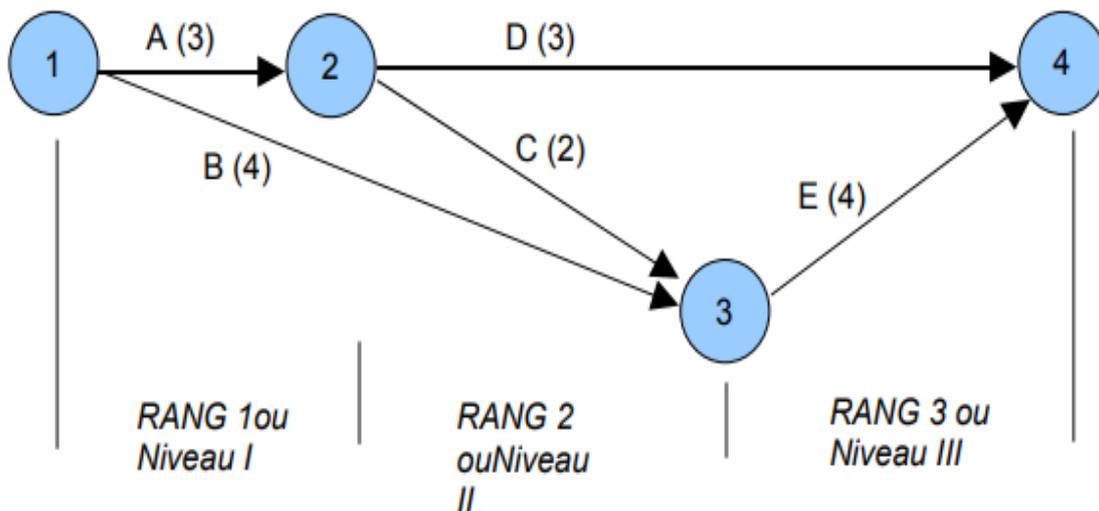
les lignes horizontales correspondant à ces tâches et on réitère l'opération précédente. On détermine les tâches de rang 2 et ainsi de suite.

Les rangs (ou niveaux) déterminés permettent de positionner le début des différentes tâches lors de la construction du graphe.

Matrice (ou grille) de dépouillement :

→	A	B	C	D	E
A			X	X	
B					X
C					X
D					
E					

Nous en déduisons le réseau PERT correspondant à l'application proposée :



Calculs sur le graphe :

La méthode PERT a pour but de planifier la durée d'un projet, aussi nous devons mener des calculs sur le graphe afin d'en déduire des renseignements sur son excitabilité.

IV.2.4. Quelques définitions à retenir

- Début au plus tôt d'exécution d'une tâche : C'est le maximum des fins au plus tôt des tâches qui la déclenche (Il peut exceptionnellement y avoir un retard ou chevauchement si le cahier des charges du projet le précise et que la faisabilité est vérifiée).

- Début au plus tard d'une tâche : C'est la date de fin au plus tard de la tâche moins la durée de la tâche.

- Fin au plus tôt : C'est la date de début au plus tôt plus la durée de la tâche.

- Fin au plus tard : C'est le minimum des dates de début au plus tard des tâches qu'elle enclenche.

- Marge totale : C'est le retard admissible du début d'une tâche qui n'entraîne aucun recul de la date de fin du projet, mais qui consomme les marges libres des opérations suivantes. C'est la date de début au plus tard moins la date de début au plus tôt.

- **Marge libre** : C'est le retard admissible sur une tâche qui n'entraîne pas de modification des calendriers des tâches suivantes. C'est la date de début au plus tôt de la tâches suivante moins la durée de la tâche moins la date de début au plus tôt de la tâche.

- **Chemin critique** : C'est l'ensemble des tâches dont la marge totale et la marge libre est nulle. C'est le chemin dont la succession des tâches donne la durée d'exécution la plus longue du projet et fournit le délai d'achèvement le plus court. Si l'on prend du retard sur la réalisation de ces tâches, la durée globale du projet est allongée.

Pour l'application précédente, on peut dresser un tableau de synthèse comme suit :

<i>Tâches</i>	<i>Durée (jours)</i>	<i>Début +tôt</i>	<i>Début +tard</i>	<i>Fin +tôt</i>	<i>Fin +tard</i>	<i>Marge libre</i>	<i>Marge totale</i>	<i>Chemin Critique</i>
A	3	0	0	3	3	0	0	A
B	4	0	1	4	5	1	1	-
C	2	3	3	5	5	0	0	C
D	3	3	6	6	9	3	3	-
E	4	5	5	9	9	0	0	E
...								
...								

IV.2.5. Résultats de l'étude

La durée globale du projet (délai d'achèvement le plus court) = 9 jours.

Le chemin critique est constitué des tâches : A, C, et E.

Il faut vérifier que ces tâches se déroulent correctement et le cas échéant adopter des actions correctives afin de les fiabiliser.

IV.3. La méthode MPM

IV.3.1. Principe de la méthode

A l'identique de la méthode PERT cette méthode permet de réduire la durée totale d'un projet. On étudie les délais sans prendre en compte les charges et les moyens disponibles.

La méthode est une représentation graphique qui permet de bâtir un « réseau ». Ce réseau est constitué de tâches (ou étapes) :

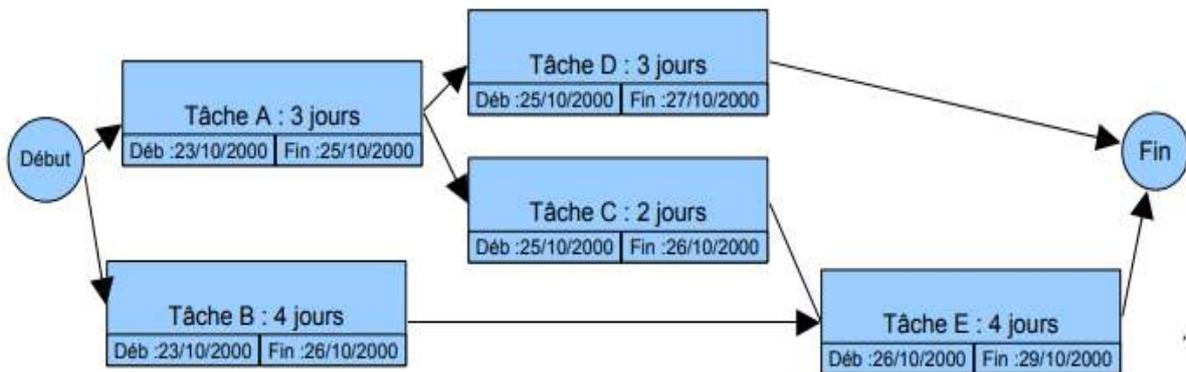
Tâche : Déroulement dans le temps d'une opération. La tâche est pénalisante car elle demande toujours une certaine durée, des moyens (ou ressources) et coûte de l'argent.

Contrairement au réseau PERT, ici elle est symbolisée par un rectangle dans lequel seront indiqués l'action à effectuer et le temps estimé de réalisation de cette tâche, la date de début et de fin.



Liaison orientée: Elles représentent les contraintes d'antériorités des tâches.





Exemple de réseau :

IV.3.2. Calculs sur le graphe

La méthode MPM comme la Méthode PERT a pour but de planifier la durée d'un projet, aussi nous devons mener des calculs sur le graphe afin d'endéduire des renseignements sur son exécutabilité.

IV.3.3. Normalisation du graphe

Le graphe doit comporter un seul « début » et une seule « fin ». Il n'y a pas d'autres règles. **C'est ce type de graphe qui est le plus souvent utilisé par les logiciels de planification** (comme Microsoft Project).

IV.3.4. Méthodologie de construction d'un réseau MPM (Identique à celle du réseau PERT)

- Établir la liste des tâches (faire le partitionnement des tâches en fonction des ressources).
- Déterminer des antériorités : tâches immédiatement antérieures, et tâches antérieures.
- Déterminer les niveaux d'exécution ou rang des tâches (*très facile avec cette méthode*).
- Construire le réseau MPM.
- Calculer la durée du projet, les dates de début et de fin des tâches.

Impossible ici de mettre en évidence les marges : voir diagramme de Gantt.

IV.3.5. Le diagramme de Gant

Le diagramme de GANTT est un graphique (chronogramme) qui consiste à placer les tâches chronologiquement en fonction des contraintes techniques de succession (contraintes d'antériorités).

L'axe horizontal des abscisses représente le temps et l'axe vertical des

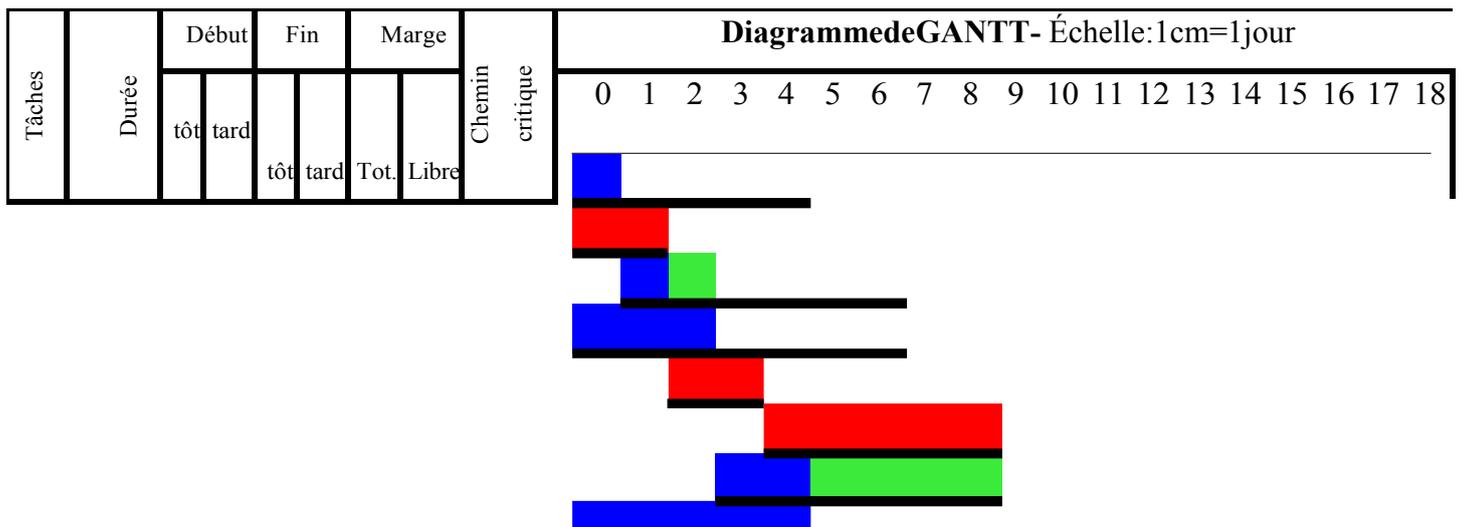
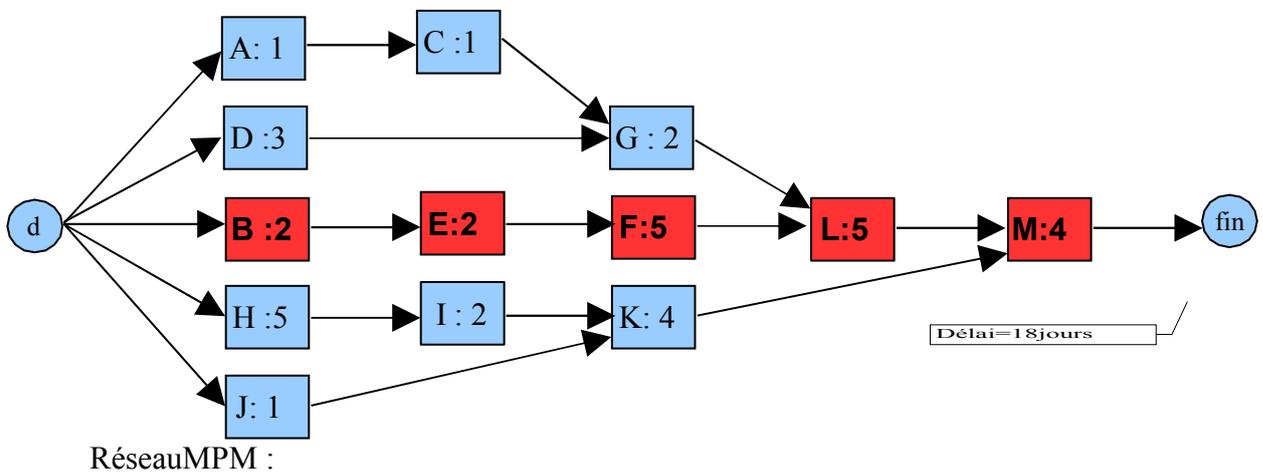
ordonnées les tâches.

On représente chaque tâche par un segment de droite dont la longueur est proportionnelle à sa durée. L'origine du segment est calée sur la date de début au plus tôt de l'opération et l'extrémité du segment représente la fin de la tâche.

Cet type de graphe présente l'avantage d'être très facile à lire, mais présente l'inconvénient de ne pas représenter l'enchaînement des tâches. Cette méthode est généralement utilisée en complément de la durée au PERT ou MPM. On trace le plus souvent le diagramme de GANTT au plus tôt, et éventuellement au plus tard.

Exemple :

Tâches	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Durée	1	2	1	3	2	5	2	5	2	1	4	5	4
Antériorités	-	-	A	-	B	E	C,D	-	H	-	I,J	F,G	K,L



A	1 jour	0	5	1	6	5	0	B
B	2 jours	0	0	2	2	0	0	
C	1 jour	1	6	2	7	5	1	
D	3 jours	0	4	3	7	4	1	EF
E	2 jours	2	2	4	4	0	0	
F	5 jours	4	4	9	9	0	0	
G	2 jours	3	7	5	9	4	4	LM
H	5 jours	0	3	5	8	3	0	
I	2 jours	5	8	7	10	3	0	
J	1 jour	0	9	1	10	9	6	LM
K	4 jours	7	10	11	14	3	3	
L	5 jours	9	9	14	14	0	0	
M	4 jours	14	14	18	18	0	0	

Figure 27 : Diagramme de Gantt: (sur tableur) «GANTT plus tôt»

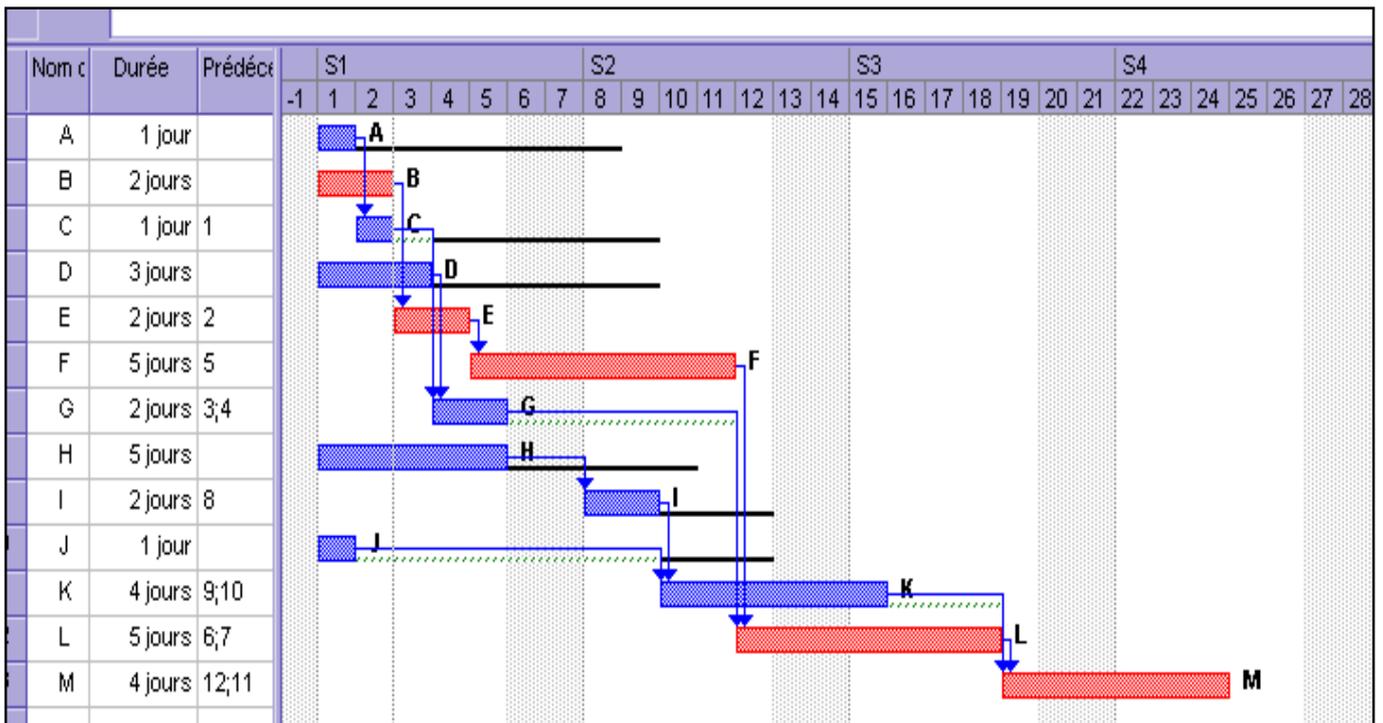


Figure 28 : Diagramme de Gantt: (avec Microsoft PROJECT) «GANTT plus tôt»

Analyse :

- Le projet est réalisable en 18 jours ouvrés. Ici, avec les fins de semaines non travaillées il faudra 3 semaines et 3 jours.
- Les tâches normales sont représentées en bleu.

- Les tâches critiques sont représentées en rouge: B, E, F, L, et M.
- On distingue les marges totales en noir, et les marges libres en vert.
- Les tâches C, G, J, et K font apparaître de la Marge Libre.

Remarques : Le diagramme de GANTT sera modifié au fur et à mesure de l'avancement du projet. Il faut mettre à jour ce diagramme régulièrement. Le chemin critique peut évoluer en fonction de l'avancement, d'un retard, ou de toute modification sur une tâche. Les chemins «sub-critiques» ou «presque-critiques» peuvent alors devenir critiques.

IV.3.6. La méthode Pert- cost(Pert – Coût)

Les durées des tâches sont des paramètres sur lesquels l'entreprise peut agir. Dans de nombreux cas, à travers l'attribution de moyens supplémentaires, l'entreprise sera capable d'agir.

La gestion des coûts apparaît alors comme le corollaire de la gestion des temps et il devient concevable d'envisager la gestion du couple coût-durée.

La méthode qui s'y attache est appelée « PERT-COST » ou « PERT-COUT ».

Méthodologie :

On associe à chaque tâche du projet :

- Un coût normal CN ou Co : coût le plus faible pour l'entreprise pour mener à bien la tâche avec le minimum de moyens.
- Un temps normal de réalisation tn ou to : temps correspondant au coût normal, c'est à dire à l'utilisation de moyens minimaux.
- Un temps accéléré ta ou t* : temps minimum concevable pour réaliser la tâche, en lui accordant les moyens suffisants.
- Un coût accéléré CA : coût correspondant au temps minimum de réalisation

Si l'on admet l'hypothèse de relation linéaire du coût par rapport au temps de réalisation,

On peut définir un coût marginal d'accélération « CMA » de la tâche.

CA - CN

CMA = _____

tn - ta

Le « CMA » indique le coût supplémentaire associé à la réduction de la durée d'exécution de la tâche (exemple : 200 € / heure).

IV.4. Pistes d'améliorations suggérées

A l'issue de notre stage à l'unité P30 Cosider et partant des points faibles relevés dans le document « Manuel de Fabrication et Plan d'Action Face aux Risques » de l'exercice 2021), nous avons suggéré aux responsables de service une piste d'améliorations qui concerne :

1-remplacer les méthodes rudimentaires s'organisation par des logiciels de gestion de projets tel que MS Project.

2-L'introduction d'une nouvelle procédure relative à la planification et organisation de la fabrication par l'utilisation du logiciel de MS **Project** et en utilisant la méthode MPM et le diagramme de GANT, afin d'améliorer la productivité de l'unité.

L'étude de cas suivante présente l'amélioration que nous avons obtenu sur la base des deux points rapporter sur le dernier projet d'une station d'épuration (48 Tonnes) réalisé par COSIDER P30. En effet, la réalisation de ce projet a duré 15 jours, après notre amélioration de planification la réalisation ne durera qu'entre 7 et 8 jours.

IV.5. Etude de cas

On a pu proposer l'amélioration en termes de planification et organisation de la fabrication après avoir consulter le MANUEL DE FABROCATION de l'UNITE P30 COSIDER.

Cette amélioration consiste à mieux partager les taches des ressources matérielles et humaines, qui se trouvent dans l'atelier de fabrication.

Le tableau ci-dessous (tableau 6) présente une partie de l'audit externe date de 6 mois et qui a prélevé des écarts présentés en jaunes. Parmi ses écarts on peut voir nous pouvons cité :

(Retard dans les délais, aller au-delà des exigences et aspirations des clients en proposant des solutions techniques innovantes).

BESOINS ET ATTENTES DES PARTIES INTERESSEES						
Parties intéressées	Besoins et attentes	Risques/opportunités	Actions	Responsable	Délais	Moyens de contrôle
Clients	Ecoute clients et satisfaction des exigences contractuelles satisfaction des clients tout au long de la réalisation	Communication insuffisante mauvaise perception de l'image de l'entreprise -Renforcer le partenariat avec les clients et gagner d'autres contrats	sensibiliser le personnel concerné sur le respect des exigences contractuels	directeurs des sites	en continue	audit
	établir des études conformes et dans les délais	Retard dans les délais, _Aller au-delà des exigences et aspirations des clients en proposant des solutions techniques étonnantes	perspective de développement durable	DCET	prochaine RD	audit / Revue de Processus /revue de direction
	*Réalisation des ouvrages en génie civil, bâtiment, conformes aux exigences contractuelles, légales et réglementaires *préservé l'environnement	Fournir un produit non conforme, exigences HSE non respectées gagner la confiance du client et avoir des projets similaires	Mettre en œuvre la procédure de contrôle systématiquement -prévoir des inspections HSE	ROSE/RHSE	en continue	audit / Revue de Processus
	réaliser les ouvrages en charpente métallique conforme aux exigences contractuelles et dans les délais,	Fournir un produit non conforme diversifier les activités de l'entreprise	acquérir des nouvelles technologies de réalisations	DPI	S2 2019	Revue de Processus /revue de direction

Tableau 06: Extraie du manuel de COSIDER (Cf Annex)

On a pris l'exemple du dernier projet lequel l'unité a fabriqué : « une station d'épuration » avec un tonnage de 48 tonnes. Nous avons repris le même projet mais avec une méthode différente pour mieux planifier et programmer les ressours matérielles et humaines de cette unité.

le tableau (7) indique la gamme de produits, le poids total et le nombre des pièces nécessaire pour fabriquer la station d'épuration commandé par le client l'aide de MS Project.

Microsoft Project (MS Project ou également MSP) est un logiciel **Microsoft** dédié à la gestion des projets. Il permet aux planificateurs et aux chefs de projets d'organiser et de piloter celui-ci, de gérer les ressources, le budget, l'analyse des données...

MS Project permet la planification d'un projet : il est possible à tout moment créer des tâches et des jalons, définir les liens entre chaque tâche, les hiérarchiser. MS Project a également la capacité d'estimer la durée ainsi que la charge de travail nécessaire pour accomplir une tâche définie. Microsoft Project permet aussi la création de modèles qui permet à l'utilisateur de respecter une méthodologie ou un processus quelconque. Le projet peut être représenté graphiquement de différentes manières : diagramme de Gantt, réseau des tâches...

Le pilotage du projet est possible par de multiples façons telles que la définition de la planification initiale, la saisie de l'avancement des tâches ou bien la replanification.

Il est possible de mettre à jour l'avancement du projet de différentes façons :

- Avec la saisie d'un pourcentage d'avancement.
- Avec la mise à jour de la durée réelle et de la durée restante.
- Avec la mise à jour de la quantité de travail effective (qui a été réalisée) et restante.

Le tableau (7) suivant représente le type, nombres de pièces et leurs poids :

Cosider/ کوسیدار			JNITE UCM : P30						
			N° Cde	N° plan	Désignation du plan lance	PGN	Client	Mois de début Product°	Qte pces
		Salle d'archive ouvrage d'art		OA	Sept-02				KG
		Poteau	P			290,00	19,00	9274,90	
		Potelet	P			39,00	3,00	1550,30	
		Poutre	P			71,00	8,00	2766,80	
		Panne	P			90,00	-	5 619,00	
		Contreventement	P			64,00	16,00	1617,80	
		Traverse	P			256,00	12,00	12 943,60	
		Stabilité	P			32,00	-	1063,30	
		Sablière	P			97,00	27,00	4 154,20	
		Solive	P		Sept-02	15,00	-	1 956,50	
		Lisse	P			46,00		3524,00	
		Montant	P			216,00	72,00	1208,20	
		Limon	P			95,00	2,00	796,30	
		Pieces finies	N						

	Total			1311,00	159,00	46 474,90
--	--------------	--	--	----------------	---------------	------------------

Tableau 07 : Tableau récapitulatif du type, nombre, et le poids des pièces .

Le tableau suivant représente des groupements élémentaires des pièces à d'usinage, la gamme des pièces est regroupée par groupe pour définir les machines que nous pouvons utiliser :

Repère / groupe	Eléments Regroupe	Outillage	Machine
G1	Poteaux	-Foret à carbure métallique HSS. -lame scie pour Grande pièce.	Perceuse
		-Scie circulaire. -poinçon et matrice pour $\phi 16$ à 22mm -buse de découpe tôle plasma/oxycoupe.	Plasma pour petit épaisseur /oxy coupe pour grand épaisseur
G2	Poutre /traverse	-Scie longueur =1000mm. -Perçage -Poinçon de marquage.	Perceuse
		-grugeoir thermique pour coupe spéciale des profilés.	Grugeuse
		-buse de coupe découpe tôle a outil de coupe thermique. -poinçonnage.	Plieuse
G3	Panne / lisse de bardage	-lame grande petit. -foret à carbure Métallique HSS.	Perceuse
G4	Sablère	Lame scie.	Perceuse

		Buse de découpe tôle.	Plieuse
G5	Contreventement /stabilité	Lame scie.	Perceuse
		Buse de découpe.	Plieuse

Tableau 08 : Tableau des groupements élémentaire d'usinage.

IV.6. Estimation du temps et ressources matérielles et humaines de fabrication

Le tableau (9) ci-dessous représente le ratio industriel nécessaire pour la fabrication on tenant compte du nombre des effectifs et du rendement des machines, et il nous a été donné par l'encadreur de COSIDER P30.

Type d'élément	h/T minimal	h/T maximal	h/T médian
Ferme	12.5	90	25
Pannes-profilés	6.5	60	12
Pannes-série	5	13	8
Contreventements	12	60	35
Poteaux treillis	20	67	41
Poteaux profilés	11	45	18
Poutre treillis	13	78	35
travers	12	57	28
solives	6	55	12
portique	15	82	22

Tableau 9 : tableau de ratio

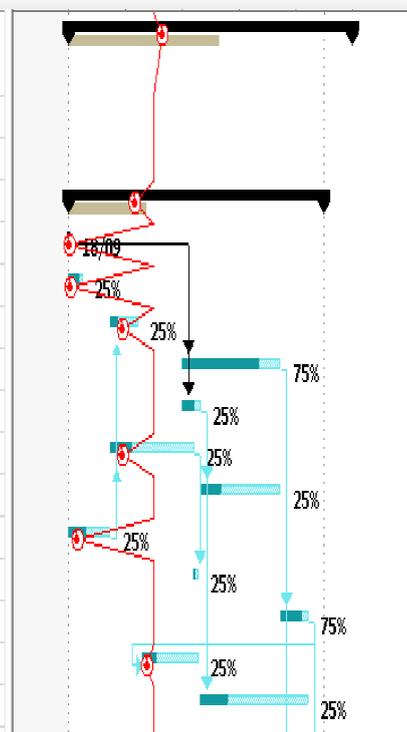
Ratio : $25h/T$

- Usinage : $0.5 h/T$
- Assemblage : $11.4h/T$
- Soudage : $(11.4 \times 1.25) h/T$
- Peinture : $2h/T$

ci-dessous les figures représentent la planification avec la méthode P.M.P et diagramme de Gantt sur MS Project :

1) Phase Usinage

1		4 REALISATION D'UNE STATION D'EPURATION	8,57 days		dim. 18/09/22 8:	mar. 27/09/22
2						
3						
4		4 USINAGE	7,5 days		dim. 18/09/22 8:	lun. 26/09/22
5		poteaux	2.5 jrs	9274.9	dim. 18/09/22 8:	mar. 21/09/22
6		potlet	0,5 days	1550	dim. 18/09/22 8:	dim. 18/09/22
7		poutre	1 day	2766.8	lun. 19/09/22 11 12	mar. 20/09/22
8		panne	1,5 days	5619	jeu. 22/09/22 8: 5	dim. 25/09/22
9		contre ventement	1 day	1617.8	jeu. 22/09/22 8: 5	jeu. 22/09/22
10		traverse	3 days	12943.6	lun. 19/09/22 11 12	jeu. 22/09/22
11		stabilité	0,5 days	1063.3	jeu. 22/09/22 3: 9	dim. 25/09/22
12		sablriere	1,5 days	4154.2	dim. 18/09/22 8:	lun. 19/09/22
13		solive	0,5 days	1956.5	jeu. 22/09/22 9: 10	jeu. 22/09/22
14		lisse	1 day	3524	dim. 25/09/22 11 8	lun. 26/09/22
15		mantant	2 days	1208	mar. 20/09/22 2: 14	jeu. 22/09/22
16		limon	1,5 days	796.6	jeu. 22/09/22 9	lun. 26/09/22



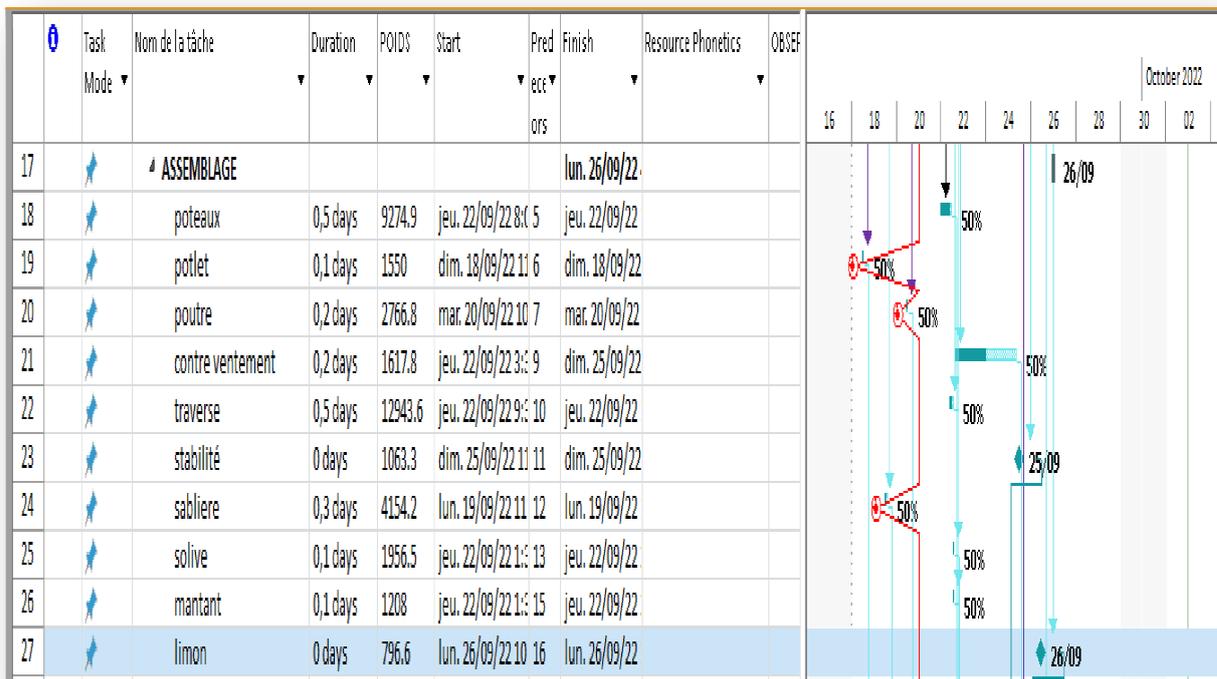
Les Ressources matérielles utilisées lors de la phase d'usinage de chaque pièce :

- **Poteaux** : machine usinage GP- oxycoupe/plasma-machine usinage PP.
- **Potelet** : machine usinage GP- oxycoupe/plasma
- **Poutre** : oxycoupe/plasma-machine de sciage-machine coupe spéciale
- **Panne** : machine usinage GP-machine usinage PP
- **Contreventement** : machine usinage PP-plasma pour tôle
- **Traverse** : machine de sciage-machine coupe spéciale-plasma pour tôle
- **Stabilité** : machine usinage PP-plasma pour tôle
- **Sablrière** : machine de sciage-oxycoupe/plasma
- **Solive** : machine coupe spéciale-machine de sciage-machine usinage GP
- **Lisse** : machine usinage PP-machine usinage GP
- **Mantant** : machine coupe spéciale-machine de sciage-machine usinage GP.
- **Limon** : machine usinage PP-machine usinage GP.

Pour calculer la durée de cette phase on a le rendement des machines/jour (8 heures) est égale à 30 pièces. Et chaque pièce nous pouvons la fabriquer à 2/3 machines différentes comme résumé dans le paragraphe ci-dessus, et la méthode est la suivante :

$$\text{-Usinage} = \frac{\text{nbr piece}}{30 \times \text{nbr resours}}$$

2) Phase assemblage



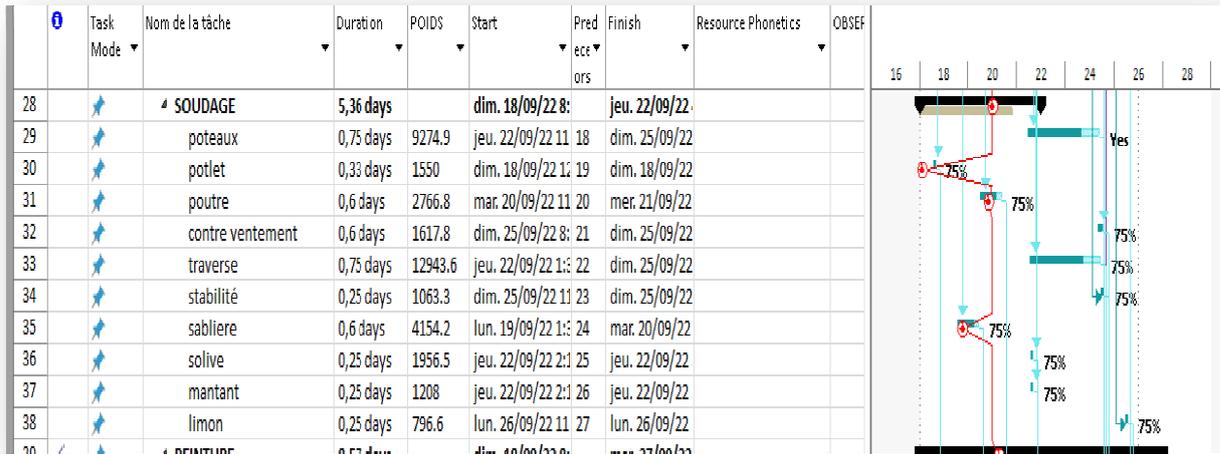
Les effectifs :

14 assembleurs et le rendement de chaque assembleur est égale à 2 tonnes/jour(8 heures).

$$\text{-Assemblage} = \frac{\text{poids groupe}}{(\text{nbr assembleur}) \times 2T}$$

Pour calculer la durée de l'assemblage nous divisons le poids de chaque groupe(poteaux/poutre/solive...) par le nombre des assembleurs multiplier par le rendement de chaque assembleur qu'égale 2 tonnes.

3) Phase soudage



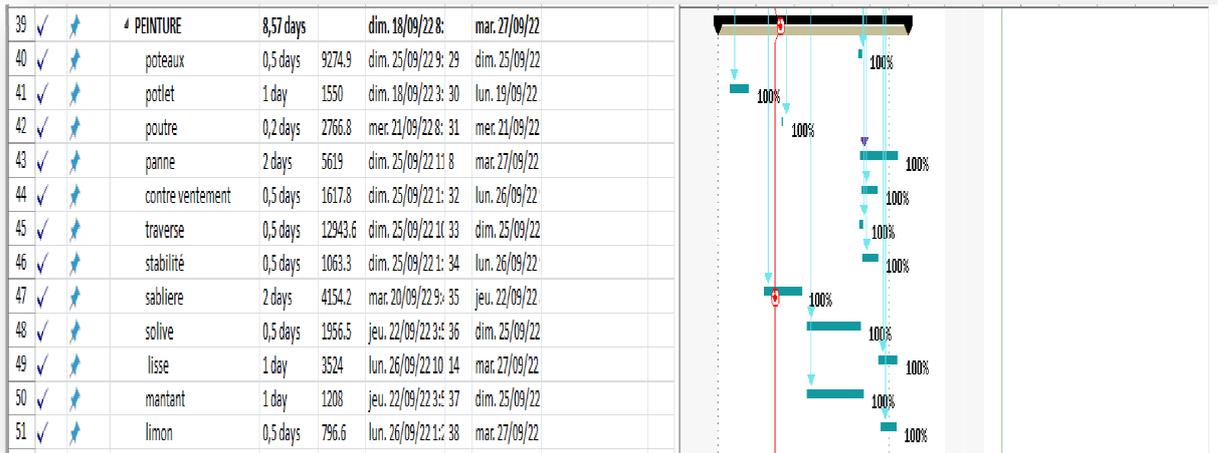
Les effectifs :

19 Soudeurs et 19 Manœuvres car chaque manœuvre travaille avec un soudeur leur rendement est égale à 2tonnes/jour (8heures).

$$\text{-Soudage} = \frac{\text{poids groupe}}{(\text{nbr soudeurs}) \times 2T}$$

Pour calculer la durée du soudage nous divisons le poids de chaque groupe(poteaux/poutre/solive...) par le nombre des soudeurs multiplier par le rendement de chaque assembleur qu'égale 2 tonnes.

4) Phase revêtement



Les effectifs :

Les peintres et leur rendement égale à 3tonnes/heure.

A la fin de fabrication de chaque pièce, sa destination est l'atelier de revêtement.

Comparaison des résultats obtenue avec le rapport deproduction :

- Date du début du projet : 18/09/2022.
- Date de fin du projet :27/09/2022.

Dates estimées par l'atelier de fabrication :

- Date de début :1/08/2022.
- Date de fin du projet :15/08/2022.

En comparant les résultats obtenus par rapport à l'estimation de l'unité.

Il ressort nettement un gain très appréciable de l'ordre de 9 jours sur un projet d'une durée de vie de 15jours.

Nous avons donc réussi à minimiser la durée d'usinage des pièces de 6 jours.

IV.7. Le diagramme de gant

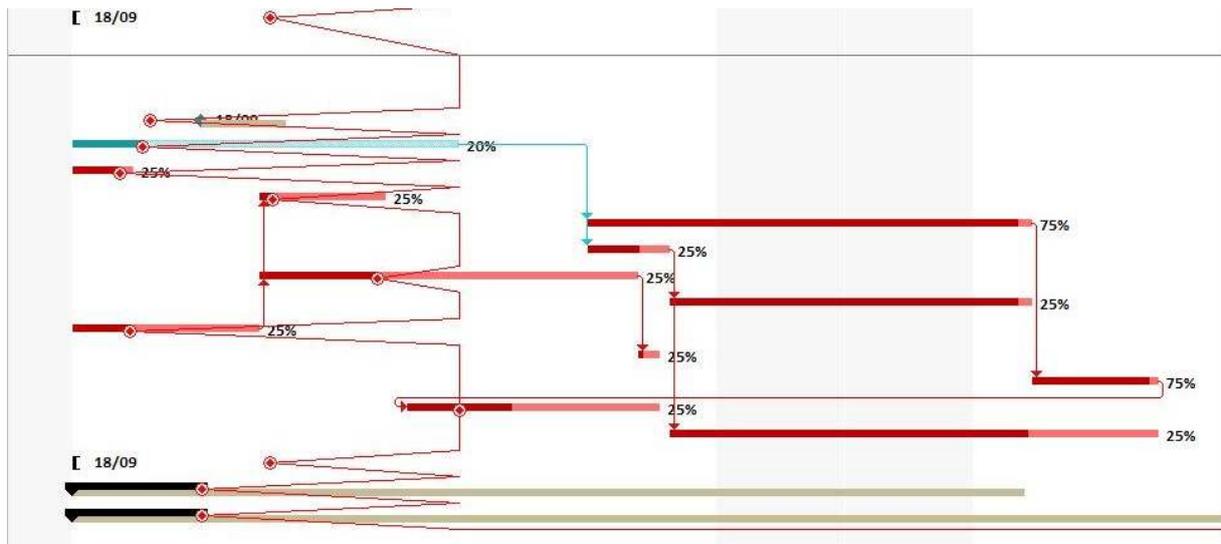


Figure 29:Diagrammes de gant

Conclusion de l'étude de cas :

Notre travail, dont la fluidité est réduite en utilisant le logiciel MS-Project dans une unité de fabrication de charpentes métalliques, a montré la pertinence de l'utilisation de la technique de planification et d'ordonnancement dans la gestion des projets, dans la mesure de contribuer à l'améliorer de la productivité et la rentabilité.

IV.8. L'usinage d'une poutre



Figure 30 : Des poutre brutes

Dans un atelier d'usinage, il est crucial de travailler de manière méthodique et organisée. C'est essentiel pour fabriquer des pièces usinées dont la qualité est irréprochable.

En ce sens, plusieurs ateliers qui offrent un service d'usinage de pièces ont mis au point une méthode de travail qui leur permet de garantir des résultats parfaits de manière constante. Cela dit, même si chaque fabricant de pièces a son propre processus, certaines étapes d'un mandat d'usinage sont incontournables, peu importe la pièce à usiner.

IV.8.1. Les principales phases d'usinage

Phase 1- Analyse et approbation des dessins techniques d'une poutre :

Avant d'entamer l'usinage de la poutre, il est important de s'assurer de la qualité des plans ou dessins techniques sur lesquels se baseront les machinistes.

L'atelier d'usinage auquel le mandat est confié doit donc valider, avec son client, les différentes données figurant sur les dessins techniques qui lui sont fournis. Il doit vérifier que les dimensions, formes, matériaux ou degrés de précision choisis pour chaque partie de la poutre soient bien indiqués et valides. Dans un domaine comme l'usinage de précision, la moindre incompréhension ou erreur peut impacter fortement la qualité du résultat final. Sans compter que c'est en fonction de ces différents paramètres que seront choisis les outils et le procédé d'usinage à utiliser pour créer la pièce.

Phase 2 – Modélisation ou prototypage de la poutre :

Lors de la fabrication de pièces usinées aux formes complexes, il peut être intéressant de réaliser une modélisation informatique ou un prototype de celles-ci. Cela permet d'avoir une meilleure idée de l'apparence finale qu'aura la pièce à usiner. Par exemple, lors de la fabrication d'une poutre sur mesure, il est possible d'obtenir une vue en 3D de la pièce et de ses différentes faces en entrant différentes données dans des logiciels spécialisés.

Phase 3 – Sélection des techniques d'usinage qui seront utilisées :

Selon le matériau choisi pour la pièce et le niveau de complexité de celle-ci, certaines techniques d'usinage peuvent s'avérer plus efficaces que d'autres pour arriver au résultat souhaité.

Divers procédés d'usinage peuvent d'ailleurs être utilisés par les machinistes :

1. Le fraisage
2. L'alésage
3. Le mortaisage
4. Le perçage
5. La rectification
6. et plusieurs autres.

Phase 4 – Le choix de la machine-outil à utiliser

Les machines-outils manuelles ou CNC qui seront utilisées pour créer une nouvelle pièce doivent être choisies en fonction du niveau de complexité de la pièce et du degré de précision à atteindre.

Par exemple, il peut être nécessaire de pouvoir compter sur des équipements informatisés comme les aléseuses CNC. Ce genre de machine peut être particulièrement efficace lorsqu'une poutre doit être produite en plusieurs exemplaires.

Quelquefois, il faudra aussi travailler avec une machine-outil capable de travailler la pièce sur 5 axes différents plutôt que 3, ou qui est capable d'usiner des pièces aux dimensions hors normes.

Phase 5 – Usinage de la pièce par le machiniste :

Si toutes les phases précédant celles-ci ont été effectuées correctement, l'usinage de la poutre devrait se faire sans problème. Le machiniste pourra recourir aux outils de coupe manuels et informatiques pour créer sa poutre à partir d'un bloc du matériau choisi et lui donner la finition voulue.

Phase 6 – Le contrôle qualité :

Pour s'assurer que la poutre fabriquée correspond en tout point avec les spécifications d'origine de la machine dont elle est une composante mécanique, il est essentiel de contrôler sa qualité.

Cela se fait à l'aide de différents tests auxquels peuvent être soumises les pièces et d'outils de mesure comme un micromètre.

CHAPITRE V

Chapitre V : Etude économique

V.1. Introduction

La création d'une entreprise consiste à faire une étude de cout de réalisation en tenant compte de tous les équipements et individus qui vont entrer en interaction.

Dans ce chapitre nous allons s'intéressé à l'aspect économique en se basant sur des données existant sur le marché algérien à fin de faire une estimation générale de ce projet qui va permettre de faire une évaluation des dépenses et de bénéfices.

V.2. Etude économique et estimation du cout

Cette étude va permettre de définir les différents frais nécessaires à la réalisation du projet et on peut les classer en deux parties :

- Frais fixes
- Frais variables

V.2.1. Frais fixes

Dont le cout est fixe et ne varie pas au cours du temps tel que :

- ✦ Le cout d'achat des équipements industriels
- ✦ Le cout d'achat des équipements informatiques
- ✦ Le cout de location du terrain.

V.2.1.1. Cout d'achat des équipements

A. Estimation du prix de la ligne de production

Numéro de l'équipement	Nom de l'équipement	Quantité	Prix unitaire (DA)
1	Grenailleuse	1	100 000 DA - 120 000 DA
2	Machine sciage de profilé : Scie à ruban	1	565 985 DA - 770 606 DA
3	Machine de poinçonnage/ Débitage pour les petits profilés	1	562 523 DA - 746 747 DA
4	Machine sciage perçage des grands profilés	1	854 554.4DA-466 712.2DA

5	Machine oxy/plasma pour les coupes speciaux	1	2 847 244DA-9 253 543DA
6	Coupe et perçage tôle grugeage	1	2 010 1000DA-4 112 036DA
7	Plieuse spéciale pour la tôle	1	4 270 866 DA-4 982 677DA
8	Convoyeur	18	145 000DA
9	Aide élévateur	17	138 366DA
10	Palan élévateur	2	120 000DA
11	Postes à soudé/assemblé	10	31000DA-5500DA
12	Matériel de peinture*6	6	45000DA

Tableau 10 : Estimation du prix de la ligne de production

B. Estimation du prix du groupe électrogène :

Numéro de l'équipement	Nom de l'équipement	PRIX
13	Groupe électrogène industriel	800 000DA

Tableau 11 : Estimation du prix du groupe électrogène

C. Estimation des prix du parc roulant

Numéro de l'équipement	Nom de l'équipement	Quantité
14	Chariot élévateur	2
15	Trans palette	2
PRIX en dinnar TTC		3,200,000

Tableau 12: Estimation du prix du parc roulant

D. Estimation du prix des équipements informatiques

Numéro de l'équipement	Nom de l'équipement	Quantité	Prix/unité
16	Ordinateur	15	110 000 DA
17	Logiciel	15	140 000 DA
18	Bureaux	18	50 000 DA
Prix en dinar TTC		4 650 000 DA	

Tableau 13 : Estimation du prix des équipements informatique et bureaux

E. Estimation du cout d'aménagements et location du terrain

On ne peut pas faire une réelle estimation du prix de location du terrain car elle varie selon l'endroit, la superficie et l'accessibilité au trafic.

Investissements	Montants
Terrain + bâtiment	Environ 1.000.000 DA/ mois
Aménagement	Environ 1.200.000 DA
Forage d'eau	Environ 1.000.000DA

Tableau 14 : Estimation du cout d'aménagement

V.2.2. Frais variables

Dont les frais ne sont pas fixe et changent au cours du temps on peut citer :

1. Les salaires des travailleurs
2. Le prix d'achat de la matière première
3. Les charges liées à la production (électricité, impôts)

V.2.2.1 Les salaires des travailleurs

Le personnel dans l'unité se devise selon la qualification et le degré de responsabilité ce qui va influencer directement les salaires des travailleurs. Comme on a cité

précédemment pour une durée de 5 jours par semaine et un fonctionnement de 8 heures par jour on a effectué une estimation générale des marges des salaires mérité pour un total de personnel minimal de 21 individus.

Personnels	Salaires mérité
Agent maintenance	50.000,00
Agent commerciale	40.000,00
Agent de sécurité et hygiène	30.000,00
Ouvriers de production	30.000,00
Total des salaires en dinars	

Tableau 15 : Estimation des salaires

V.2.2.3-Estimation des charges liées à la production

Charges	Montants
Électricité haute tension	421.177.73 DA/ mois
Impôts	Environ 12% de bénéfice net

Tableau 16 : Estimation des charges liées à la production

V.3. Besoin en fonds de roulement

C'est la somme d'argent nécessaire qui va couvrir l'ensemble des dépenses de l'entreprise à la fin du mois où avant de recevoir les revenus des ventes. Autrement dit c'est la somme d'argent qui assure la continuité de la production qui va comprendre principalement :

- Les salaires des travailleurs
- Le prix d'achat de la matière première
- Location du terrain
- Charges

V.5. Amortissement

L'amortissement normal est la consommation progressive de l'investissement. En effet chaque période d'exploitation doit prendre en compte la détérioration de l'investissement par l'usage que l'on en fait.

La durée réelle d'utilisation d'un investissement est souvent difficile à déterminer. Il est fixé des durées probables d'utilisation, déterminées en fonction des conditions d'emploi et d'exploitation propres à l'entreprise.

Les durées généralement retenues sont les suivantes :

Matériels	Durée
Équipements industriel	10 ans
Parc roulant	5 ans
Équipement de bureau	10 ans

Tableau 17 : Amortissement des équipements

V.6. Bénéfice net

C'est un terme économique qui désigne pour une entreprise la différence entre les produits et les charges (d'exploitations, financières et exceptionnelles, ainsi que l'impôt sur les sociétés) engagés sur une même période.

Prix de la vente – (charges diverses + amortissement + cout d'achat de la matière première).

Conclusion générale

Conclusion générale

En guise de conclusion, nous pouvons dire en définitive que malgré les résultats obtenus le sujet reste fertile et nécessite une analyse plus profonde, ceci sera possible dans un travail de recherche plus poussé.

Ainsi, tout au long de notre travail, nous essayons d'apporter une meilleure solution pour l'unité COSIDER P30. Nous avons utilisé le logiciel MS Project qui est un excellent pour la gestion des projets plus précisément la planification et l'ordonnancement des tâches.

En fait, le but de la planification est d'organiser le déroulement du projet dans ses différentes phases, temps. Une tâche essentielle pour diminuer les délais et rapporter plus de contrats.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- [1] <https://www.cosider-groupe.dz/fr/cosider-construction> ; date de consultation 19/09/2022.
- [2] Google Maps 10/2022.
- [3] Manuel COSIDER, unité de fabrication de la charpentes métalliques P30-25/09/2022.
- [4] Manuel QSE, Cosider Construction, mnl-01, version F, Validé le 28/06/2017
- [5] <https://www.steelprojects.com/fr/> ; date de consultation 25/09/2022
- [6] Lexique des convoyeurs et des transporteurs, Québec, Bibliothèque nationale du Québec, 1996, 59 p. (ISBN2-551-17090-7), p. 14-15
- [7] <https://www.ficepgroup.com/fr/>; date de consultation 19/08/2022.
- [8] Edmond Maurel, Daniel Roux et Daniel Dupont, Techniques opérationnelles d'ordonnancement, mars 1977, Edition. EYROLLES.

GLOSSAIRE

Flux : C'est ce mouvement des matières/composants/sous-ensembles/encours/produits finis le long de la chaîne de production.

l'ossature : Structure en acier galvanisé servant à la construction de bâtiments, en particulier les entrepôts et les hangars.

Nomenclature : Liste, catalogue détaillé et ordonné des éléments d'un ensemble.

Lay-out : c'est un terme anglais. Le concept peut être traduit en français comme « disposition » ou « plan » et a une utilisation très répandue dans le domaine du facility design.

Ordonnement : L'ordonnement, c'est l'arrangement qui permet d'exécuter séquentiellement les tâches ou les ordres de fabrication, de façon à ce que l'ensemble du projet ou de la production soit achevé dans le temps imparti.

ANNEXES