



Année Universitaire : 2020-2021



Licence Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Licence Sciences et
Techniques

Optimisation d'une chaîne de production

Lieu : Nador West Med
Référence : 04/21-LST GI

Présenté par:

EL KALI Ilyass

Soutenu Le 07 Juillet 2021 devant le jury composé de:

- **Mr. BINE ELOUIDANE Hassan (encadrant)**
- **Mr. YAHYA Aziz (encadrant Société)**
- **Mr. CHAMAT Abderrahim (examinateur)**



Dédicaces :

Je veux dédier ce travail à :

Monsieur ALLOUCH AZIZ, technicien expérimenté, qui m'a présenté cette opportunité, et m'a aidé tout au long de cette période de stage à s'intégrer, et à avoir toute ressource de support possible.

Mes parents qui étaient mon support tout au long de mon cursus scolaire et universitaire.

Les amis et les proches, qui m'ont facilité la tâche de nombreuses fois, en particulier EL ALAMI Hamza et EL ALAOUI Ali.



Remerciements :

Nous remercions vivement :

Toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Monsieur BINE EL OUIDANE HASSAN notre Professeur encadrant, pour la passion qu'il a su exprimer tout au long de ce projet et du soutien qu'il nous a procuré durant les moments difficiles qu'on a surmontés ensemble.

Monsieur YAHYA AZIZ pour l'unique expérience qui m'a permis d'avoir en m'offrant ce stage, et pour ses efforts avec son équipe pour m'assurer un apprentissage exceptionnel dans les meilleurs de conditions.

Tout le corps professoral au sein de la faculté des sciences et techniques de Fès pour leurs efforts, orientation et accompagnement tout au long notre parcours académique.

Tous nos amis de la faculté des sciences et techniques. Les trois années que nous avons passé ensemble va certainement marquer nous vie. Qu'Allah vous garde. Nous vous souhaitons bonne chance et bonne continuation.



Listes des abréviations, acronymes, notation, glossaire :

Barge : Bateau à fond plat, gréé d'une voile carrée.

Caisson : En génie civil, un caisson, souvent appelé caisson à air comprimé lorsqu'il est en surpression, est une enceinte ouverte à sa partie inférieure, destinée au creusement de fondations profondes en terrain humide ou inondé, typiquement la fondation de piles de ponts en milieu de cours d'eau.

JIT: Just In Time

Radier : Le radier est une base ou une plateforme stable sur laquelle reposent d'autres éléments.

SMED: Single Minute Exchange of Dies

STEP: Une phase de production.

TPM : Total Productive Maintenance

Vrac : En **vrac**, sans emballage particulier

Résumé :

Un port est en cours de construction sur Nador, ce projet est une réincarnation de Tanger Med sous le nom de Nador West Med, une des nombreuses opérations qui sont exécutées sur le chantier est la production de caissons en béton, pour former une digue, de longueur de 4238 mètres. L'entreprise, où j'ai fait mon stage de deux mois pour le projet de fin d'études, a le même nom que le port, Nador West Med, leur rôle est de superviser les travaux de construction qui sont effectués par un groupement STFA/SGTM/DJN. Ils ont mis à profit mon expérience académique pour améliorer leur système de production, qu'ils cherchaient à optimiser.

Tout d'abord, nous avons fait une analyse du terrain de travail, quelles techniques sont-elles utilisées ? Quels sont les systèmes exploités dans cette production ? comment ils fonctionnent ? puis nous nous sommes intéressés aux ressources humaines et les avons classées en fonction de leurs tâches, une dernière phase a consisté à modéliser toute la chaîne de production sous forme de grandes STEPS qui sont précédées et suivies de petites tâches courtes.

Cette étude nous a fait comprendre que le temps est le facteur essentiel dans une production aussi lourde basée sur des opérations répétitives, divisées en deux catégories, celles qui peuvent être raccourcies et améliorées, et celles nécessaires qui ne peuvent pas être modifiées ou sautées, pour cela nous avons utilisé certaines techniques de LEAN MANUFACTURING comme la production JIT, SMED, TPM, ISHIKAWA et les diagrammes de GANTT (partie analytique).

Les résultats ont été montrés dans l'efficacité du nouveau système de production, en particulier sur le temps de production qui est clairement réduit à 2/3 du temps passé par l'ancien système de production, un autre avantage est la réduction à la moitié des ressources humaines recrutées pour la première fois.

Les techniques utilisées se sont parfaitement adaptées, ce qui a aidé l'entreprise à réduire les coûts de production.

Mots clés: STEP, JIT, TPM, GANTT, ISHIKAWA, LEAN, SMED.



Abstract :

A port is being built on Nador, this project is a reincarnation of Tanger Med under the name Nador West Med, and one of the many operations that are executed on the construction site is the production of concrete caissons, to form a dike, 4238 meters long. The company, where I made my two months internship for the graduation project, has the same name as the port, Nador West Med, their role is to supervise the construction work which is done by a groupment STFA/SGTM/DJN. They made my academic background of use to make some improvement on their production system, which they were aiming to optimize.

First, we made a working ground analysis, which techniques are used? What are the systems exploited in this production? how they work, then we went to human resources and classified them based on their tasks, a final phase was to modelize the whole production chain in the form of big STEPS that are preceded and followed by little short tasks.

This study made it clear to us, that time is the essential factor in such heavy production, which is based on repetitive operations, divided to two categories:

- Ones that can be shortened and improved
- Necessary ones that cannot be modified or skipped,

For that, we used some LEAN MANUFACTURING techniques as the JIT production, SMED, TPM, ISHIKAWA and GANTT diagrams (analytic part).

The efficiency of the new production system are shown in the results represented by GANTT diagram, by this I mean the time of production that is clearly reduced to 2/3 of the older production spent time, another benefit is the need for half of the human resources recruited for the first time.

The techniques used fitted perfectly in, which helped the company reduce the costs of production.

Key Words: JIT, TPM, GANTT, ISHIKAWA, LEAN, SMED.



Liste des tableaux :

Tableau 1 : Dimensionnement des caissons.....	7
Tableau 2 : Moyens humains détaillés	9
Tableau 3 : Moyens matériels détaillés	10
Tableau 4 : Ancienne répartition temps/tache.....	18
Tableau 5 : Nouvelle répartition temps/tache.....	20

Liste des figures :

Figure 1 : Organigramme de l'entreprise.....	2
Figure 2 : La carte du site des travaux.....	3
Figure 3 : La chaîne de préfabrication des caissons.....	4
Figure 4 : Unité de levage IP-CCV.....	5
Figure 5 : Ferrailage du radier.....	5
Figure 6 : Coulage du radier.....	5
Figure 7 : Le coffrage glissant et ses différentes plateformes.....	6
Figure 8: Vue en perspective du caisson CA3A.....	7
Figure 9 : Les principes du LEAN.....	11
Figure 10 : Schéma de la stratégie juste-à-temps.....	12
Figure 11 : Les 8 piliers de la TPM.	13
Figure 12 : Utilité de SMED.....	14
Figure 13 : Diagramme 5M.....	18
Figure 14 : Diagramme de GANTT (ancienne méthode).....	19
Figure 15 : Diagramme de GANTT (Nouvelle méthode).....	20



Sommaire :

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Présentation du projet.....	2
Introduction.....	2
I-NADOR WEST MED.....	2
II-Contraintes.....	3
Conclusion.....	7
Chapitre II : Présentation de sujet.....	8
Introduction.....	8
I-Problématique.....	8
II-Méthodologie de démarche suivie au PFE.....	8
III- Etude de l'existant.....	9
IV-Démarche.....	11
Conclusion.....	14
Chapitre III : Actions d'amélioration.....	15
Introduction.....	15
I- Les missions effectuées.....	15
II-Les apports du stage.....	16
III-Les difficultés du stage et les solutions apportées.....	17
Conclusion.....	21
Conclusion générale.....	22
Liste des références.	

Introduction générale :

La construction des grands complexes industrialo-portuaires est un investissement stratégique qui envisage l'enrichissement des ressources, élever le taux d'emploi, viser les grands secteurs d'activité pour devenir un grand pôle économique, et même renforcer la présence politique du pays. Le port Nador West Med est un géant chantier naval, qui couvre un large espace aux environs de Nador, y'a différentes sections dans ce projet, mais principalement la fabrication des caissons pour construire une digue principale de plus de 4 km. A cause du manque d'expérience, de l'entreprise qui s'occupe de la construction, dans ce domaine, de nombreux problèmes ont été affrontés, certains avaient été résolus en considérant la répétitivité des tâches, une chose qui aide l'opérateur à s'habituer à la procédure et la maîtriser, mais d'autres coexistent avec ce projet jusqu'à maintenant.

Ce rapport a pour objectif l'amélioration de la chaîne de production des caissons et la résolution des problèmes liées à cette chaîne.

Dans le premier chapitre, nous avons mis en lumière :

- L'entreprise, son cadre de travail et son organigramme.
- Les caractéristiques et fonctionnement de cette chaîne de productions.
- Les caractéristiques du produit.

Pour le deuxième chapitre, nous avons présenté :

- La problématique.
- Les outils choisis pour la résolution de la problématique avec leurs définitions, leur aptitude à améliorer la chaîne, et leur importance pour le projet.

Le dernier chapitre était pour présenter :

- Les missions effectuées.
- Les apports du stage.
- Les difficultés rencontrées lors de la période de stage.
- Les solutions apportées à ces difficultés.

Chapitre I : Présentation du projet

Introduction :

Dans ce chapitre on donne une petite présentation de l'organisme, puis on énonce :

- De quoi s'agit ce projet.
- Quels sont les problématiques à traiter ?
- La méthodologie de démarche suivie au PFE.

I-NADOR WEST MED :

Nador West Med SA est une société publique de droit privé, à Conseil d'Administration, créée et chargée par les pouvoirs publics de la réalisation, du développement, de l'aménagement, de la promotion et de la gestion dudit complexe industrialo-portuaire, et ce en vertu des conventions signées avec le Gouvernement du Maroc, le 4/12/2012.

1-Organigramme :

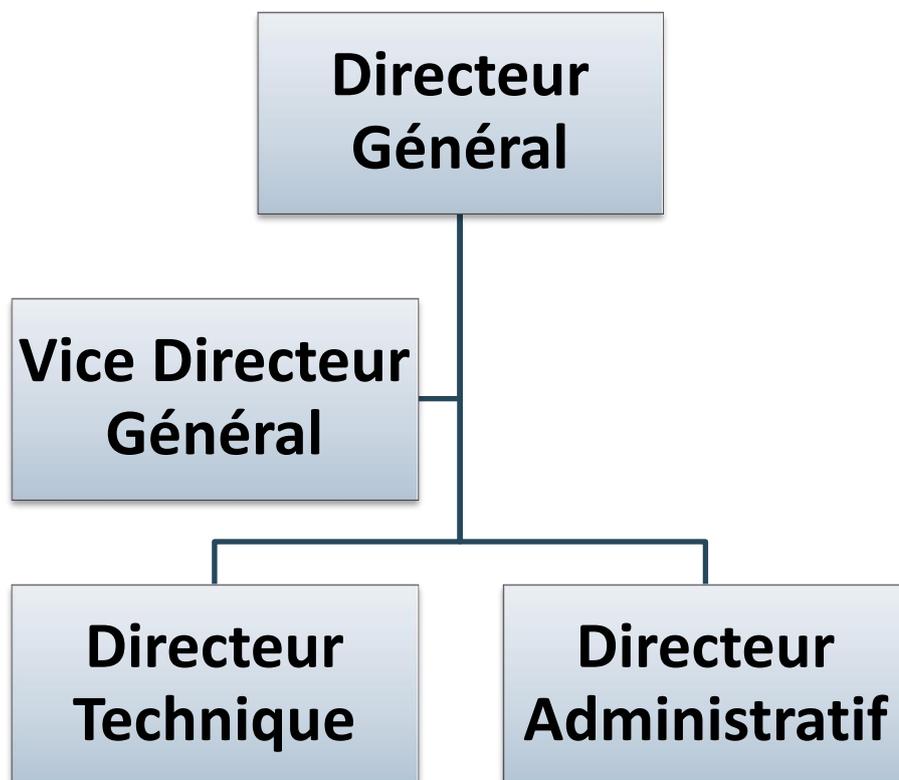


Figure 1 : Organigramme de l'entreprise.

2-Projet Port Nador West Med :

2.1-Zone:

Le projet est situé à 25 km à l'ouest de Nador-Maroc, entre le Cap des Trois-Fourches à l'ouest et la rivière Kert à l'est.

Ce projet vise à fournir et à faciliter le commerce des produits pétroliers, conteneurs et divers matériaux en vrac. Il comprend la construction d'une digue principale de 4238 m de longueur, d'une digue secondaire de 1187m de longueur, de deux terminaux à conteneurs Est et Ouest, d'un poste vrac spécialisé, de trois postes pétroliers et d'une jetée de service (voir figure 2).

2.2-Objectifs :

Ce projet couvre les étapes de production des caissons du tronçon de la Digue Principale à Caisson du PM 1500 au PM 4238.

II-Contraintes :

1-Contraintes Naturelles :

Les contraintes naturelles se manifestent généralement dans les mauvais temps, où la mer est inaccessible pour les plongeurs, ce qui cause un retard en transfert des caissons vers la zone définitive (la digue principale), elles sont difficiles à traiter et la seule manière pour affronter ce problème c'est d'attendre que les eaux se calment pour exécuter le transfert des caissons.



Figure 2 : La carte du site des travaux.

2- Contraintes Techniques :

2.1-Méthode de travail :



Figure 3 : La chaîne de préfabrication des caissons.

Cette figure est une illustration sur la chaîne de préfabrication des caissons, cette dernière est composée de deux lignes de production, chaque ligne est composée de 5 STEPS.

Les 5 STEPS assurent le traitement de la qualité de construction avant de fournir le produit aux clients. Une opération de traitement des anomalies, et de réparation si nécessaire, se passent avant le transfert d'un STEP à l'autre.

La construction des caissons se réalisent selon les étapes ci-dessous :

- Fondation / coulage de la base / coulage du radier.
- Coffrage glissant / coulage des voiles.
- Traitement de surface et durcissement.

Démarche :

STEP 1 : c'est où se place l'unité de transfert qui contrôle les vérins hydrauliques (voir figure 4) responsables à déplacer les caissons semi finis d'un STEP à l'autre.



Figure 4 : Unité de levage IP-CCV.

STEP 2 : les ferrailleurs créent une fondation à deux nappes supérieure et inférieure, puis on attache un coffrage à cette fondation pour passer au coulage de la base et du radier, et enfin on effectue un transfert du STEP 2 au STEP 3 après nettoyage et maintenance bien sûr. (voir les figures 5 et 6)

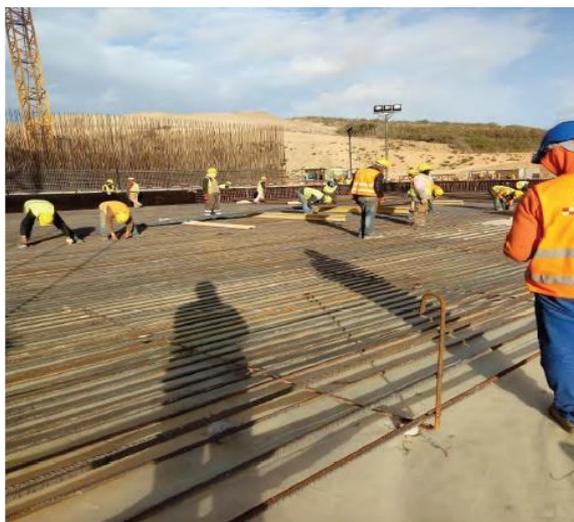


Figure 5 : Ferrailage du radier.

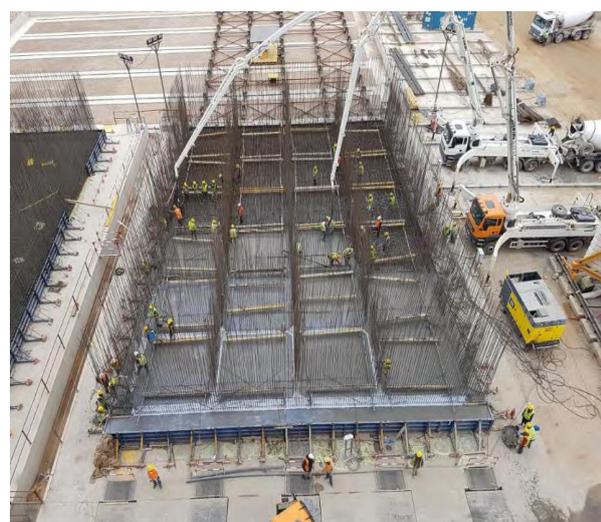


Figure 6 : Coulage du radier.

STEP 3 : c'est la partie qui prend plus de temps. Pour cette étape, tout se passe sur le coffrage glissant : ferrailage et coulage des voiles, ce coffrage glissant possède trois plateformes (voir figure 7) :

- Plateforme supérieure : sur laquelle se fait la réception de matériel nécessaire et distribution du béton pour chaque cellule.
- Plateforme de travail.
- Plateforme suspendue : où se fait un traitement de surface extérieure du caisson et son durcissement.

Une inspection se fait à chaque étape avant le transfert d'un stage à l'autre.

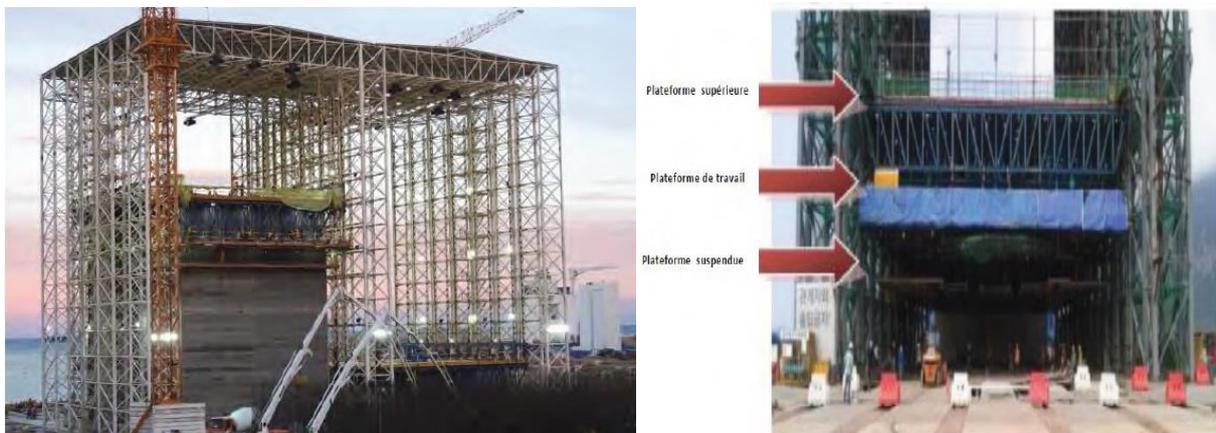


Figure 7 : Le coffrage glissant et ses différentes plateformes.

STEP 4 : Un traitement de surface et durcissement s'effectue cette fois dans chaque cellule pour identifier les anomalies et les réparer avant le transfert au STEP 5.

STEP 5 : l'installation des équipements :

- Passerelles.
- Pompes.
- Défenses provisoires.

Enfin faire un dernier transfert à l'eide barge.

Qu'est-ce qu'un caisson de digue ?

Le caisson de digue est une massive construction cubique en béton composée de deux parties, un radier et une voile. Pour la digue principale, il y a 4 types de caissons qui diffèrent l'un de l'autre en dimensionnement comme vous voyez dans le tableau 1.

Destination	Type de caisson	Dimension (L*I*H, m)	Nbr de cellule	Volume de béton (m3)	Poids (ton)	Nombre (u)	Volume total de béton (m3)
Digue principale	CA 1	30.09x20.84x18.70	6x4	2430	6 196	12	29 160
	CA 1A	30.09x19.84x18.70	6x4	2430	6 197	9	21 870
	CA 3	30.09x20.84x25.70	6x4	3150	8 030	101	318 150
	CA 3A	30.09x19.84x25.70	6x4	3150	8 030	26	81 900
Total digue principale						148	451 080

Tableau 1 : Dimensionnement des caissons.

La figure 8 représente une conception d'un type de caissons :

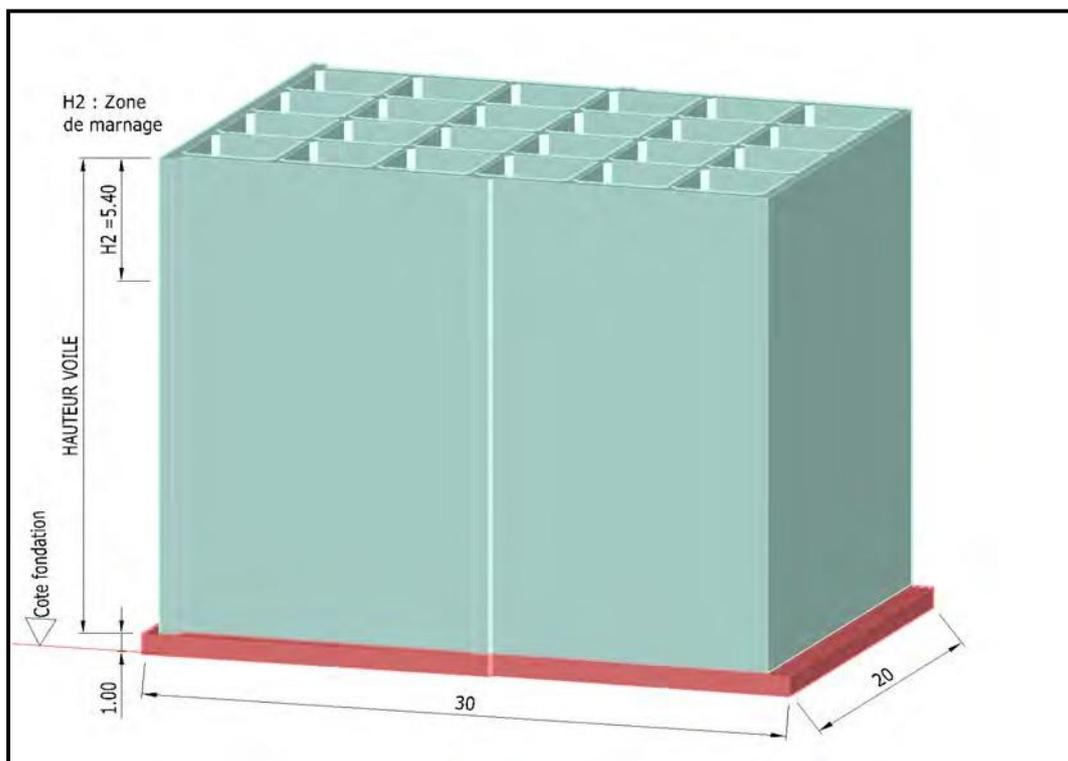


Figure 8 : Vue en perspective du caisson CA3A.

Conclusion :

Dans cette partie, on a présenté l'entreprise Nador West Med, et son cadre spatio-temporel, avec une explication élargie des objectifs de projets et les activités prévues après la fin des constructions, ainsi que la présentation de la chaîne objet de notre étude.

Chapitre II : Présentation de sujet

Introduction :

Dans ce chapitre nous donnons une étude générale sur les méthodes convenables adoptées pour améliorer la chaîne de production objet de notre étude.

I-Problématique :

Les problèmes traités dans cette partie concernent les lignes 1 et 2 au niveau desquels les caissons destinés à la digue principale sont réalisés.

Quand les deux lignes sont en marche au même temps, un blocage éventuel se produit dans la chaîne, à cause des activités de maintenance et de nettoyage sur le radier et le coffrage glissant, et de non disponibilité de l'Eide barge qui peut effectuer le transfert d'un seul caisson à la fois. Ces contraintes techniques entraînent des coûts non nécessaires (salaires des ouvriers en arrêt, machines louées...).

II-Méthodologie de démarche suivie au PFE :

1- Phase analytique :

Cette phase se considère comme un filtrage, où les informations sont collectées et classées selon leurs pertinences pour l'objectif éventuel, pour cela un traitement de chaque STEP séparément aux autres se sont effectué afin de mieux comprendre comment ça marche, puis on fait l'étude sur toute la chaîne pour savoir les positions de difficulté. Après l'identification des problèmes, la prochaine étape c'était de consulter le staff technique qui assure la gestion de la chaîne pour savoir quels sont les solutions adoptées pour arranger quelques difficultés et les surmonter. Une étude finale se fait en comparant cette chaîne à d'autres similaires pour se permettre d'adopter plusieurs idées sur leur expérience.

2- Etablissement d'un plan d'action :

Cette étape sert à mettre toutes les idées en ordre, alors après savoir ce qu'on traitera, il faut prendre l'ordonnancement du travail en considération pour que l'application des solutions soit fluide sans aucune perturbation. D'abord les problèmes ont été mise en ordre temporel par rapport à la chaîne, puis chaque contrainte était approchée par un ensemble de solutions selon la possibilité d'application dans ce système. Pour le cas étudié, le plan était pour diminuer les retards causées dans les différentes étapes de la chaîne.

3- Phase d'application :

La phase où on met le plan en exécution, après étudier les contraintes et les difficultés, et identifier les solutions valables à être mises en place, l'application sur terrain du travail devient simple. C'est un suivi en temps réel du plan théorique établi.

III- Etude de l'existant :

1-Moyens humains :

Le tableau 2 représente les moyens humains de l'entreprise avant le début des travaux, ces nombres ne sont pas fixes et ils peuvent changer au long de la période de production.

MOYEN HUMAIN	LIGNE 1		LIGNE 2		TOTAL
	Poste jour	Poste nuit	Poste jour	Poste nuit	
Responsable des lignes de production	2				2
Responsable système de glissement	2				2
Ingénieur/conducteur de travaux béton	3				3
Chef de chantier béton	1	1	1	1	4
Chef d'équipe béton	2	2	2	2	8
Opérateurs pont roulant	8	8	8	8	32
Coulage du béton	68	68	68	68	272
Equipe de finition et réparation	6	6	6	6	24
MO	4	4	4	4	16
Soudeurs	2	2	2	2	8
Nettoyage	3	3	3	3	12
Ingénieur suivi armature	1				1
Responsable parc ferrailage	1				1
Chef de chantier ferrailage	1	1	1	1	4
Chef d'équipe ferrailage	4	4	4	4	16
Ferrailleurs	90	90	90	90	360
Opérateurs système de glissement	1	1	1	1	4
Aide opérateur système de glissement	4	4	4	4	16
Opérateurs système transfert	5	5	5	5	20
Chef électricien	1				1
Electriciens	2	2	2	2	8
Plombier	2				2
Chef CAB	2				2
Conducteurs de malaxeurs	24				24
Opérateur des CAB	10				10
Aide opérateur CAB	24				24
Chef chantier manutention	1				1
Superviseur grue	1				1
Grutiers	14				14
Equipe de cure et réparation de béton (step 4 et 5)	8	0	8	0	16
Magasiniers	1	1	1	1	4
Atelier de préparation des Grip JAW	4				4
TOTAL	916				

Tableau 2 : Moyens humains détaillés.

2-Moyens matériels :

Le tableau 3 présente en détails les moyens matériels dédiés pour le coffrage glissant :

MOYENS MATERIELS	LIGNE N°1	LIGNE N°2	TOTAL
Coffrage glissant	1	1	2
Pont roulant	8	8	16
Seau à béton	8	8	16
Grue à tour	2	2	4
Poste soudure	3	3	6
Karchers	2	2	4
Vibreurs	30	30	60
Petit outillage	set	set	2 sets
Système de transfert	1		1
Camion plateau	2		2

Tableau 3 : Moyens matériels détaillés.

Cahier de charges :

L'objectif de ce stage est d'améliorer les conditions de production qui concernent l'aspect temporel. Pour cela l'entreprise m'a précisé des missions à accomplir :

- L'étude des différentes parties du système de production.
- Repérer les points forts et les points faibles.
- Identifier les problèmes pour chaque partie, qui influent le rendement.
- Connaître ce qui est manipulable.
- Recueillir les méthodes industrielles qui peuvent bénéficier cette chaîne.
- Classer les méthodes selon leur faisabilité.
- Citer juste celles qui sont convenables pour ce système.
- Faire une étude comparative entre la nouvelle démarche du travail et l'actuelle.
- Proposer des solutions qui vous paraissent intéressantes, mais leur application au système actuel n'est pas possible.

IV-Démarche :

Cette chaîne objet de notre étude a les mêmes caractéristiques globales d'une chaîne de production alors pour approcher ses problèmes, l'application des méthodes de gestion de production est évidente, alors ça devient clair que la manière la plus efficace pour atteindre une amélioration éventuelle, c'est par appliquer le LEAN MANUFACTURING.

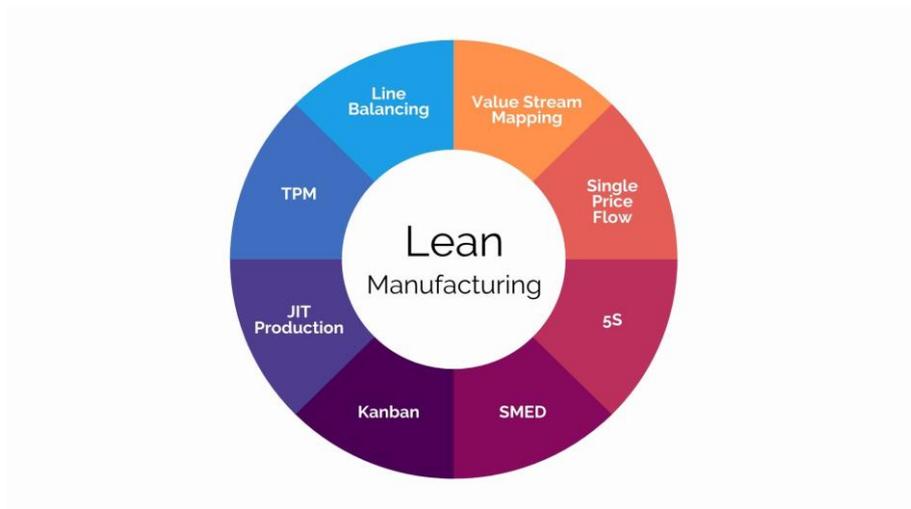


Figure 9 : Les principes du LEAN.

1-Définitions :

LEAN Manufacturing :

Le Lean Manufacturing est la version occidentale du Système de Production Toyota (TPS).
Le Lean repose sur l'élimination des gaspillages dans les processus (par exemple : trop de stock de produits finis, trop de déchets de production)
Le Lean vise à augmenter la capacité, en réduisant les coûts et le temps de cycle.
Le Lean s'appuie sur la compréhension des besoins des clients.
En considérant les problèmes affrontés dans cette chaîne, l'application du LEAN est la meilleure manière pour opérer.

JIT Production:

La notion de Just In Time - JIT trouve son équivalent français sous l'appellation Just à Temps.
Le JIT est une approche organisationnelle qui suppose que la production est dite « en flux tiré », c'est-à-dire qu'elle est déterminée par la demande et non par l'offre (par opposition à la production dite « en flux poussé »). Il s'agit ici de produire les quantités requises de marchandises dans un intervalle de temps souvent très courts puis de les livrer au client final.
Ses deux principaux objectifs sont :

- Répondre à une demande immédiate de la part d'un client en déclenchant le processus de production dès la réception de la commande.

- Minimiser les stocks et les encours de fabrication en réduisant les temps de passage des composants et des produits dans leurs différentes étapes d'élaboration.

Pour le cas de cette étude, JIT Production s'est appliquée en diminuant la cadence de production, alors au lieu de travailler avec deux lignes à la fois, la chaîne va exploiter une seule ligne de production.

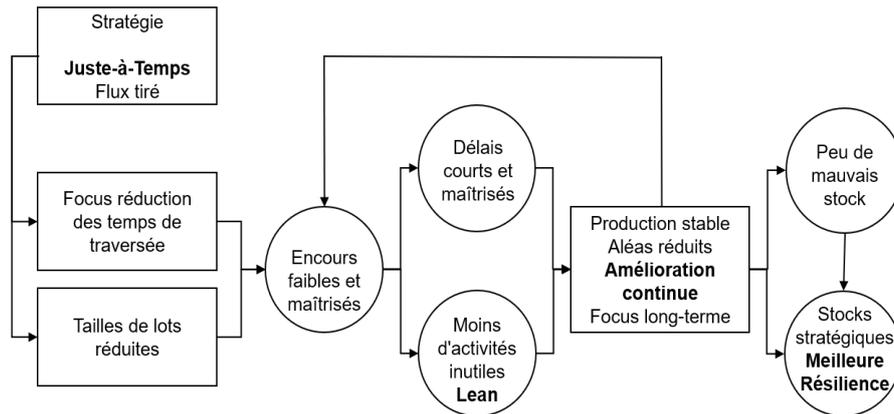


Figure 10 : Schéma de la stratégie juste-à-temps. [1]

TPM :

La **méthode TPM**, Total Productive Maintenance, est une pratique visant à construire une culture d'entreprise qui améliore l'efficacité du système de production. Elle permet le passage progressif d'un système de maintenance curative à la maintenance préventive, voire prédictive dans certains cas spécifiques.

Cette démarche naît d'une volonté de la direction générale pour :

- Instaurer une politique d'Amélioration Continue
- Impliquer tout le personnel en le responsabilisant
- Améliorer les performances QUALITES / COÛTS / DELAIS
- Améliorer le rendement des équipements (productivité, efficacités, etc...).

La figure 11 représente les 8 piliers de la TPM :

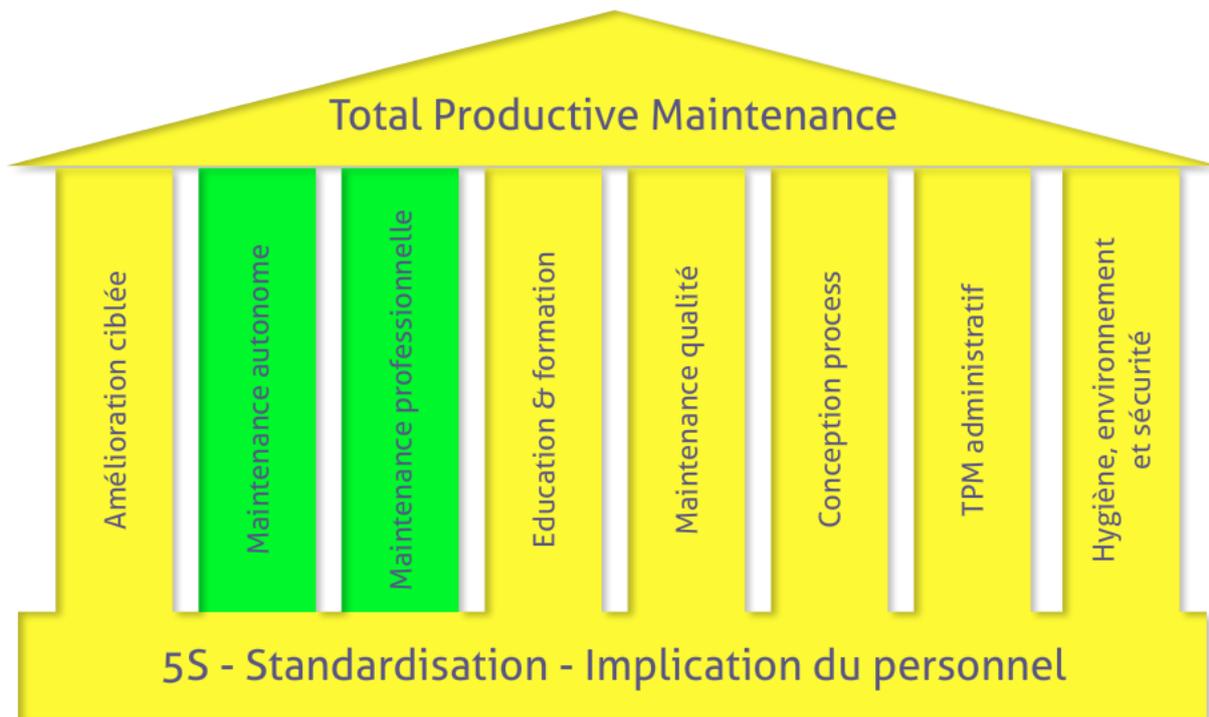


Figure 11 : Les 8 piliers de la TPM.

Cette méthode consiste à avoir une archive où toute action de réparation ou maintenance curative est notée, cela permet d'avoir un temps de réponse plus court à une anomalie, en enrichissant sa base de donnée l'entreprise devient plus décisive concernant les mesures préventives apportées, ce qui va conclure à une diminution éventuelle des arrêts et une augmentation en rendement. Afin d'atteindre cet objectif, des ateliers mécaniques, électriques, et un staff occupé de la maintenance se sont installés sur chantier pour une intervention rapide et agile.

SMED :

SMED signifie « Single Minute Exchange of Dies », c'est-à-dire « changement d'outil en moins de 10 minutes », ce qui veut dire « changement rapide d'outillage ». Le but de cette méthode est de diminuer le temps de réglage ou le temps de préparation entre 2 séries de production. L'idée est de réduire au minimum, le temps perdu entre le passage d'un produit A et un produit B. Cette méthode peut aussi s'appliquer à tout processus de production et administratif.

Le but du SMED est le gain de temps et l'augmentation de la productivité. Pour cela, il faut mettre en place une organisation flexible et réactive.

Cette figure 12 représente les conditions d'utilisation de SMED :

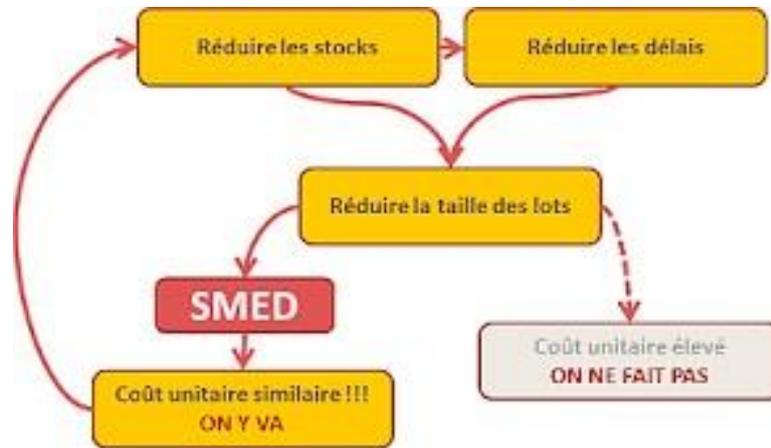


Figure 12 : Utilité de SMED. [2]

La maintenance peut engendrer des arrêts importants si nous ne prévoyons pas les pannes à subir, pour les industries le temps est un facteur indispensable dont le gain dépend de combien on peut réduire le gaspillage du temps, alors la SMED est une manière à réduire les périodes consacrées à la maintenance.

Conclusion :

Dans cette partie, nous avons défini les méthodes choisies pour approcher les problèmes identifiés, après une étude de ce que l'entreprise possède comme ressources, et où se situent les paramètres à changer.

Chapitre III : Actions d'amélioration

Introduction :

Dans ce chapitre, on énonce :

- Les missions effectuées.
- Les apports du stage.
- Les difficultés affrontées.
- Les solutions apportées à ces difficultés.

I- Les missions effectuées :

Nous nous sommes rapidement adapté à l'environnement de l'entreprise. Il nous a été assez facile de nous immerger dans les missions confiées. En effet, j'ai compris ce qu'on attendait de moi. Les tâches explicitées dans le cahier de charges, ont été plus claire sur terrain, et bien sûr avec l'aide que nous avons reçu de tout le personnel nous avons commencé à apprendre le fonctionnement de toutes les STEPS.

Nous avons petit à petit appris à utiliser les outils mis à ma disposition. En effet, nous avons acquis de nouvelles connaissances et compétences telles que la rédaction d'un rapport journalier, les durées de bétonnage et les mélanges requis pour avoir de bonne qualité, les types du sable utilisé pour produire du béton, le fonctionnement des vérins hydrauliques dans le transport des poids lourds, les techniques de construction des chantiers navals, un nouveau vocabulaire riche des mots techniques liés à la génie civile.

1-Les missions principales :

Mission 1 : étudier la chaîne de production

Notre première mission est de descendre sur terrain accompagné d'un technicien pour découvrir les machines et le matériel utilisé de plus près, enregistrer les différentes taches automatisées ou manuelles qui s'effectuent dans cette chaîne.

Mission 2 : comprendre les points faibles et en agir sur si possible

Notre deuxième mission est la collection des informations liées à l'objectif final, c'est-à-dire où se font les retards et les arrêts, quelles sont les causes et comment puissions-nous approcher ces anomalies ? alors c'était évident que nous devons représenter le fonctionnement de la chaîne dans un schéma qui met en lumière la période nécessaire pour produire une seule unité, et puis isoler les étapes inchangeables des étapes avec plus de flexibilité, nous avons pu constater que des retards sont à cause de mal compréhension des tâches par les ouvriers, d'autres problèmes sont liées à la méthodologie du travail.

2-Les missions secondaires :

Des recherches à effectuer pour comparer la technique adoptée à d'autres techniques qui se sont exploitées par autres projets.

Découvrir les autres services complémentaires à la production des caissons, comme la centrale à béton, où se passe la production du béton avec de dosages précis en assurant la qualité du béton, la crible qui représente un filtre du sable de dunes, c'est le sable le plus fin utilisé dans la production de béton, et mettre tous ces services en question concernant leur influence sur la cadence et l'efficacité du travail.

3-Les missions et le monde de l'entreprise :

Le monde de l'entreprise se caractérise par des services qui interagissent. Chaque service a un rôle précis à jouer pour le bon fonctionnement de l'entreprise. Dans le cadre de nos missions, nous avons été amenés à s'approcher des techniciens qui assurent la qualité de la production, des responsables qualité, et des animateurs HSE, ainsi que des petits coup d'œil sur des ateliers de ferrailage, électricité, maintenance et réparation.

Lors de ce stage, nous avons adopté les valeurs de l'entreprise ainsi qu'un comportement professionnel. En effet, nous avons été amenés à rencontrer le directeur de l'entreprise, des clients de l'entreprise et des professionnels intervenants avec l'entreprise, ce qui m'a démontré des aspects relationnels qui caractérisent le corps d'une entreprise, il y'a trois types de relations :

Relation hiérarchique : c'est ce qu'on représente par un organigramme, et s'est montré en réalité par une différence de salaires, différence de tâches.

Relation professionnelle : c'est la relation entre les individus indépendants hiérarchiquement, elle se caractérise par une collectivité, et se base sur un respect des responsabilités et des droits des personnes concernées.

Relation amicale : c'est le fruit d'une longue période de travail ensemble qui se construit entre les employés quel que soit leur statut au sein de l'entreprise.

II-Les apports du stage :

1-Les apports :

Les apports du stage sont nombreux. Au cours de ces 2 mois, nous avons beaucoup appris tant au niveau théorique que pratique. En effet, l'adaptation de la formation universitaire à une activité professionnelle n'est pas toujours évident, ce qui nous a poussé à faire plus de recherches pour pouvoir maîtriser les techniques liées au secteur du projet, sur le plan théorique nous avons pu découvrir un nouveau domaine où l'industrie fait part, de plus nous

avons eu des connaissances concernant les constituants et les types de béton et des sables, les différents types de machine et matériel nécessaire dans la construction des chantiers navals en particulier, et dans la construction en générale.

A l'échelle pratique, nous avons pu acquérir un savoir-faire concernant, l'étude analytique des chaînes de production, l'identification des problèmes, l'établissement des plans d'action et l'application des modifications essentielles pour améliorer un système. Un bénéfice bonus nous a été offert, c'est la manipulation manuelle du matériel de construction, et la gestion des ressources du projet.

2-Les compétences :

Au cours de ce stage, nous avons pu consolider des compétences déjà acquises telles que le travail en collectif et la LEADERSHIP, la prise des décisions fondée sur des preuves logiques, les techniques de communication, le filtrage des informations, et la capacité d'improviser et créer des nouveaux chemins d'exécution.

III-Les difficultés du stage et les solutions apportées :

1-Les difficultés :

J'ai rencontré des difficultés lors de mon stage. En effet, nous n'avons pas tout de suite su gérer les missions. Toutefois, j'ai trouvé des solutions aux obstacles avec l'aide de mon maître de stage et en discutant avec les employés du service. Afin d'illustrer mon propos, nous allons vous donner quelques exemples. En étant un étudiant en génie industriel, le génie civil était un nouveau monde où l'accès n'est pas si évident, à cause du jargon technique peu familier et des différentes connaissances qu'il faut digérer dans une courte période. Après identifier le problème comme étant une séquence des arrêts qui se précipitent par différentes raisons, la conception des solutions, et leur application ont été tellement différentes, pour effectuer un changement dans un système si lourd, et coûteux au niveau matériel. Le travail avec deux lignes en effectuant les mêmes tâches au même temps, chose qui nécessite des énormes ressources, et met les autres services sous pression, puis entraîne un blocage qui diminue la cadence du travail, alors on ajoute des coûts non nécessaires à la production.

La figure 13 est une illustration de diagramme causes/effets (ou 5M) :

Diagramme d'ISHIKAWA :

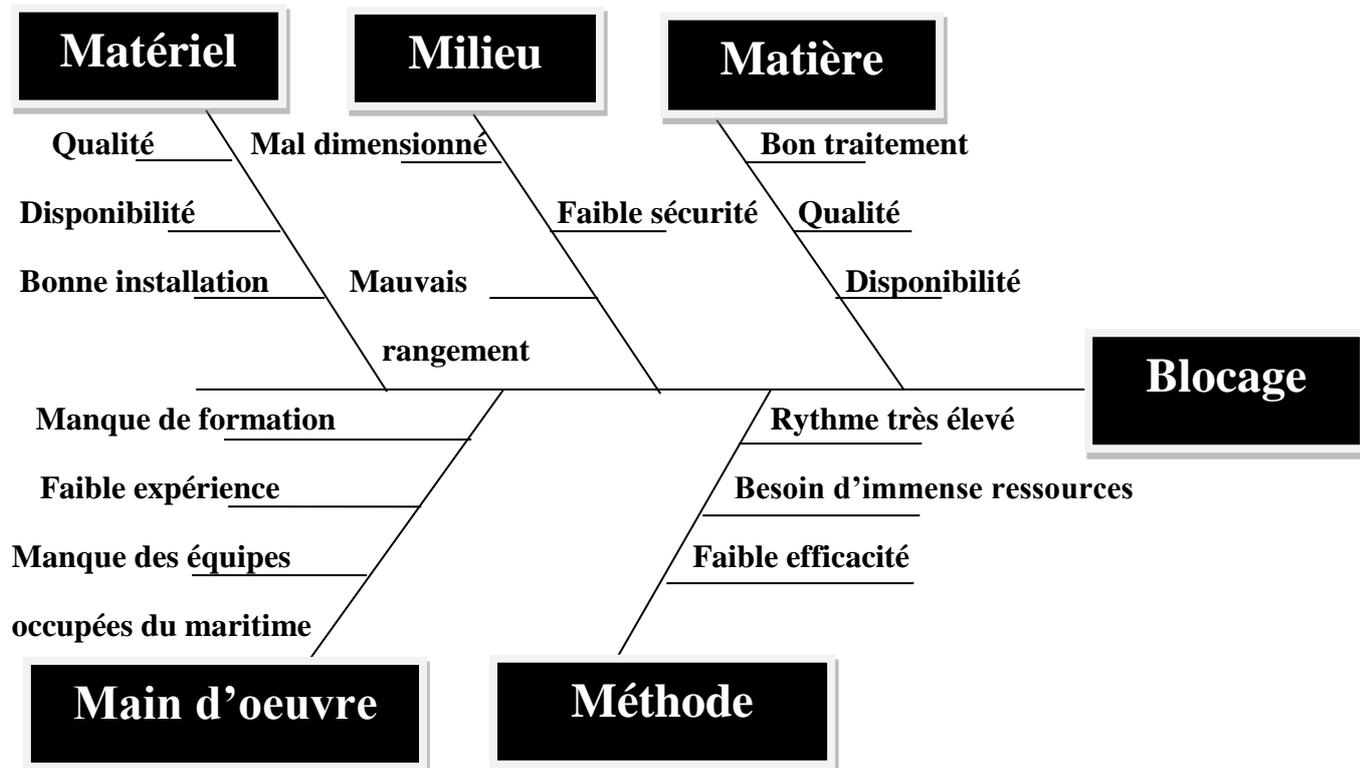


Figure 13 : Diagramme 5M.

D'après la figure 13 on constate que les problèmes ne sont pas liés aux ressources mai aux démarches du travail.

Le tableau 4 représente la période nécessaire et la répartition du temps sur les tâches pour produire un seul caisson quand les deux lignes effectuent la même STEP :

		Task Mode	Task Name	Duration
0			Production caisson	419 hrs?
1			STEP 2	160 hrs
2			réception 1	2 hrs
3			nettoyage et réparation si nécessaire	3 hrs
4			premier transfert	6 hrs
5			STEP 3	144 hrs
6			réception 2	3 hrs
7			2ème transfert	6 hrs
8			STEP 4	73 hrs
9			3ème transfert	6 hrs
10			STEP 5	16 hrs

Tableau 4 : Ancienne répartition temps/tache.

Cette figure 14 est un diagramme de GANTT modélisant le tableau

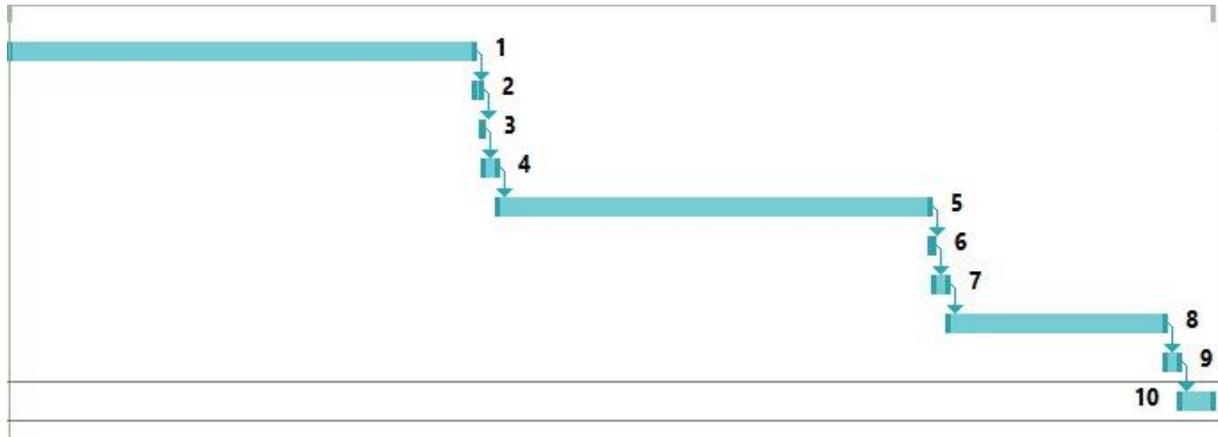


Figure 14 : Diagramme de GANTT (ancienne méthode).

D'après les résultats représentés dans le tableau, ainsi que la figure, on observe que ce sont les 4 STEPS qui donnent de la valeur ajoutée et il y'a un peu près 26 heures d'activité sans valeur ajoutée, ce qui pose un problème d'efficacité. Puis j'ai pu faire ce diagramme de GANTT qui donne en détail la répartition du temps sur les tâches.

2-Les solutions apportées à ces difficultés :

Toutefois, nous avons trouvé des solutions aux difficultés rencontrées. Nous avons procédé étape par étape. Nous avons analysé la chaîne objet de l'étude comme le démontre la partie des difficultés, et nous avons essayé d'appliquer nos connaissances académiques d'une manière qu'elles se mettent en place parfaitement, alors à la place de l'ancienne méthode de travail, nous avons proposé une nouvelle méthode qui a pratiquement la même cadence que sa précédente (vue les retards précipités), en mettant la production avec deux lignes mais en alternance, pour mieux expliquer, quand les ferrailleurs sont occupés du radier de la ligne 2, l'équipe de bétonnage s'occupe de la voile dans la ligne 1, c'est-à-dire on met en retard une STEP devant l'autre entre les deux lignes, cette méthode agit remarquablement sur le rendement, puisqu'elle nécessite moins de ressources humaines, et augmente l'efficacité (rapport ressource/production). Nous allons vous démontrer sous forme d'un diagramme de GANTT et des statistiques liés aux changements.

IV-Résultats :

Le tableau qui suit nous présente l'influence de la nouvelle méthode de production sur la période de production

Production caisson		248 hrs
STEP 2		160 hrs
réception 1		2 hrs
nettoyage et réparation si nécessaire		3 hrs
premier transfert		6 hrs
STEP 3		144 hrs
réception 2		3 hrs
2ème transfert		6 hrs
STEP 4		73 hrs
3ème transfert		6 hrs
STEP 5		16 hrs

Tableau 5 : Nouvelle répartition temps/tache.

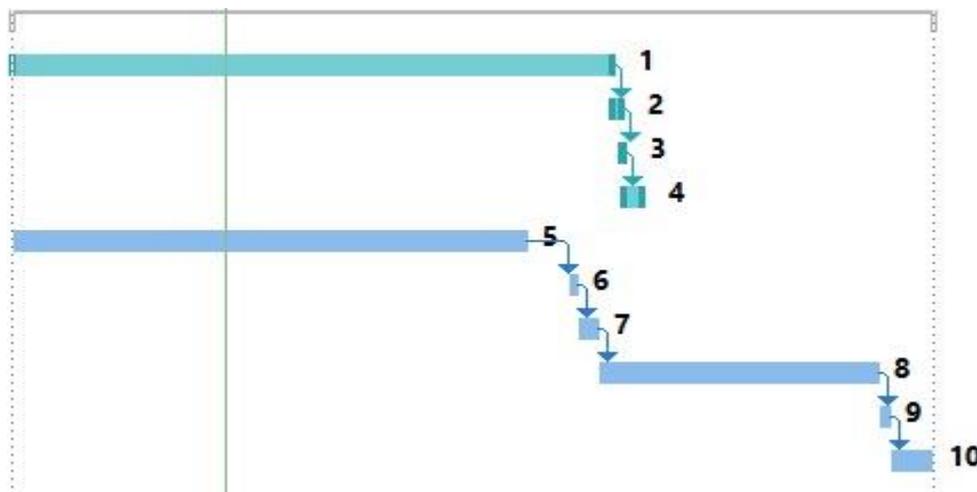


Figure 15 : Diagramme de GANTT (Nouvelle méthode).

Comme le démontre la figure 15, un changement radical s'est produit en temps requis pour la production d'un caisson, tout ça avec une réduction en moyens humains jusqu'à 1/3, impliquant une diminution de coûts remarquable.

Au départ le nombre des employés pour cette chaîne de production était 916 (voir tableau 2), ce nombre a diminué grâce à cette méthode.

Le temps requis pour produire un seul caisson est 419 heures (voir tableau 3), en production avec une seule ligne à la fois, une tâche comme STEP 2 se fait au fur et à mesure avec STEP 3 ce qui réduit 170 heures du temps total ce qui représente le tiers du temps de production, alors c'est clair que cette nouvelle méthode est plus efficace. Le travail avec deux

lignes au même temps est une méthode plus rapide en production, mais le blocage qu'elle cause éventuellement coûte plus cher, et même au côté temporel la durée totale de toutes les STEP devient très longue en vue des arrêts précipités.

Du stage nous en avons tiré un point de vue nouveau sur le secteur d'activité de l'entreprise, c'est géant, et même si ce sont des génies civils qui s'occupent de la construction, cette construction est soumise à des règles industrielles, alors de nos jours on sait bien que tout est industrialisé, ce qui reflète l'importance de la formation industrielle pour les futures générations.

De notre côté nous avons apporté à l'entreprise des propositions intéressantes quant à la vie de l'entreprise, par exemple les nouvelles approches pour la qualité totale, ainsi que des techniques informatiques pour faciliter des tâches faites manuellement.

Grâce à ce stage, nous avons appris à travailler en autonomie, synthétiser les informations, gérer un dossier, acquis de nouvelles méthodes de travail, c'est-à-dire nous avons pu former une base concernant la documentation d'un travail et aussi prendre de nouvelles responsabilités, et être à la hauteur des attentes professionnelles, nous avons pu aussi valoriser le côté relationnel au sein d'une entreprise.

Nous n'avons pas réussi à atteindre tous nos objectifs. En effet, les résultats obtenus me semblent insuffisantes parce que nous n'avons pas pu agir sur toutes les services reliés à la production, nous avons une tâche limitée, et pour un projet de telle masse économique, les changements n'ont pas été si efficaces si on prend tout le projet comme référence pas seulement la chaîne objet de l'étude effectuée dans ce stage. Malgré des points positifs, ce stage ne conforte pas notre choix de carrière professionnelle. En effet, il nous a fait naître d'autres désirs tels que le travail dans le secteur automobile, où même créer notre propre entreprise pour assurer une bonne conduite de travail conforme aux normes internationales.

Conclusion :

Pour conclure, ce travail s'est divisé en deux phases, une phase analytique, où nous avons collecté des informations, nous les avons filtrées, puis nous les avons mises en ordre temporel d'exécution, et une phase d'application où se produit le changement suite à ce plan fruit des techniques académiques acquises qui servent à mettre en utilité les informations et ressources mises à notre disposition.

Conclusion générale :

L'optimisation d'une chaîne de production est un objectif qui n'arrête pas à se renouveler, son importance est l'amélioration continue de n'importe quel service d'un projet. Pour ce projet de fin d'études l'amélioration a ciblé le facteur du temps, qui est considéré crucial en terme de coûts surtout pour les projets de long terme, c'est-à-dire la manipulation du temps de production peut engendrer une vaste différence entre les coûts prévus et effectués.

Ce rapport avait l'objectif du traitement du temps requis pour effectuer une seule production à la fois, puis étudier une solution globale qui permet au système d'être plus efficace et rapide, alors dans ce cadre d'étude et d'après la formation que nous avons eu le LEAN MANUFACTURING m'apparaît comme une nécessité, ce projet est peut-être rare ou unique en considérant que c'est une fabrication lourde, mais en général une chaîne de production consiste à développer les techniques de gestion de production, les adapter au contexte industriel du projet, pour cela nous trouvons bien que la JIT Production convient parfaitement pour exploiter le système au maximum de ses capacités. Concernant la TPM, la maintenance et l'amélioration continue sont les bases d'une production efficace sans arrêts, alors c'est évident d'adopter cette technique dans cette chaîne.

L'application de LEAN pour ce projet, a pu diminuer le temps de production d'une unité d'un peu près la moitié, de plus la cadence de la nouvelle démarche du travail convient plus la demande du client, qui, par son tour, ne peut pas recevoir une grande quantité de produits à cause des contraintes de stockage et d'installation, alors en terme d'efficience les résultats ont été remarquablement bons.

Pourtant, nous voyons que les résultats de mon travail pourraient être meilleurs si la marge de liberté pour appliquer des changements radicaux, comme les changements du matériel et des systèmes ou même l'ajout d'autres pour assurer que les lignes de productions seraient indépendantes et ne pas avoir à attendre que le système de transfert fait son retour de la dernière STEP d'une ligne jusqu'à la première de l'autre pour effectuer le transfert entre STEPS.

Après deux mois de présence sur le site des travaux, et d'après les observations et le conseil des experts occupés de cette chaîne, certaines propositions nous paraît inévitables :

- Avoir un système de transfert plus rapide, n'est pas plus efficace ?
- L'installation de deux unités transferts, une pour chaque ligne va permettre d'exécuter des tâches indépendamment aux autres.
- L'emplacement de la chaîne sur le chantier pourrait être meilleur, pour donner à l'eide barge la liberté de se placer devant n'importe quelle ligne, et non nécessairement la ligne 1, ce qui impose le transfert de la STEP 5 de ligne 2 à celle de la ligne 1, ce qui est un pur gaspillage du temps.



Liste des références :

[1] : <http://xp-consulting.fr/FR/2020/05/02/le-juste-a-temps-balaye-par-covid-19/>

[2] : <https://parcours-performance.com/la-methode-smed-une-introduction/>

Définition de la JIT Production : <https://www.planilog.com/fr/glossaire/just-in-time-jit>

Définition de LEAN Manufacturing : <http://leleanmanufacturing.com/definition-du-lean-manufacturing/> *Articles, Lean Manufacturing / Par Christophe Rousseau*

Définition de SMED : manufacturing.com/utiliser-la-methode-smed-pour-gagner-du-temps-dans-la-vie-courante/ *Articles / Par Christophe Rousseau*

Définition de TPM : <https://www.sesa-systems.com/tpm-methode-et-demarche-pour-un-gain-de-productivite>